



01690  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Presentado a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a fin de ser admitido en formato electrónico e impreso en el sistema de control de tesis.  
NOMBRE: Dulce María Brousset Hernández Jáuregui  
FECHA: 18 Agosto 2003  
FIRMA: *Brousset*

**EFFECTO DEL ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL SOBRE EL BIENESTAR DE TRES ESPECIES DE FELINOS MEXICANOS EN PELIGRO DE EXTINCIÓN (OCELOTE, MARGAY Y JAGUARUNDI) MANTENIDOS EN CAUTIVERIO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
DOCTORA EN CIENCIAS VETERINARIAS**

**PRESENTA:  
DULCE MA. BROUSSET HERNÁNDEZ - JÁUREGUI**

**TUTOR:  
FRANCISCO GALINDO MALDONADO**



MÉXICO, D.F.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

AGOSTO 2003



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**TESIS  
CON  
FALLA DE  
ORIGEN**

# PAGINACIÓN DISCONTINUA

## AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas e instituciones que participaron de alguna manera en la realización de este proyecto. Esperando no omitir algún nombre, les agradezco a todos:

- A la Doctora Aline Schuneman de Aluja, por haber creído en el proyecto y darle su apoyo incondicional.
- A PAPIIT y CONACYT por el financiamiento para el proyecto y por la beca de posgrado.
- A los zoológicos Africam Safari, Chapultepec, San Juan de Aragón y Zoomat por permitirme trabajar con sus felinos y por todo el apoyo recibido de los médicos veterinarios, guardanimales, voluntarios y estudiantes de cada uno de los zoológicos.
- A mi comité tutorial y mi jurado: Doctores Luis Zarco, Francisco Trigo, Carlos Sosa, Pascal Poindrón, Hugh Drummond, Carlos Esquivel y Marta Romano.
- A mi asesor, Doctor Francisco Galindo Maldonado.
- A la Doctora Marta Romano por su dirección para las determinaciones hormonales, las cuales se llevaron a cabo en el laboratorio de endocrinología del Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del CINVESTAV-IPN. Al Biólogo Ricardo Valdés por la supervisión técnica y apoyo para la realización de los radioinmunoensayos. A Araceli Mendoza y todos los miembros y compañeros del Cinvestav.
- Al M en C Arturo Caso, por haberme permitido participar en su proyecto con animales silvestres y darme una oportunidad única: entrar en contacto con estos felinos en vida libre.
- A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM por las facilidades para llevar a cabo el doctorado y especialmente a todos en el departamento de etología, fauna silvestre y animales de laboratorio por el apoyo recibido siempre; así como a los estudiantes que quisieron trabajar conmigo, a pesar de estar siempre ocupada.
- De manera muy especial al departamento de reproducción, al rancho de Topilejo, al Doctor Tena del Bioterio de Cardiología y al Laboratorio de Fisiología Reproductiva del Doctor Vicente Díaz en el Instituto Nacional de la Nutrición, por la facilidades brindadas durante la huelga.
- A los Doctores William Swanson y Janine Brown, así como a todos los miembros y compañeros del Conservation and Research Center, especialmente a Astrid, por el entrenamiento en radioinmunoanálisis a partir de heces en fauna silvestre.
- A todos aquellos quienes tuvieron que ejercitar amplia y constantemente su paciencia ante mi falta de disponibilidad mientras estuve realizando el doctorado: especialmente al Hospital Veterinario de Especialidades Bruselas, los colegas y pacientes.
- A mi familia, pareja y amigos por todo el apoyo y facilidades brindados siempre, siempre, siempre, especialmente durante la realización del doctorado.

2

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## RESUMEN

El objetivo de éste trabajo fue evaluar el efecto de manipulaciones tanto alimenticias como del entorno sobre el bienestar de ocelotes, margays y jaguarundis mantenidos en cautiverio, comparando las pautas de comportamiento individual, así como los niveles de metabolitos fecales de cortisol. Se incluyeron 34 felinos adultos: 14 ocelotes, 7 margays y 13 jaguarundis de cuatro colecciones zoológicas. En la primera etapa del estudio se evaluó el efecto del ambiente, sexo y especie sobre las variables mencionadas. Todos los animales presentaron estereotipias de locomoción, pasando la mayor parte del día inactivos e invirtiendo muy poco tiempo en conductas de exploración y alimentación. Sin embargo, el bajo nivel de actividad observado no necesariamente está asociado a un nivel bajo de bienestar en los animales de los zoológicos, ya que los felinos silvestres también dedican una alta proporción del día a permanecer inactivos y modifican su patrón de actividad de acuerdo a la disponibilidad de recursos, principalmente de alimentación. Los jaguarundis tuvieron valores promedio de metabolitos fecales de cortisol ( $P < 0.05$ ) mayores que los ocelotes y los margays. Al comparar los valores promedio de los metabolitos fecales de cortisol entre los ocelotes de los zoológicos y los de vida libre, los primeros tuvieron valores promedio mayores. En la segunda etapa del estudio se realizaron manipulaciones que consistieron en modificar la forma, ingredientes, lugar y horario de alimentación, observándose un incremento en el tiempo dedicado a la conducta de consumo ( $p < 0.001$ ) y exploración ( $p < 0.001$ ), junto con una disminución de la proporción del tiempo dedicado a estereotipias. Al cesar las manipulaciones disminuyó el tiempo dedicado a las conductas de consumo y exploración, pero el dedicado a las

estereotipias permaneció igual. No hubo diferencias en los valores de cortisol fecal entre fases de manipulaciones, probablemente por el efecto de novedad de las manipulaciones, el incremento en la actividad física relacionada con las mismas o por lo corto del periodo de enriquecimiento. Cuando se añadió un cajón de madera en los felinos mantenidos en albergues simples, todos lo utilizaron y disminuyó el tiempo dedicado a la conducta de prestar atención mientras estuvo presente. Al comparar el efecto de la presencia del público en una pareja de jaguarundis, disminuyó el tiempo dedicado a estereotipias y el nivel de cortisol fecal ( $P < 0.05$ ), después de estar cerrado 18 meses por remodelación, aumentando el tiempo dedicado a exploración, consumo y cuidado corporal. El establecimiento de técnicas que permitan identificar las rutinas de manejo necesarias para elevar el nivel de bienestar de los felinos pequeños mantenidos en cautiverio podrá tener un impacto positivo sobre el estado de salud y el éxito reproductivo de estas especies.

**Palabras clave:** ocelote, jaguarundi, margay, bienestar, cortisol, comportamiento, enriquecimiento ambiental, cautiverio.

## ABSTRACT

The aim of this study was to assess the effects of feeding and environmental manipulations by comparing the behavior and fecal cortisol levels of 34 small felines: 14 ocelots, 7 margays and 13 jaguarundis in 4 different zoos. In the first step of the study experiment the effect of species, sex and type of enclosure on the variables mentioned above was assessed. All the animals spent some time pacing and the greater proportion of the day was inactive, with few times on exploratory behaviors or feeding. Nevertheless, the low level of activity not necessarily is related to a poor welfare condition on the zoo animals, because wild felids also spent a large proportion of the day inactive and they change their activity level depending the resources availability, especially preys. The jaguarundis had higher average levels of fecal cortisol than ocelots and margay. Also, when comparing fecal cortisol levels, wild ocelots had lower average values than captive individuals. At the second part of this study, the effect of varying ways and times of food presentation were evaluated. During manipulations the time exploring and feeding increased ( $p < 0.001$ ), while stereotypic pacing decreased. After the manipulations, exploration and feeding time decreased, but stereotypic pacing stayed the same. There were no differences in cortisol levels between phases. The fact that cortisol levels did not change between phases could be related to the novel effect of manipulations, the physical activity related to them or the short manipulation period. When a wood box was added to barren enclosures, all animals used it and time spent "observing" was lower. Also, comparing behavior and cortisol of a jaguarundi's pair, when their zoo closed during 18 months for rebuilding, the time spent at stereotypic pacing or cortisol levels were lower. It is important to develop techniques

to allow the identification of management practices to promote the welfare of captive felines, as well as the health and reproductive success of these species.

**Key words:** ocelot, jaguarundi, margay, animal welfare, cortisol, behavior, environmental enrichment, and captivity.

# INDICE

	Página
<b>RESUMEN</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>INDICE</b> .....	v
<b>1. ANTECEDENTES</b>	
<b>1.1 INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.2 REVISIÓN DE LA LITERATURA</b> .....	4
1.2.1 Situación actual de los felinos.	
1.2.2 Felinos neotropicales pequeños de México.	
1.2.3 Estrés y su evaluación.	
1.2.4 Comportamiento y bienestar.	
1.2.5 Enriquecimiento del comportamiento y su aplicación en felinos.	
<b>1.3 JUSTIFICACIÓN</b> .....	35
1.3.1 Objetivo general.	
1.3.2 Hipótesis.	
<b>2. MÉTODOS GENERALES</b> .....	39
2.1 Sujetos de estudio.	
2.2 Evaluación de conducta y cortisol fecal.	
2.3 Enriquecimiento del ambiente.	
<b>3. EFECTO DE LA ESPECIE, SEXO, ORIGEN Y DIFERENTES VARIABLES AMBIENTALES SOBRE LA PROPORCIÓN DEL TIEMPO EN ESTADOS DE CONDUCTA INDIVIDUAL Y NIVELES DE CORTISOL FECAL:</b>	
<b>3.1 Evaluación de la proporción del tiempo en diferentes estados de conducta individual, en periodos diurnos y nocturnos, en ocelotes, margays y jaguarundis mantenidos en cautiverio</b> .....	45
<b>3.2 Estandarización de la técnica en el laboratorio para la medición de metabolitos de cortisol en heces de felinos pequeños</b> .....	54
<b>3.3 Evaluación del efecto de la especie, sexo, origen y diferentes variables ambientales sobre la proporción del tiempo en estados de conducta individual y niveles de cortisol fecal</b> .....	58

<b>4. EVALUACIÓN DE METABOLITOS FECALES DE CORTISOL EN OCELOTES SILVESTRES Y SU COMPARACIÓN CON ANIMALES MANTENIDOS EN CAUTIVERIO .....</b>	<b>85</b>
<b>5. CONDUCTA Y ACTIVIDAD ADRENOCORTICAL EN RESPUESTA AL ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL EN OCELOTES, MARGAYS Y JAGUARUNDIS EN CAUTIVERIO .....</b>	<b>94</b>
<b>5.1 Evaluación de la proporción del tiempo en estados de conducta individual y niveles de cortisol fecal al aumentar la frecuencia, lugar y tipo de alimento ofrecido a los ocelotes, jaguarundis y margays mantenidos en cautiverio .....</b>	<b>95</b>
<b>5.2 Evaluación de la proporción del tiempo en estados de conducta individual y niveles de cortisol fecal en ocelotes, margays y jaguarundis mantenidos en albergues simples, al colocar un cajón de madera .....</b>	<b>112</b>
<b>6. EFECTO DE LA PRESENCIA DEL PÚBLICO SOBRE EL CORTISOL FECAL Y EL COMPORTAMIENTO EN UNA PAREJA DE JAGUARUNDIS MANTENIDOS EN UN ZOOLOGICO .....</b>	<b>122</b>
<b>7. DISCUSIÓN GENERAL .....</b>	<b>130</b>
<b>8. REFERENCIAS .....</b>	<b>153</b>
<b>9. APÉNDICES.....</b>	<b>165</b>
A. Antecedentes de los sujetos incluidos en el trabajo.	
B. Catálogo conductual.	
C. Hojas de registro para conducta.	

## CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES

### 1.1 INTRODUCCIÓN

La preocupación actual sobre el bienestar de los animales mantenidos en cautiverio se enfoca a tratar de satisfacer sus necesidades físicas, conductuales y mentales (Hutchinson y Fascione, 1991; Mench y Kreger, 1996). Por esto, los programas de enriquecimiento ambiental en los zoológicos tienen como objetivo proporcionarle al animal la oportunidad de elegir y presentar los patrones conductuales apropiados para responder a los estímulos del entorno, contribuyendo de esta forma a lograr un mejor nivel de bienestar (Seidensticker y Doherty, 1996).

Hediger, desde 1950, fue uno de los primeros investigadores de zoológico que evaluó el concepto de cautiverio y buscó factores que pudieran influir en el bienestar y la reproducción de los animales mantenidos en estas condiciones. Él postuló que las conductas anormales que se observaban en estos animales silvestres, cuando eran mantenidos en cautiverio, podían ser el resultado de factores relacionados con el ambiente durante el desarrollo del animal, la falta de estímulos y los espacios inadecuados (Hediger, 1968). Desde entonces, otros investigadores han continuado evaluando la diversidad de variables que pueden influir en el mantenimiento y la reproducción de las poblaciones en los zoológicos. El concepto de enriquecimiento ambiental y su potencial en los zoológicos fue introducido por Hal Markowitz en 1982 (citado por Shepherdson, 1988; y ampliado por Mench y Kreger, 1996) y desde entonces es un área que cada vez tiene mayor énfasis como una herramienta para aumentar el nivel de bienestar en el mantenimiento de los animales en cautiverio. Para lograrlo, los zoológicos han propuesto

diversas estrategias para exhibir y manejar a los animales en condiciones ambientales y grupos sociales similares a lo que ocurre en vida libre, con el objeto de que los individuos cautivos se reproduzcan exitosamente, críen a su progenie y alcancen una expectativa de vida similar a la encontrada en condiciones silvestres (Maple y Perkins, 1996). Hoy en día, la Asociación Americana de Zoológicos y Acuarios (1994) establece que "... todos los albergues de los animales, incluyendo las instalaciones hospitalarias (cuarentena y aislamiento), deben ser de un tamaño tal que permitan el bienestar social y psicológico de los animales y los exhibidores deberán incluir condiciones para el enriquecimiento ambiental".

El enriquecimiento ambiental influye en el bienestar físico, mental y social de los animales en cautiverio, provocando beneficios sobre la salud de los animales. En este sentido, estos programas podrían ser vistos como un componente integral de los programas de medicina preventiva y como una estrategia en la participación de los zoológicos para la conservación de la fauna silvestre (Maple y Perkins, 1996).

Sin embargo, en muchos casos el ambiente creado en los zoológicos se convierte en un albergue restrictivo y monótono, que no cuenta con la mayoría de los estímulos que se encontrarían en el hábitat natural. La presencia de depredadores, presas, parásitos, conespecíficos, así como las variaciones en la temperatura, horas de luz y recursos, son elementos importantes de los ambientes en los que los animales han evolucionado y las limitaciones en espacio y recursos a los que se enfrentan los zoológicos, generalmente controlan y restringen las conductas individuales y sociales de los animales (Mench y Kreger, 1996). Aunque los zoológicos proporcionan ciertos beneficios a los animales en términos de protección de depredadores, enfermedades, disponibilidad de alimento y otros

factores de estrés que enfrentarían normalmente en vida libre (Hutchinson y Fascione, 1991), es evidente que el confinamiento también representa algunos costos biológicos para el animal, como el estrés de ser capturado y transportado para posteriormente ser mantenido en contacto y bajo la manipulación constante de los humanos (Mench y Kreger, 1996). Asimismo, es común que el entorno social en el cual son mantenidos los animales sea muy diferente al de vida libre. De manera muy general, esos cambios pueden generar situaciones estresantes que afectan la actividad adrenocortical del animal, e incluso, su capacidad reproductora (Kleiman 1994).

## 1.2 REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 1.2.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS FELINOS.

Conforme más especies se encuentran en peligro de extinción, y la conservación del hábitat natural se dificulta, los zoológicos juegan un papel importante en el mantenimiento de poblaciones viables como una forma de preservar la diversidad de las especies. En el caso particular de los felinos, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y la Convención Internacional para el Comercio de Especies Amenazadas (CITES), consideran que todos los miembros silvestres de la familia han disminuido en su rango de distribución geográfico original como consecuencia de la pérdida de hábitat, la competencia con humanos, el comercio de pieles y el tráfico de animales (IUCN, 1992; Olney y Mace 1994; Nowell y Jackson, 1996; Shoemaker, 1998). Además de la conservación del hábitat, los mayores esfuerzos se han enfocado a los grandes felinos considerados como mega vertebrados carismáticos y quienes, con excepción del guepardo (*Acinonyx jubatus*) y la pantera nebulosa (*Neofelis nebulosa*), se reproducen con frecuencia en cautiverio (Nowell y Jackson 1996). En general, las especies pequeñas de felinos reciben menos atención en las colecciones zoológicas y en los programas mundiales de conservación de felinos (Swanson y Wildt 1997).

En México habitan 6 especies de felinos silvestres: jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), gato montés (*Lynx rufus*), ocelote (*Leopardus pardalis*), jaguarundi (*Herpailurus yagouarondi*) y margay (*Leopardus wiedii*), considerándose que todas están amenazadas o en peligro de extinción (Nom 069 Ecol. Sedesol, 1994.) Actualmente el número de individuos de las especies de felinos pequeños que se mantienen en los zoológicos nacionales es reducido y se reproducen en forma inconsistente.

La mayoría de los animales provienen de vida libre y llegan a las colecciones a través de decomisos del tráfico ilegal o por donaciones del público, después de haberlos mantenido durante algún tiempo como mascotas (CAMP 1995, Nowell y Jackson 1996, Plan Regional 1997).

Se ha sugerido que las causas para las fallas reproductivas de la mayoría de los felinos pequeños mantenidos en cautiverio se asocian probablemente a dos factores principales: a niveles altos de estrés por incapacidad para adaptarse a las condiciones de cautiverio, al mantenimiento y al manejo en condiciones subóptimas; o a deficiencias nutricionales por dietas inadecuadas (Swanson et al., 1994; Brown y Wildt 1997). Actualmente se desconoce si existen factores relacionados con pérdida de la diversidad genética y/o la presencia de enfermedades, que han sido la causa de las fallas reproductivas en otras especies de felinos (Mellen, 1991 y 1998a, Gomes de Oliveira, 1994, Swanson et al., 1994, 1997).

### **1.2.2 FELINOS NEOTROPICALES PEQUEÑOS DE MÉXICO.**

En México coinciden los límites de dos regiones biogeográficas, la neártica al norte del país y la neotropical hacia el sur. Los felinos mexicanos neotropicales son el jaguar, el ocelote, el jaguarundi y el margay (Álvarez del Toro, 1991; Seidensticker y Lumpkin, 1991; Gomes de Oliveira, 1994; Shoemaker, 1998). Se consideran felinos pequeños a aquellos que en la edad adulta pesan menos de 20 Kg., de las cuales existen 4 en México: ocelote, jaguarundi, margay y gato montés (Mellen, 1998b, Emmons, 1987).

Entre las diferentes especies de felinos, sólo los leones (*Panthera leo*), los gatos ferales (*Felis catus*) y los guepardos forman grupos sociales, aunque muy diferentes entre sí (Caro, 1993). En la naturaleza se conoce poco sobre los sistemas de vida de los felinos neotropicales; pero en

general son animales solitarios, interactuando con otros individuos sólo para reproducirse (Álvarez del Toro, 1991; Caso, 1994; Gomes de Oliveira 1994), lo que corresponde a un sistema social espacial y temporalmente disperso. El sistema para la formación de pareja en estos felinos es poliginico, ya que un macho puede reproducirse con múltiples hembras (Kleimann 1994, Pfeifer 1996).

Típicamente, el ámbito hogareño es exclusivo de un individuo, traslapándose con el de dos o más individuos del otro sexo. El tamaño del ámbito hogareño varía de acuerdo a diferencias en sus necesidades metabólicas, dieta y disponibilidad de recursos (Seidensticker, 1991; Gomes de Oliveira, 1994; Pfeifer 1996). Los felinos presentan un fenómeno de "familiaridad" entre individuos que viven en ámbitos hogareños adyacentes, en donde existe una respuesta menos agresiva a la presencia, sonidos u olores del conoespecífico familiar en comparación con el contacto con uno desconocido. La familiaridad es intrasexual e intersexual, permitiendo esto último que en las zonas del traslape de los ámbitos hogareños entre individuos de diferente sexo, se dejen señales que permitan conocer las actividades del otro y faciliten la localización de una pareja potencial (Lindburg y Fitch-Snyder, 1994; Kleiman 1994).

Todas las especies de felinos neotropicales cazan furtivamente, ya sea caminando despacio por senderos buscando las presas y después intentando acercarse lo suficiente para poder capturarla, o esperando en algunos lugares para emboscar a las presas conforme se acercan. Las presas se matan por sofocación o por mordida en la nuca (Emmons, 1987; Shepherdson et al., 1993; Gomes de Oliveira 1994; Nowell y Jackson, 1996). Las especies de felinos pequeños cazan presas pequeñas, como roedores

y pájaros, por lo que deben cazar y comer varias veces al día (Gomes de Oliveira 1994).

La información sobre la historia natural de estas especies es escasa y muchas de las referencias incluyen datos citados en fuentes secundarias imposibles de verificar directamente debido al año o tipo de publicación y, sin revisar la fuente original, es imposible determinar el tamaño de la muestra en que se basa alguna de la información citada en forma reiterada. Para citar estas referencias se menciona al autor original y el año de publicación, indicando la referencia bibliográfica donde se encuentra mencionado.

**Ocelote, *Leopardus pardalis* (*Felis pardalis* Linneo 1758).**

La especie está considerada en peligro de extinción, clasificándose en el Apéndice I de CITES desde 1989, en extinción por el Servicio de Pesca y Fauna Silvestre de Estados Unidos (US Fish and Wildlife Service, USFWS) y como amenazada en México, según la Norma Oficial Mexicana (NOM 069 ECOL-SEDESOL, 1994).

Es un felino de tamaño mediano, con un peso promedio entre 7 y 12 kilos, siendo los machos un 25% más pesados que las hembras. El pelaje es corto, marcado con manchas oscuras abiertas y parches negros que varían mucho en la forma, pudiendo incluso formar cadenas paralelas a lo largo del cuerpo, sobre un fondo de color amarillo claro, que puede llegar a ser blanco en la parte ventral. Se ha reportado una longevidad de 10 años en animales silvestres y hasta 20 en cautiverio (Gomes de Oliveira 1994).

Son animales principalmente terrestres, que pueden descansar en árboles o vegetación densa durante el día y algunos lugares de descanso pueden ser usados en forma repetida. Ocupan hábitats diversos, en elevaciones desde el nivel del mar hasta los 1200 metros de altitud. Dependen de una buena cobertura vegetal, la cual es importante para cazar, esconderse y dispersarse. Generalmente solo se aventuran en zonas abiertas en noches sin luna y muy pocas veces en días nublados o lluviosos. Las madrigueras generalmente están escondidas en áreas de vegetación densa. Se ha reportado que pueden adaptarse a cierto grado de modificación del hábitat y pueden permanecer en parches de vegetación cercanos a poblaciones humanas (Gomes de Oliveira, 1994).

El ámbito hogareño de los machos se sobrepone al de una o varias hembras. Caso (1994) reporta para Tamaulipas, México, un ámbito hogareño de 8.1 Km<sup>2</sup> para machos y 9.6 Km<sup>2</sup> para hembras. Reconoce el traslape parcial de los ámbitos hogareños entre sexos; pero también lo reporta incluso entre animales del mismo sexo, aunque los machos adultos tienden a evitarse entre ellos. El autor sugiere que esto puede deberse a la disminución de la disponibilidad de áreas con buena cobertura vegetal en la zona de estudio, por el cambio para potreros o desmonte para producir carbón, ya que la especie es considerada como solitaria.

Estudios en Perú (Emmons, 1989), Venezuela (Ludlow y Sundquist, 1987), Belice (Konecny, 1989), Texas (Tewes, 1986) y Tamaulipas (Caso, 1994) muestran que los ocelotes son principalmente nocturnos, con cierta actividad crepuscular y poca actividad durante el día (Emmons et al., 1989; Ludlow y Sundquist, 1987; Konecny, 1989; Tewes, 1986). La actividad inicia después del crepúsculo, con un pico alrededor de las 21:00 horas y otro previo al amanecer. Los ocelotes en vida libre pasan alrededor de el

60 % o más de las horas de luz inactivos, lo cual puede ser modificado por la estación, la disponibilidad de recursos, las condiciones climáticas, la presencia de humanos, su estado reproductivo, etc. (Tewes 1986, Ludlow y Sundquist, 1987, Caso 1994, Gomes de Oliveira 1994).

Los ocelotes se alimentan de presas pequeñas, mamíferos, aves y reptiles y se calcula que los ocelotes necesitan consumir entre 558 y 837 gramos / día, que equivale a 88 g/kg de peso del animal. Emmons (1988) estima que el éxito de cacería en los ocelotes es de 0.9 presas capturadas por kilómetro recorrido o una presa capturada por cada 3.1 horas de viaje. Debido a que la mayoría de las presas que obtienen son pequeñas, necesitan repetir la secuencia para adquirir el alimento varias veces al día (Gomes de Oliveira, 1994).

#### **Margay, *Leopardus wiedii* (Felis wiedii, Schinz 1821).**

Es una de las especies de felinos menos conocidas de México. La especie está considerada en peligro de extinción, clasificándose en el Apéndice I de CITES desde 1989, en extinción por el Servicio de Pesca y Fauna Silvestre de Estados Unidos (US Fish and Wildlife Service, USFWS) y como amenazada en México, según la Norma Oficial Mexicana (NOM 069 ECOL SEDESOL, 1994).

Es un felino pequeño, con un peso promedio de los adultos entre 2.5 y 4 Kg. La coloración típica es un patrón de rosetas de anillos negros o bloques elongados en un fondo amarillo claro, o blanco en la parte ventral. Posee adaptaciones morfológicas para la vida arborícola, lo que le permite trepar y moverse entre las ramas con facilidad (Gomes de Oliveira 1994, Álvarez del Toro 1991). Su cola es proporcionalmente más larga que

en otros felinos latinoamericanos, pudiendo ser hasta el 35-45% de la longitud total. Existen reportes de longevidad en cautiverio mayores a 20 años (Mellen 1998b).

Es una especie primordialmente arborícola, asociada a vegetación primaria. Sus áreas de descanso generalmente son en árboles a 7-10 mts por encima del piso, aunque se desplazan en tierra. Mondolfi en 1986, reporta que son más específicos que los ocelotes en sus necesidades de hábitat no perturbado, incluyendo la selva perennifolia, bosques húmedos, zonas de vegetación decidua, e incluso, savanas húmedas. En Chiapas se le encuentra en cualquier tipo de selva tropical y en los bosques de mesquites de las montañas chiapanecas, reserva de Montes Azules (Álvarez del Toro, 1991). El gradiente altitudinal de su distribución va desde el nivel del mar hasta los 1100 msnm.

Son de hábitos nocturnos, teniendo la mayor actividad entre las 01:00 y las 05:00 hrs. (Konecny 1990) y no muestran diferencia en el patrón de actividad entre noches con luna y sin ella. Los reportes de un macho con radio collar en Belice sugieren un ámbito hogareño de 10.95 km<sup>2</sup> y los de un macho en Brasil de 16 km<sup>2</sup>. Los únicos datos sobre patrones de actividad en México son reportes de Álvarez del Toro para Chiapas en 1952 y coinciden en los hábitos nocturnos. No existen datos sobre el ámbito hogareño en México. Al igual que la mayoría de los felinos, es considerado como una especie solitaria (Gomes de Oliveira 1994).

**Jaguarundi, *Herpailurus yaguarondi* (Felis yaguarondi, Lacépède, 1809).**

La especie está considerada en peligro de extinción, clasificándose en el Apéndice I de CITES desde 1989, en extinción por el Servicio de Pesca y

Fauna Silvestre de Estados Unidos (US Fish and Wildlife Service, USFWS) y como amenazada en México, según la Norma Oficial Mexicana (NOM 069 ECOL SEDESOL, 1994).

El peso de los animales adultos varía entre 4.5 y 9.0 Kg. Presentan un patrón de color sólido que puede ser en tonos de negro-gris-café o de rojo-amarillo. Se diferencia del género *Leopardus* por tener una cabeza elongada, pupilas redondas y un amplio repertorio vocal (Gomes de Oliveira, 1994).

Tolera una gran variedad de hábitats, existiendo reportes en selva tropical decidua o semidecidua, subtropical, selva húmeda perennifolia, selva baja caducifolia, matorrales, zonas riparias, bosques secos y húmedos (Guggisberg 1975, Petersen and Pine 1982, Zapata 1982, Schaller 1983, Mondolfi 1986, Tewes y Everett 1986, Bisbal 1989, Willig y Mares 1989 en Gomes de Oliveira, 1994). Se ha reportado que prefiere el borde de la vegetación y las comunidades de matorrales secundarios; pero también puede ser que, siendo diurno, es en esos lugares donde se le ve con mayor frecuencia. La cubierta vegetal no necesariamente tiene que ser continua, e incluso se ha reportado en campo abierto (Mondolfi 1986). El jaguarundi prefiere tierras bajas, generalmente menores a 2000 msnm. Es principalmente terrestre, se encuentra con frecuencia cerca del agua y es un buen nadador (Konecny 1989, Gomes de Oliveira 1994).

En Belice, los ámbitos hogareños de animales con radio collares fueron muy grandes y con variación considerable entre hembras y machos, midiendo 99.89 y 88.32 Km<sup>2</sup> para dos machos adultos y 20.11 Km<sup>2</sup> para una hembra adulta. Ambos sexos mostraron un patrón de uso diferente, utilizando amplios espacios de sus ámbitos hogareños durante

periodos de tiempo irregulares, en lugar de realizar regularmente recorridos de patrullaje completos (Konecny 1989, Gomes de Oliveira, 1994).

En el noroeste de México, estado de Tamaulipas, el trabajo de Caso (1994) habla sobre un ámbito hogareño de sólo 8.54 y 8.82 Km<sup>2</sup> aproximadamente para machos y hembras respectivamente, y sólo en animales jóvenes un ámbito de 14.32 Km<sup>2</sup>, lo que parece deberse a movimientos de previos a su dispersión. Existe traslape entre los territorios de las hembras y los machos; pero además reporta que los jaguarundis usan un área pequeña de su ámbito hogareño (2.6 – 4.2 Km<sup>2</sup>) en forma intensiva por periodos cortos de tiempo (aproximadamente 1 mes) y después se mueven a otra área de tamaño similar. Son considerados como una especie solitaria (Gomes de Oliveira 1994).

Con respecto a los patrones de actividad Konecny (1989) reporta que los animales de su estudio en Belice muestran movimientos a cualquier hora, pero siendo esencialmente diurnos, con picos de actividad entre las 14:00 y 16:00 hrs. Los niveles de actividad disminuyeron drásticamente después de las 18:00 hrs. (aproximadamente el atardecer), indicando sólo actividad residual. Caso (1994) reporta que los jaguarundis en Tamaulipas son principalmente diurnos, y sólo en periodos de luna llena es posible observar un poco de actividad nocturna.

Se estima que el consumo de alimento de los jaguarundis es de 0.6 Kg. de carne/ día o de 60-90 gr/kg de peso del animal (Altman y Dittmer 1973 en Emmons, 1987) y debido a que la mayoría de las presas que obtienen son pequeñas, necesitan repetir la secuencia para adquirir alimento varias veces al día (Sunquist, 1991 en Gomes de Oliveira, 1994). Con frecuencia se les atribuye el robo de pollos domésticos; pero su dieta

parece consistir principalmente en pequeños mamíferos (Álvarez del Toro, 1991; Gomes de Oliveira, 1994).

### **1.2.3 ESTRÉS Y SU EVALUACIÓN.**

#### **Fisiopatología.**

Aunque no existe una definición precisa, generalmente el estrés se refiere a una variedad de respuestas orgánicas frente a estímulos internos o externos, que pueden ser físicos, fisiológicos, conductuales o mentales y los cuales modifican la homeostasis de un individuo (Dantzer y Mormede, 1983; Knol, 1991; Rivier y Rivest, 1991; Stratakis y Chrousos, 1995; Moodie y Chamove, 1990; Wingfield y Ramenofsky, 1999).

En las primeras investigaciones sobre estrés se postularon dos tipos de respuesta ante las perturbaciones del entorno: 1) un patrón inmediato de huida-agresión, caracterizado por mayor actividad a través del sistema simpático y la médula adrenal, provocando la liberación de catecolaminas (epinefrina y norepinefrina); 2) un patrón a mediano y largo plazo de conservación-retirada, dado por la activación del eje Hipotálamo-Hipófisis-Corteza Adrenal (HHA) con la liberación de hormona adenocorticotrópica (ACTH), glucocorticoides y péptidos opiodes endógenos, entre otros (Dantzer y Mormede, 1983; Axelrod y Reisine, 1984; Knol, 1991; Rivier y Rivest, 1991).

Actualmente existe evidencia de una acción integradora de ambos sistemas. En general, cuando un estímulo actúa sobre los sentidos del animal, el sistema nervioso periférico aferente lo recibe y lo lleva a las áreas sensitivas del sistema nervioso central (SNC). Ante este estímulo, el animal organiza una respuesta que va enfocada a alejarse para disminuir su impacto, utilizando el sistema nervioso autónomo y actividad

neuroendocrina. La estimulación de la parte simpática del sistema nervioso autónomo provoca la secreción de catecolaminas a partir de la médula adrenal. La actividad neuroendocrina provoca la respuesta del eje HHA: que consiste en la secreción de hormona liberadora de corticotropina (CRH) por el hipotálamo, la cual estimula a la hipófisis anterior para secretar ACTH, que a su vez, induce la secreción de glucocorticoides de la corteza adrenal. Una vez enfrentado el estímulo, el organismo responde con una respuesta de retroalimentación negativa en donde los niveles sanguíneos de cortisol provocan que deje de secretarse ACTH de hipófisis y CRH de hipotálamo, dejando de secretarse catecolaminas (Dantzer y Mormede, 1983; Axelrod y Reisine, 1984; Friend, 1991; Knol, 1991; Rivier y Rivest, 1991; Kopin 1995).

Aunque el eje HHA es uno de los más estudiados, no es el único sistema hormonal que se activa con el estrés. Existen muchos otros cambios hormonales complejos en otros sistemas (como la prolactina, la hormona del crecimiento, glucagon, insulina, hormonas tiroideas, melatonina, endorfinas, etcétera) que están ocurriendo de manera simultánea (Dantzer y Mormede, 1983; Stratakis y Chrousos, 1995).

Durante mucho tiempo se pensó que el eje HHA sólo se activaba cuando el estímulo estaba presente durante largo tiempo (estrés crónico); pero hoy se sabe que se activa también como parte de la respuesta inicial ante el estímulo y se mantiene activo si el estímulo persiste. De acuerdo a la hipótesis de la cascada de los glucocorticoides, es necesario que exista una disminución en la actividad de la retroalimentación negativa en el cerebro y/o hipófisis para mantener elevados los niveles de los glucocorticoides y permitir el aumento en la secreción a través del eje HHA. La pérdida de receptores cerebrales en donde se unen los

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

glucocorticoides puede ser la causa de la disminución en la sensibilidad del sistema de retroalimentación de los glucocorticoides ante estímulos crónicos (Dantzer y Mormede, 1983; Knol, 1991; Kopin 1995; Stratakis y Chrousos, 1995; Stratakis y Chrousos, 1995).

El impacto de un estímulo sobre un animal depende de la capacidad que este tenga para poder enfrentarlo, lo cual depende de la experiencia previa y la información genética con que cuente ese individuo, además de las alternativas disponibles para que el animal lo enfrente (Dantzer y Mormede, 1983). Los animales que no tienen opciones para enfrentar ciertos estímulos mantienen activa la respuesta mediada por el eje HHA donde se produce aumento de la actividad adrenocortical y vagal, disminuyendo la respuesta inmune, la motilidad intestinal, la actividad de las hormonas reproductivas y aumentando en forma crónica la presión sanguínea. Los signos clínicos asociados a este tipo de respuesta crónica incluyen aumento en la susceptibilidad a enfermedades, úlceras gástricas, patologías cardiovasculares, alteraciones en el metabolismo basal y disminución en la eficiencia reproductiva, pudiendo llegar hasta la muerte del animal si el estímulo y la incapacidad para enfrentarlo persisten (Williams y Dluhy, 1987; Moberg, 1991; Kempaine y Behrend, 1997).

### **Metabolismo del cortisol y su evaluación.**

La respuesta fisiológica al estrés puede evaluarse en los animales a través de la medición de los perfiles temporales de catecolaminas, ACTH, glucocorticoides (como el cortisol), glucosa y las alteraciones en la proporción de células sanguíneas presentes (leucograma por estrés) (Rivier y Rivest, 1991; Knol, 1991). Estas determinaciones pueden hacerse en muestras de sangre o saliva; sin embargo, el manejo para obtener estas

muestras puede desencadenar una respuesta de estrés aguda y esto alteraría los resultados de la evaluación (Friend, 1991).

Una alternativa para detectar la presencia de las hormonas adrenales en la circulación periférica, sin causar su elevación, es a través de la evaluación de algunos metabolitos de corticosteroides excretados en orina o heces, lo cual ha sido utilizado en fauna silvestre por ser una técnica no invasiva (Brown y Wildt, 1997; Asa, 1996; Wasser et al., 2000).

Cuando el cortisol llega a la circulación, es unido rápidamente a proteínas plasmáticas específicas, como las globulinas transportadoras o a la albúmina, y sólo una pequeña fracción permanece libre, la cual sigue siendo activa (Nelson, 1995). Los esteroides rara vez son eliminados de la circulación sin ser modificados, por lo que el hígado los retiene y conjuga por sulfonidación o glucuronidación para poder ser excretados en las heces o la orina. La principal ruta de eliminación de estos metabolitos conjugados es a través de la bilis al contenido intestinal, aunque también una pequeña proporción puede regresar a la circulación y, como el grupo sulfato o glucoronato los hace hidrosolubles, se permite su libre filtración a través del riñón. Los esteroides presentes en el contenido intestinal pueden ser reabsorbidos a través de la circulación entero-hepática y retrasar su eliminación, o ser deconjugados o modificados por acción bacteriana. En general, los metabolitos que aparecen en la orina son conjugados y los de heces son no conjugados. Sólo una pequeña proporción de los esteroides sanguíneos libres es excretada a través de la mucosa del intestino grueso, lo que permite encontrar una pequeña proporción del esteroide original, sin conjugar, en las heces (Shille et al., 1990; Nelson, 1995).

Sin embargo, Taylor y Scratcherd en 1963 (citados por Shille, 1992) al inyectar gatos domésticos con la hormona marcada radioactivamente ( $^3\text{H}$ -cortisol), encontraron que sólo eliminaban una pequeña parte de los esteroides por la orina (menos del 5%) y que la mayoría de los metabolitos podían encontrarse principalmente en las heces. El análisis de los glucocorticoides presentes en la orina de felinos muestra que se elimina una pequeña cantidad de cortisol sin cambios y que la mayoría son metabolitos (Graham y Brown, 1996; Carlstead y Brown, 1993b; Carlstead et al., 1992 y 1993a; Goossens et al., 1995). La poca eliminación de glucocorticoides en orina se ha explicado por el hecho de que los gatos tienen poca actividad de la enzima glucoronil transferasa en el hígado y la formación de glucurónidos a partir de los glucocorticoides y sus metabolitos puede ser limitada, provocando que la conjugación hepática sea principalmente con sulfatos. Los glucurónidos son principalmente excretados en la orina y los sulfatos lo son a través de la bilis (Shille et al., 1990, 1992).

Los metabolitos presentes en las heces son principalmente formas hidrosolubles no hidrolizables, que no son ni cortisol o corticosterona en su forma original (Graham y Brown, 1996; Stilwell et al., 1996; Morais et al., 1997; Jurke et al., 1997). La relevancia fisiológica de estos metabolitos fecales detectados ha sido demostrada a través de inducir un incremento en la excreción de corticoides en heces después de una prueba de desafío con ACTH y que existían variaciones inter e intra individuales en los valores de las diferentes muestras (Graham y Brown, 1996; Brown y Wildt, 1997). Resultados similares fueron reportados por Schatz y Palme (2001), quienes además corroboraron que el cortisol era metabolizado casi completamente, ya que no aparecía como tal en las heces y que se transformaba en compuestos conjugados no hidrolizables por sulfatasa o

glucoronidasa o en metabolitos polares no conjugados. En estos felinos se encontraron concentraciones muy altas de 11,17-dioxoandrostano (11-17-DOA), el cual se forma por la remoción enzimática de la cadena lateral. Bokkenheuser y col. (1986) reportaron gran actividad de estas enzimas, desmolasa C17-C20, en la flora fecal de los gatos, indicando que estos metabolitos se forman, por lo menos en parte, por acción bacteriana.

La determinación de estos metabolitos en heces representa un valor promedio de la actividad hormonal a lo largo de varias horas, lo que modera las variaciones por los pulsos o ciclos naturales en la secreción de la hormona, ya que el cortisol se secreta en respuesta a diferentes estímulos, además del ritmo diario natural del individuo y especie (Kvetnansky et al. 1995; Brown y Wildt. 1997).

No se ha podido encontrar una reacción inmunológica utilizando las pruebas específicas para determinar cortisol en heces por Radioinmunoanálisis (RIA); pero si a través de una prueba comercial para medir corticosterona, la cual tiene un anticuerpo que presenta reacción cruzada con dos de los metabolitos más polares (Graham y Brown, 1996; Morais, 1997; Jurke et al., 1997). La determinación de metabolitos de cortisol para evaluar la actividad adrenal, tanto para el diagnóstico de hiperadrenocorticismismo como en respuesta a la activación del eje HHA por estrés, ha sido utilizada en gatos domésticos (Carlstead et al., 1992, 1993 a y b; Graham y Brown, 1996) y diversas especies de felinos silvestres (Graham y Brown, 1996) como puma, gato leopardo, gato de Geoffroy (Carlstead et al., 1993a y b), pantera nebulosa, leopardo de las nieves, tigre y gato de Pallas (Stillwell, 1996), guepardo (Jurke, 1997), margay, ocelote y tigrina (Morais et al., 1996).

## **1.2.4 COMPORTAMIENTO Y BIENESTAR ANIMAL**

### **Conducta en cautiverio.**

El comportamiento de cualquier especie de fauna silvestre es el resultado de muchas generaciones de selección natural y adaptación a condiciones ambientales específicas. El cautiverio, sin embargo, impone a los animales un ambiente que es muy diferente al entorno donde han evolucionado y para prosperar en esas condiciones los individuos deben ajustarse a estas diferencias. La capacidad de una especie para responder con conductas de su repertorio natural a las condiciones de cautiverio depende de una compleja interacción de factores del desarrollo, experiencia y herencia, al igual que el grado en el que un ambiente de cautiverio se asemeje a su ambiente natural (Shepherdson 1994; Carlstead 1996; Poole 1998).

Una de las justificaciones para el mantenimiento y reproducción de especies silvestres en cautiverio es conservar animales representativos de sus ancestros para la posteridad, investigación y educación; lo cual requiere no solo del mantenimiento de poblaciones genéticamente viables, sino también de la conservación de las conductas típicas de la especie. Debido a que la conducta es una consecuencia de las interacciones entre factores genéticos y ambientales, las fallas para reproducir un ambiente que sea por lo menos funcionalmente equivalente al silvestre podría provocar la pérdida de patrones conductuales naturales; incluyendo aquellos que son aprendidos y que han pasado de una generación a otra. La diversidad de estas conductas culturalmente transmitidas tiene el potencial de perderse más rápido que la diversidad genética y, a diferencia de los genes, el comportamiento no puede ser crío-preservado (Shepherdson, 1994; Seidensticker y Doherty, 1996).

Los efectos del cautiverio sobre el comportamiento pueden reflejarse a corto y largo plazo. En el corto plazo, la capacidad para sobrevivir y reproducirse refleja el éxito de los individuos para enfrentar estas situaciones. En el largo plazo aún se desconoce el efecto de la selección artificial y la relajación o pérdida de las presiones de selección natural sobre las especies silvestres mantenidas en cautiverio, ya que el tiempo y número de generaciones transcurridos aún es corto (Carlstead, 1996).

Una de las mayores diferencias entre los ambientes en vida libre y cautiverio es la posibilidad del animal para controlar el impacto de los estímulos recibidos a través de realizar ajustes conductuales. Los animales silvestres tienen más posibilidades de acercarse, explorar, buscar, atacar, escapar, evitar o esconderse ante un estímulo que encuentren; mientras que los animales en cautiverio generalmente tienen limitaciones para modificar la presentación de los estímulos externos a los cuales están expuestos. La relación entre la presentación de una conducta (como la búsqueda de alimento) y la consecuencia adecuada (obtenerlo) le proporciona control al animal y la falta de él generalmente provoca frustración y estrés (Carlstead 1993a; Shepherdson et al., 1993).

Existen ciertas conductas para las cuales los animales presentan una alta motivación y han sido consideradas como una demanda inelástica, ya que son realizadas aunque representen un alto costo. Por otro lado, las conductas con baja motivación son consideradas como elásticas y los animales las presentan dependiendo del costo que les representen. Para identificar una conducta con alta motivación se han hecho evaluaciones utilizando: a) la tendencia a presentarla aún en ausencia del estímulo adecuado, b) la alta tendencia a presentarla cuando existe la

oportunidad o c) por el desarrollo de conductas anormales cuando no pueden presentarla (Dawkins, 1990).

La elasticidad de una demanda es un concepto muy importante para el estudio del bienestar animal, ya que muestra qué tan importantes son diferentes condiciones o ambientes para los animales. Cuando las condiciones de cautiverio son menos complejas que las silvestres, cuando el animal no tiene control sobre ellas, o cuando tiene una alta motivación para presentar ciertas conductas, pero con la imposibilidad de satisfacerlas biológicamente por un ambiente inapropiado, los mamíferos pueden responder a estas circunstancias modificando su comportamiento ya sea adoptando una actitud pasiva (apatía) o con el desarrollo de conductas fuera de contexto, como comportamientos redirigidos o dirigidos a sí mismos, excitabilidad, agresividad o estereotipias (Broom, 1988; Hughes y Duncan, 1988; Mason, 1991; Carlstead, 1996).

### **Bienestar animal y sus indicadores.**

A pesar de que en los últimos años la preocupación por aumentar el bienestar de los animales se ha visto reflejada en el número de investigaciones científicas relacionadas con el tema; aún no se cuenta con una definición globalmente aceptada. Broom (1988) propone que "el bienestar animal es el estado con relación a los mecanismos para enfrentar su ambiente". Este concepto puede ser objetivo y cuantificable.

Uno de los factores más importantes es reconocer que el bienestar animal es un estado dinámico que puede aumentar o disminuir por efecto de una infinidad de condiciones. Debido a ello se han propuesto muchos parámetros diferentes como indicadores del grado de bienestar para reconocer aquellos factores que causan su fluctuación, identificando

variables que puedan ser cuantificadas para evaluar su impacto de manera objetiva (Broom, 1988; Dantzer, 1994). Hasta el momento se han utilizado algunos indicadores como conducta, estado de salud, éxito reproductivo, longevidad y algunos parámetros fisiológicos como frecuencia cardíaca, niveles de catecolaminas o cortisol, etc., reconociéndose que no existe un solo indicador que por sí solo pueda evaluar el grado de bienestar de un animal y que es necesario utilizar una combinación de ellos en cada situación particular (Barnett y Hemsworth, 1990; Rushen, 1991; Broom y Johnson, 1993; Clark et al., 1997).

#### **Bienestar animal a través de mediciones del comportamiento.**

La utilización del comportamiento como un indicador del nivel de bienestar se ha basado principalmente en la evaluación de la diversidad de conductas presentes en una especie y el porcentaje del tiempo dedicado a ellas (presupuestos de tiempo), del grado de expresión de conductas preferidas, del grado de aversión a una situación dada y en la identificación de patologías conductuales (Broom, 1993).

En los felinos mantenidos en cautiverio la presentación de conductas redirigidas (como exceso de acicalamiento, automutilación del pelo, cola y/o cojinetes), la inactividad y las estereotipias de locomoción han sido relacionadas con niveles de bienestar bajos (Mellen, 1989 y 1991; Graham et al., 1996; Carlstead et al., 1993 a y b; Mason, 1993).

##### **a) Conductas redirigidas:**

La mayoría de los felinos acicalan sus flancos o espalda cuando no son capaces de evitar un estímulo desagradable o ansiogénico. Esta conducta es considerada como una actividad de desplazamiento que es generalmente inofensiva; pero si el estímulo persiste, puede llegar a causar

lesiones no sólo en el pelo, sino incluso progresar hasta automutilación. Se ha sugerido que esta conducta repetitiva podría ser una forma de enfrentar el estrés a través de la liberación de opiodes internos (Mason 1991, Bradshaw 1992).

b) Inactividad:

En general, los felinos pequeños son especies consideradas como poco llamativas por las colecciones zoológicas, ya que pasan una gran cantidad de tiempo durmiendo o inactivos. En los estudios de Mellen et al., (1998 a y b) se reporta que durante las horas de luz en las que hizo sus observaciones, estas especies sólo estuvieron activas alrededor del 43% del tiempo y en los realizados por Weller y Bennett (2001), que abarcaron las 24 horas del día, el porcentaje de actividad fue solo del 20.7%. Al comparar estos datos con los patrones de actividad reportados para animales en estudios con radio telemetría en vida libre (Caso, 1994; Gomes de Oliveira, 1994) se observa que estos felinos pasan alrededor del 60% de las horas de luz inactivos, modificándose de acuerdo a la disponibilidad de recursos y requerimientos energéticos del animal, lo que sugiere que en gran medida la poca actividad descrita en los felinos mantenidos en cautiverio puede estar asociada a los patrones de actividad naturales de cada especie.

La falta de actividad en vida libre puede explicarse como una estrategia adaptativa, ya que estos periodos pueden ser esenciales para digestión, conservación de energía o evitar depredadores. Los animales ajustan sus patrones de actividad de acuerdo al costo de las diferentes actividades (Dawkins 1990). Las similitudes observadas entre los animales silvestres y aquellos mantenidos en cautiverio pueden indicar que el patrón de actividad se encuentra en gran parte fijo y que los esfuerzos para incrementarlo podrían ser no solo inútiles, sino contrarios a lo natural

(Mellen et al., 1998). Sin embargo, no se puede excluir que la inactividad en cautiverio tenga una causa diferente a la existente en vida libre y que podría ser un indicador de un nivel de bienestar bajo, como ocurre en otras especies (Broom y Jonson, 1993).

c) Estereotipias de locomoción:

En muchas especies de carnívoros mantenidos en cautiverio, se considera que las estereotipias de locomoción (conducta con un patrón sin variación y sin una finalidad evidente; Ödberg, 1985), se presentan en animales confinados donde la conducta está restringida, lo que ha llevado a suponer que se asocian a la frustración de sistemas motivacionales específicos. Las estereotipias de locomoción pueden estar asociadas a la restricción de conductas asociadas a la obtención del alimento, donde son las conductas de actividad motora, forrajeo y depredación las que se ven frustradas, especialmente en las fases de apetito, búsqueda y localización de la presa (Hughes, 1988; Rushen et al., 1993). Los felinos pueden estar motivados a llevar a cabo conductas relacionadas con el forrajeo, como cazar, aún en ausencia de cualquier deseo por satisfacer el apetito (Eaton 1972 y Leyhausen 1979, citado por Mellen et al., 1998) y la falta de oportunidades para llevar a cabo estas actividades podría provocar la presentación de conductas fuera de contexto (Shepherdson et al., 1993). Debido a que la mayoría de las presas que los felinos pequeños cazan en la naturaleza son pequeñas, estos animales generalmente repiten la secuencia para adquirir alimento varias veces al día (Gomes de Oliveira, 1994). Hughes y Duncan (1988) sugieren que en estos casos la motivación para llevar a cabo conductas de forrajeo permanece alta y que ésta motivación, cuando se le remueven sus consecuencias funcionales, puede atrapar al animal en una retroalimentación de vía

corta, en donde la conducta se presenta más frecuentemente en un patrón estereotipado (Mellen et al., 1998; Shepherdson et al., 1993).

Las conductas estereotipadas también han sido propuestas como un mecanismo para enfrentar el estrés ante la frustración desarrollada por no poder llevar a cabo otro tipo de conductas como el patrullaje del territorio o escapar del cautiverio (Mason, 1991; Rushen et al., 1993). En estudios con gatos domésticos y gatos leopardo, Carlstead (1993 a y b) evaluó el tiempo dedicado a las estereotipias de locomoción y los valores de cortisol en orina con relación a la disponibilidad de espacios para esconderse en los albergues. Ella encontró una correlación positiva entre la proporción del tiempo dedicado a estereotipias y los niveles de cortisol. Al proporcionar lugares que sirvieran como escondites para estos animales encontró que ambos valores se reducían. Estos estudios sugieren que los ambientes más complejos pueden reducir las estereotipias de locomoción y los niveles de cortisol de estos felinos mantenidos en cautiverio a través de proporcionar la oportunidad para desarrollar ciertos patrones conductuales como esconderse (Mellen et al., 1998).

Sin embargo, si las estereotipias de locomoción fueran exclusivamente una manifestación de la incapacidad para esconderse como un mecanismo para manejar el estrés, podría predecirse que éstas no se presentarían en ambientes complejos. Sin embargo, en un estudio realizado por Mellen et al., (1998), las estereotipias de locomoción también se presentaron en albergues grandes y complejos que ofrecían muchas oportunidades para esconderse, aunque el patrón de locomoción repetido era fácilmente interrumpido por un estímulo externo.

Por lo tanto, las estereotipias de locomoción podrían responder a diversos sistemas de motivación en los felinos mantenidos en cautiverio, pudiendo representar una forma de conducta de exploración, en donde el objeto de la búsqueda podría variar entre el alimento, el patrullaje del ámbito hogareño o una pareja en los albergues complejos, mientras que en los albergues simples podría ser la búsqueda de un lugar para esconderse (Mellen et al., 1998).

Desde la perspectiva del bienestar animal, la motivación de una conducta es una consideración crucial (Carlstead et al., 1992); ya que si un felino está motivado para desplazarse por la necesidad de buscar alimento, patrullar su ámbito hogareño o encontrar pareja, debería verse a la estereotipia como la expresión natural de una conducta normal en un ambiente con espacio limitado. Por el otro lado, si la estereotipia es motivada por la necesidad de esconderse o se presenta en respuesta directa a un estresor percibido, la conducta es entonces un indicador de bienestar reducido. Mellen et al., (1998) sugieren que deben enfocarse a esta área los trabajos de investigación, para reconocer si son una conducta deseable o indeseable en cautiverio.

### **Evaluaciones de bienestar en felinos.**

La evaluación del bienestar en los felinos mantenidos en las colecciones zoológicas es escasa y los estudios que se han realizado se han llevado a cabo principalmente considerando la conducta de los animales, el éxito reproductivo o la longevidad (Mellen 1991, 1998).

En el caso de la utilización de los valores de cortisol como indicador de bienestar existen solo algunos ejemplos en estas especies. Carlstead et al., (1992, 1993a y b) evaluaron las respuestas conductuales y

adrenocorticales de gatos domésticos y algunas especies silvestres como puma, gato de Geoffroy y gato leopardo, al ser trasladados a albergues simples sin lugares para esconderse, encontrando que estas condiciones provocaron elevación en el nivel de metabolitos urinarios de cortisol con disminución del tiempo dedicado a exploración y aumento del dedicado a estereotipias de locomoción.

Morais et al., (1977) encontraron que los ocelotes, margays y tigrinas respondían con elevación de cortisol, tanto sanguíneo como de sus metabolitos fecales, ante diferentes estresores como ayuno, anestesia, electroeyaculación o cambios en la rutina diaria de manejo. Estos resultados coinciden con lo encontrado por Jurke et al., (1997) quienes al realizar prácticas de contención en guepardos demostraron que había elevación de cortisol fecal y que utilizando los valores promedio encontrados en cada hembra, a través de estudios longitudinales, existía una correlación entre el nivel de cortisol y el temperamento; pero además, que las hembras que no se habían reproducido en cautiverio mostraban los valores más altos de cortisol. Terio et al., (1999) evaluaron la respuesta adrenocortical como respuesta ante inmovilizaciones, translocaciones y la introducción de un macho en guepardos hembra, observando aumento en la excreción de metabolitos fecales de cortisol entre 24 y 72 horas después de la exposición al estímulo.

### **1.2.5 ENRIQUECIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO Y SU APLICACIÓN EN FELINOS.**

El enriquecimiento del comportamiento es aún un concepto vago que se refiere a mejorar el ambiente en el que se mantienen los animales en cautiverio (Newberry 1994 y 1995), a través de una gran diversidad de técnicas de manipulación del entorno físico y social (Chamove, 1989;

Carlstead, 1996; Shepherdson, 1998; Brousset y Galindo, en prensa). Existe una gran diversidad de definiciones propuestas al respecto, en donde destaca la de Shepherdson quien propone "que es "identificar y proporcionar los estímulos ambientales necesarios para el bienestar psicológico y fisiológico del animal (1994)".

La evaluación de los programas de enriquecimiento ambiental se ha realizado a través de una gran variedad de indicadores; pero en la mayoría de los casos solo se mide el impacto sobre la conducta del animal (mayor diversidad de conductas, disminución de conductas indeseables, aumento en el uso de espacios y aumento de la manipulación de objetos y/o exploración) y son muy pocas las que evalúan su impacto a largo plazo (longevidad, éxito reproductivo, estado de salud) (Chamove, 1989; Newberry 1994 y 1995). Una planeación e implementación apropiada de los programas de enriquecimiento ambiental pueden contribuir a mejorar el bienestar y la salud animal a través de crear oportunidades para que puedan ejercer algún control sobre su ambiente. Ya sea que el enriquecimiento le permite al animal evitar estímulos externos estresantes o simplemente le proporciona la oportunidad de realizar una conducta de desplazamiento. La capacidad del animal para tener cierto control sobre su ambiente parece ser crucial en la reducción del estrés y, por ello, reducir el riesgo de problemas de salud asociados. Una evaluación frecuente de los efectos del programa de enriquecimiento ambiental es esencial para asegurar que los elementos positivos del programa puedan ser mantenidos y que los negativos sean eliminados (Hediger, 1968; Chamove, 1989; Seidensticker y Doherty, 1996; Newberry 1994 y 1995, Newberry y Estévez, 1997; Baer, 1998, Mellen y Sevenich, 2001).

Los programas de enriquecimiento ambiental para los carnívoros mantenidos en cautiverio siguen siendo de los más difíciles de desarrollar, a pesar de haber sido una de las áreas donde más trabajos se han realizado (Mellen y Shepherdson, 1997; Mellen et al., 1998; Mellen 1998b). Proporcionar oportunidades de enriquecimiento a los felinos solitarios es un reto, ya que en vida libre estos animales tienen territorios muy grandes a través de los cuales se desplazan constantemente para encontrar sus presas o parejas potenciales y usan marcas olfatorias y vocalizaciones para comunicarse con sus conespecíficos (Chamove, 1989; Shepherdson, 1998; Newberry 1994 y 1995). En cautiverio, los albergues son siempre más pequeños que sus ámbitos hogareños naturales y el contacto con otros animales de la misma especie se da solo con algunos individuos en donde la proximidad es constante (Mellen, 1989; Mellen y Shepherdson, 1997; Mellen et al., 1998a y b). Además, para el desarrollo de un buen programa de enriquecimiento ambiental debe recordarse que los felinos pasan la mayor parte del tiempo inactivos y los esfuerzos para aumentar el tiempo de actividad a través de las manipulaciones del entorno, probablemente deberían enfocarse a modificar la forma en que los felinos dividen su tiempo activo, por ejemplo, promover que pasen menos tiempo en estereotipias de locomoción y aumenten el tiempo de exploración (Mellen, 1989; Mellen et al., 1998; Mellen y Shepherdson, 1997; Mellen, 1998b, Shepherdson, 1998). O incluso, que se mantengan en exhibición con ciclo de luz invertido o que la observación por el público se haga en condiciones de luz reducida.

No hay una sola forma o tipo de enriquecimiento que sea efectivo indefinidamente, ya que los animales se habitúan relativamente rápido a las condiciones u objetos novedosos. Igual que el ambiente complejo y en continuo cambio que enfrentan los animales silvestres, el enriquecimiento

debe ser dinámico y modificarse constantemente. Las opciones que se han manejado en los programas de enriquecimiento ambiental para felinos en las colecciones zoológicas incluyen métodos alternos de alimentación, objetos novedosos y olores, complejidad del albergue, y control del contacto con conespecíficos o depredadores (Carlstead, 1992; 1993 a y b, 1994; Mellen y Shepherdson, 1997; Mellen, 1998; Lewis, 1992; Law, 1993; Knapiak, 1995; Shepherdson et al., 1993).

### **Métodos alternos de alimentación.**

En la mayoría de los zoológicos los felinos son alimentados una vez al día, sin variación en los ingredientes, forma de presentación o el horario. Esto se convierte en una rutina predecible para el animal, que además no tiene que realizar esfuerzo para adquirir el alimento y lo consumen en un tiempo breve (Mellen, 1998; Lindburg, 1988; Shepherdson et al., 1993).

Esto puede ser modificado a través de aumentar la diversidad de la dieta, la dificultad para encontrar el alimento, el tiempo necesario para procesarlo y consumirlo (Mellen et al., 1998; Carlstead, 1996; Lindburg, 1988; Shepherdson et al., 1993). Existen diversos ejemplos, como proporcionar grillos o peces vivos a jaguares, pumas, ocelotes y tigres, lo que permite desplegar conductas de cacería (Mellen et al., 1998; Lindburg, 1988; Shepherdson et al., 1993). Pero para lograrlo no es necesario que los animales tengan acceso a presas vivas, como lo demuestra un estudio de Bond y Lindburg (1990), en donde la utilización de animales completos recién sacrificados, como conejos o pollos, o trozos grandes de bovinos fueron utilizados para alimentar guepardos, observándose aumento en el tiempo dedicado a exploración, consumo y manejo del alimento, junto con el tiempo total de actividad. Un resultado similar fue reportado por Law (1993) con una pareja de jaguares al esconder pedazos pequeños de

pescado seco en el exhibidor, o al colgar trozos grandes de carne del techo. Incluso por Markowitz (1987 y 1995), donde se utilizaron presas artificiales y la estimulación acústica por computadora simulando presas vivas.

El horario regular de alimentación requiere de una consideración especial, ya que muchos felinos muestran un incremento en el tiempo dedicado a estereotipias de locomoción justo antes de la hora acostumbrada de alimentación (Lindburg, 1988; Carlstead, 1993b; Shepherdson et al., 1993; Mellen, 1998; Mellen et al., 1998; Lyons et al., 1997).

#### **Objetos novedosos y olores.**

Los objetos novedosos también pueden inducir elementos de la conducta de cacería, aún si no están asociados con comida, ya que los animales exploran, buscan, acechan y manipulan cosas como calabazas, sandías o cocos enteros (Knights, 1995), cajas de cartón, cubos de hielo (Sandos y Peeler, 1998), pieles de animales, astas o caparazones de tortugas (Acu, 1995), huesos largos (Mellen, 1998), etcétera.

Los olores nuevos pueden provocar un gran interés debido a que los felinos utilizan el olfato para obtener información sobre sus conespecíficos y sobre las presas potenciales (Seidensticker y Lumpkin, 1991). Existe una gran variedad de esencias que pueden utilizarse en los albergues de los felinos, tanto las utilizadas por los cazadores como especias (canela, paprika, nuez moscada, pimienta, comino, clavo, ajo, vinagre, mostaza), hierbas de olor (cilantro, catnip) (Moodie y Chamove, 1990), extractos diluidos (vainilla, almendra, maple, naranja, limón), lanolina, pétalos de rosa, orina o heces de presas potenciales. Al igual que con el alimento, el modo de presentar estos elementos puede ser tan importante como el tipo

utilizado, tanto espacial como temporalmente; pero también es importante reconocer la función de los comportamientos que se estimulan o manipulan a través de estímulos olfativos: territorial, sexual, búsqueda de alimento, etc. (Mellen et al., 1998; Sandos y Peeler, 1998) y definir el resultado que se busca con este tipo de enriquecimiento.

### **Complejidad del albergue**

En cautiverio es prácticamente imposible contar con el mismo espacio que los ámbitos hogareños que estas especies utilizan en vida libre; pero se ha sugerido un espacio mínimo de 4 x 2 x 2.5 metros (largo x ancho x alto) ó 200 m<sup>2</sup> por cada animal (Mellen, 1998, Mellen et al., 1998).

En general, la complejidad del albergue es más importante que sólo el tamaño, por lo que debe proporcionar oportunidad de patrullarlo, contar con numerosos espacios verticales y horizontales (Deroo, 1993) y especialmente con diversas barreras visuales que les permiten esconderse, ya que en muchas ocasiones los albergues de los zoológicos tienen límites por fuera de la zona de huida de la especie (Carlstead 1993b). Además, deben considerarse los hábitos particulares de cada especie, como aquellas arborícolas, las que se asocian a cuerpos de agua, las crepusculares o nocturnas, e incluso el tipo de hábitat y la distribución geográfica natural (Michel, 1994).

### **Conespecíficos y depredadores**

Las diferentes especies de animales tienen variación en el tipo de organización social que presentan, tanto en la estructura física como en la cohesión del grupo y los felinos, con excepción del león africano (*Panthera leo*) y el guepardo son solitarios. Los principales factores que promueven que los felinos sean solitarios son probablemente las características de las

presas y el tipo de cacería, además de la falta de cuidado paterno. En general, para la distribución espacial de las poblaciones silvestres de felinos la abundancia y dispersión del alimento define la de las hembras: mientras que, por lo menos en la época reproductiva, la distribución de las hembras define la de los machos (Sandell 1989). A pesar de que las hembras y machos adultos de los felinos en vida libre permanecen típicamente separados a lo largo del año, los zoológicos rutinariamente las albergan en parejas o tríos (Mellen, 1998; Mellen et al., 1998).

Desde hace mucho tiempo se ha reconocido el hecho de que aún los mamíferos más solitarios tienen un lado sociable (Leyhausen 1965, citado por Lindburg y Fitch-Snyder, 1994; Hediger, 1968) y que algunos de estos animales pueden ser inducidos a vivir en cautiverio en grupos sin que existan muchos conflictos visibles (Kleiman, 1994). Este sistema de exhibición se basa en que existen diferencias entre especies e individuos y se prefiere porque es más atractivo para el público ya que los animales que se mantienen en grupos tienden a ser más activos e "interesantes" que un solo individuo, aunque muchas de estas actividades son desplazamientos, evasión y conductas de dominancia-subordinación. Este sistema de exhibición puede estar favoreciendo la selección de aquellos individuos con mayores niveles de tolerancia para los conespecíficos. Además, la proximidad forzada y continua en las especies no sociales puede inducir un nivel de estrés crónico (Lindburg y Fitch-Snyder, 1994; Kleiman, 1994).

Por otro lado, en el caso de las especies de felinos pequeños, es necesario considerar que la cercanía de los exhibidores de grandes felinos y otras especies que son depredadores potenciales también puede ser una causa de estrés continuo ya que existen estímulos olfatorios y auditivos.

aún cuando no exista el contacto físico entre ellos (Carlstead y Shepherdson, 1994).

### **Interacción humano-animal**

En general, se considera que en las colecciones zoológicas se somete a los animales a un contacto cercano y continuo con los humanos, tanto por parte del público como el personal de la colección, y que esto tiene un impacto negativo sobre el bienestar (Lindburg y Fitch-Snyder, 1994). Sin embargo, también es posible que los animales se habitúen a esta convivencia ya que muchos individuos se muestran dóciles en cautiverio, como lo señaló Mellen en un trabajo donde evaluó los factores que influyen en el éxito reproductivo de las diferentes especies de felinos pequeños mantenidos en cautiverio, encontrando una correlación significativa entre el estilo de manejo y el tiempo dedicado por los guardanimales para interactuar con ellos, con un efecto positivo sobre la reproducción (Mellen 1991).

Por otro lado, el entrenamiento con refuerzos positivos cada vez gana más popularidad en las colecciones zoológicas y la comunidad biomédica en Estados Unidos principalmente, como una herramienta para aumentar el nivel de bienestar. Las sesiones de entrenamiento se enfocan en el proceso de la resolución de problemas, presentándoles a los animales retos mentales y físicos que les permiten controlar los eventos en su vida. El entrenamiento también proporciona la oportunidad de manejar el problema de conductas anormales, la falta de estímulos sensoriales o incluso, a utilizar de una manera más efectiva las manipulaciones utilizadas en el enriquecimiento ambiental (Laule y Desmond, 1998).

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

En la mayoría de los programas de enriquecimiento ambiental de cualquier zoológico, sólo se identifican "signos" sugerentes de un nivel bajo de bienestar, como inactividad, estereotipias, baja reproducción o enfermedades y se realizan manipulaciones para modificarlos. Sin embargo, estos signos son el resultado de la activación de alguna respuesta biológica ante un estímulo específico y al no hacer un diagnóstico del problema ni la evaluación del impacto de las manipulaciones realizadas, es poco probable poder alcanzar la meta de aumentar el nivel de bienestar (Newberry y Estévez, 1997; Mellen y Sevenich, 2001).

Es necesario que los programas de enriquecimiento ambiental planteen metas específicas para cada situación e incluyan formas para medir que tan bien son alcanzados los objetivos específicos (Mellen y Sevenich, 2001). Por esto, realizar mediciones de algunos indicadores, como comportamiento o actividad adrenocortical, permiten hacer un diagnóstico previo del nivel de bienestar en el que se encuentran estas tres especies de felinos pequeños en los zoológicos, evaluando la forma en que enfrentan los cambios del ambiente y el tipo de manipulaciones que tienen un impacto positivo en su nivel de bienestar. De igual manera, permitiría identificar aquellos componentes del entorno que promueven las conductas típicas de la especie, así como reconocer las condiciones que desalientan las conductas percibidas como indeseables, o atípicas, que generalmente se han relacionado con un nivel bajo de bienestar (Mellen et al., 1998).

Además, la evaluación de la actividad adrenocortical a través de la medición de los niveles de metabolitos fecales presenta la ventaja de que

las muestras pueden ser obtenidas de manera no invasiva, lo que permite realizar este tipo de estudios en animales silvestres sin causar estrés en los animales por la toma de muestras. Incluso, la aplicación de éstas evaluaciones en los felinos silvestres permite conocer como enfrentan los diferentes estímulos en vida libre (Wingfield y Ramenovsky, 1999) y al compararlos con lo encontrado en cautiverio permitiría proponer prácticas de manejo y de enriquecimiento ambiental que sean exitosas para el bienestar de los individuos mantenidos en cautiverio, pero también para su conservación.

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO**

Evaluar la relación de pautas de comportamiento individual y social de felinos pequeños mexicanos mantenidos en cautiverio, con la actividad adrenocortical a través de la medición de metabolitos fecales de cortisol para evaluar su nivel de bienestar y el impacto que las técnicas de enriquecimiento ambiental alimenticio o del entorno tienen sobre el mismo.

### **1.3.2 HIPÓTESIS**

- 1) Las observaciones de conducta durante el horario de exhibición al público (10 am a 5 pm) no son representativas de lo que ocurre a lo largo de las 24 horas del día.
- 2) Los patrones de actividad diurno, crepuscular o nocturno de los felinos pequeños se impondrán en el cautiverio aún cuando las actividades diarias de manejo, como la alimentación, salida al exhibidor, etc., se realizan en horas de luz del día.
- 3) Los jaguarundis pasan más tiempo activos durante las horas de luz del día que los ocelotes o margays.

- 4) Los jaguarundis tienen menos cortisol y dedican menos tiempo a estereotipias de locomoción, descanso, prestar atención y más tiempo en exploración que los ocelotes y margays cuando son mantenidos en cautiverio.
- 5) Las hembras de ocelotes, margays y jaguarundis mantenidas en cautiverio tienen niveles mayores de cortisol que los machos.
- 6) Los animales que llegaron a la colección después de haber sido capturados de vida libre tienen más cortisol y dedican mayor tiempo a estereotipias de locomoción, descanso, prestar atención y menos tiempo en exploración que los que fueron mascotas antes de llegar a la colección zoológica, y a su vez estos últimos tienen más cortisol que los animales nacidos en cautiverio.
- 7) Los felinos pequeños que son mantenidos en albergues simples tienen más cortisol y dedican mayor tiempo a estereotipias de locomoción, descanso, prestar atención y menos tiempo en exploración que los que se mantienen en albergues complejos.
- 8) Los felinos pequeños que están en albergues en exhibición al público tienen más cortisol y dedican mayor tiempo a estereotipias de locomoción, descanso, prestar atención y menos tiempo en exploración que los que están fuera de exhibición.
- 9) Los felinos que son mantenidos en pareja o grupo dentro del mismo albergue tienen más cortisol y dedican mayor tiempo a estereotipias de locomoción, descanso, prestar atención y menos tiempo en exploración que los que son mantenidos solos.
- 10) Los valores de cortisol de ocelotes mantenidos en zoológicos son mayores que los de los animales silvestres.
- 11) Al aumentar la frecuencia, lugar y tipo de alimento ofrecido a los ocelotes, jaguarundis y margays mantenidos en cautiverio, disminuye

el cortisol y el tiempo dedicado a estereotipias de locomoción o inactividad y aumenta el dedicado a exploración y consumo.

- 12) Al aumentar la frecuencia, lugar y tipo de alimento ofrecido a los jaguarundis mantenidos en cautiverio, la disminución del cortisol y el tiempo dedicado a estereotipias de locomoción o inactividad y el aumento del dedicado a exploración y consumo, serán mayores que en los ocelotes y margays.
- 13) Los ocelotes, margays y jaguarundis mantenidas en albergues simples utilizarán el cajón de madera al tenerlo disponible.
- 14) El cortisol y el tiempo dedicado a estereotipias de locomoción disminuirán al colocar un cajón de madera en el albergue simple de los ocelotes, margays y jaguarundis.
- 15) La proporción del tiempo dedicado a estereotipias de locomoción y los niveles de metabolitos fecales de cortisol son mayores en jaguarundis mantenidos en cautiverio cuando están expuestos a la presencia del público.

## CAPÍTULO 2: MÉTODOS GENERALES

### 2.1 Sujetos de estudio

Se incluyeron un total de 34 felinos de tres especies, mantenidos en cautiverio: 14 ocelotes (4 hembras y 10 machos), 7 margays (4 hembras y 3 machos) y 13 jaguarundis (7 hembras y 6 machos). Los animales pertenecen a 4 diferentes colecciones zoológicas: A y B, ubicadas en el Distrito Federal; C en Valsequillo, Puebla y D en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

El zoológico A se localiza a 19°28' latitud norte, 99°04' longitud oeste, a una altitud de 2240 msnm, con un clima semiseco templado (temperatura media anual de 16.8°C) y con lluvias en verano (580.9 mm de precipitación pluvial anual). El zoológico B está a 19°25' latitud norte, 99°12' longitud oeste, a una altitud de 2250 msnm, con clima templado (temperatura media anual de 15°C) subhúmedo con lluvias en verano (precipitación pluvial anual de 801 mm). El zoológico C está a 18°50' latitud norte, 98°19' longitud oeste, con un clima templado subhúmedo (temperatura media anual de 15°C) con lluvias de verano (pp 40 mm en el mes más seco). El zoológico D está a 16°45' de latitud norte, 93°07' de longitud oeste, a una altitud de 520 msnm, con clima cálido (temperatura media anual de 23.5°C) subhúmedo con lluvias en primavera y verano (923.2 mm de precipitación pluvial anual) (INEGI, 1998).

Todos los animales fueron mantenidos en las condiciones de luz, temperatura y humedad naturales del lugar geográfico donde se encuentra la colección. La alimentación diaria consistió en proporcionar aproximadamente 500 gramos de carne de res, caballo, pollo o conejo, dependiendo de la colección zoológica, por lo que se adicionó un multivitamínico y mineral comercial (Centrum®, ½ tableta dos veces a la

semana) desde dos meses antes de iniciar la investigación. La ración completa se colocaba en el comedero a la misma hora y al día siguiente se retiraba el alimento que no se hubiera consumido. Los animales tuvieron agua disponible todo el tiempo en sus bebederos. La hora de la alimentación y limpieza de los albergues varió entre los zoológicos; pero la limpieza siempre se realizaba diariamente por las mañanas, y la alimentación generalmente por la tarde. No se hizo ningún cambio de estas rutinas durante estos estudios. Tampoco se modificó el horario de cada zoológico para mover animales entre el exhibidor y el albergue nocturno.

De los 34 felinos, 7 nacieron en cautiverio (26.5%) y los demás fueron donados a los zoológicos. De estos últimos, solo 4 (15.4 %) son animales que pasaron de vida libre directo al zoológico; el resto (23 animales) llegaron como decomisos o donaciones, y se sabe que por lo menos una tercera parte de ellos fueron mantenidos como mascotas antes de llegar a la colección. El apéndice A (Pág. 165) contiene los antecedentes y características de los sujetos incluidos en este trabajo. No se incluye la edad de los animales porque se desconoce en la mayoría de los casos. En cada uno de los estudios realizados se especifica cuales individuos fueron incluidos en el mismo.

Además, para la comparación de cortisol fecal entre ocelotes en cautiverio y silvestres (Capítulo 4) se contó con muestras de 11 ocelotes silvestres (5 hembras y 8 machos), los cuales forman parte de un proyecto de investigación sobre patrones de actividad y ámbito hogareño de felinos pequeños en el noreste de México. Estos animales fueron capturados por caso entre 1997 y 1999, para anestesiarlos y colocarles radiocollares.

## 2.2 Evaluación de conducta y cortisol fecal

Los materiales y métodos específicos de cada estudio están descritos en los capítulos siguientes, incluyendo las fechas en que se realizaron cada uno de ellos.

En general, las evaluaciones conductuales se realizaron a través de observaciones directas y videgrabaciones de intervalo de tiempo fijo. Las conductas evaluadas se derivaron de un catálogo de comportamientos (Mellen 1989), que después fue modificado para ajustarse a este proyecto. Las categorías de conducta individual incluidas fueron locomoción, estereotipia, inactividad, prestar atención, cuidado corporal, consumo y exploración (Martín y Bateson, 1993; Crockett 1996; Lehner 1996). El apéndice B (Pág. 167) incluye el catálogo de conductas y sus definiciones.

A los datos de conducta se les aplicó la prueba para normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Como todas las categorías de conducta evaluadas no tuvieron una distribución normal, las pruebas que se usaron fueron no paramétricas. Los niveles de significancia estadística se establecieron con un intervalo de confianza del 95% ( $p < 0.05$ ) (Martín y Bateson 1993, Crockett 1996, Lehner 1996). El análisis estadístico se realizó con el programa de cómputo Statistica®, versión 6.0.

En los animales mantenidos en cautiverio, las muestras de heces para la medición de los metabolitos de cortisol fueron colectadas simultáneamente a las fechas en que se realizaron las observaciones de comportamiento. La obtención de la muestra se realizó siempre por la mañana, durante la limpieza del albergue, en días alternos de la semana. Cada muestra fue colocada en una bolsa de plástico e identificada especificando la fecha, individuo, sexo y colección zoológica. En el caso

de los albergues donde había más de un animal, se adicionó un colorante vegetal a la carne de uno de los felinos, para poder reconocer las heces de cada individuo. Todas las muestras se conservaron en congelación (-4°C) en cada zoológico hasta que fueron transportadas al laboratorio de Fisiología del Cinvestav, IPN, donde se mantuvieron en las mismas condiciones. En el caso de los ocelotes silvestres, las muestras se colectaron frescas del piso de la trampa donde se capturó al animal, o directamente del recto una vez que estaba anestesiado. Cada muestra fue colocada en una bolsa de plástico e identificada especificando la fecha, individuo, sexo y lugar de captura. Todas las muestras se mantuvieron refrigeradas durante el manejo del animal y al finalizar se trasladaron a la estación para mantenerse en congelación (-4°C) hasta transportarlas al laboratorio de Fisiología del Cinvestav, IPN. Ahí las muestras fueron descongeladas, homogenizadas y secadas para ser sometidas al proceso de extracción y radioinmunoanálisis (Brown 1993). Las concentraciones de hormona presentes en cada una de las muestras fueron calculadas utilizando los porcentajes de unión de estas (Zambrano y Díaz, 1996), mediante el uso del programa estadístico Graph pad Inplot, versión 4 (Graph Pad Software, Inc.®. 1992).

Se utilizaron como variables dependientes las categorías de conducta individual, así como los valores individuales de metabolitos fecales de cortisol. Como variables independientes se consideraron la especie, sexo, origen del animal, tipo de albergue y número de animales mantenidos juntos. Los albergues se dividieron en simples y complejos, considerándose como simples cuando solo había piso de concreto, paredes de malla ciclónica o cemento, un bebedero y una rama o tronco en su interior; mientras que los complejos tenían ambientación con vegetación natural y diversidad de espacios verticales y horizontales. Los

animales fueron divididos en dos categorías de acuerdo a su origen: si habían sido mascotas o no antes de llegar al zoológico, sin incluir más datos sobre los antecedentes de los animales porque los zoológicos no contaban con ellos. El número de individuos en un albergue para los ocelotes y margays fue de uno o dos (parejas de hembra y macho) y para los jaguarundis de dos (parejas de hembra y macho) o grupo (tres o cuatro animales).

### **2.3 Enriquecimiento del ambiente**

Para ello se realizaron tres estudios, uno con cambios en la rutina diaria de alimentación (Capítulo 5, 5.1), otro proporcionando un cajón de madera en los albergues simples (Capítulo 5, 5.2) y otro evaluando el efecto de la presencia o ausencia del público en una pareja de jaguarundis (Capítulo 6).

Para evaluar el efecto de cambios en la rutina diaria de alimentación se incluyeron 19 felinos (6 ocelotes, 6 jaguarundis y 7 margays), que no habían sido sometidos a ningún protocolo de enriquecimiento ambiental en sus zoológicos (B, C y D). Para la evaluación del uso de un espacio para esconderse se evaluaron 12 felinos (6 ocelotes, 1 jaguarundis y 5 margays) que no tenían ningún tipo de plataforma o cajón dentro del albergue (zoológico D). Para el estudio del efecto de la presencia del público solo se incluyó una pareja de jaguarundis mantenidas en el zoológico B, el cual cerró por remodelación durante el desarrollo de este proyecto de investigación.

En estos estudios se usó video grabación de 24 horas para realizar las evaluaciones de conducta individual y se colectaron muestras de heces para medir los niveles de metabolitos de cortisol antes, durante y después

de las manipulaciones. En cada uno de los capítulos 5 y 6 se describen en detalle los materiales y métodos específicos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **CAPITULO 3: EFECTO DE LA ESPECIE, SEXO, ORIGEN Y DIFERENTES VARIABLES AMBIENTALES SOBRE LA PROPORCIÓN DEL TIEMPO EN ESTADOS DE CONDUCTA INDIVIDUAL Y NIVELES DE CORTISOL FECAL**

El capítulo está dividido en 2 fases. La primera fase incluyó 2 estudios preliminares:

3.1 Evaluación de la proporción del tiempo en diferentes estados de conducta individual, en períodos diurnos y nocturnos, en ocelotes, margays y jaguarundis mantenidos en cautiverio (Pag. 45).

3.2 Estandarización de la técnica en el laboratorio para la medición de metabolitos de cortisol en heces de felinos pequeños (Pag. 54).

La segunda fase consistió en:

3.3 Evaluación del efecto de la especie, sexo, origen y diferentes variables ambientales sobre la proporción del tiempo en estados de conducta individual y niveles de cortisol fecal (Pag. 58).

#### **Sujetos de estudio**

Para las evaluaciones que se describen en este capítulo se incluyeron 34 felinos: 14 ocelotes (4 hembras y 10 machos), 7 margays (4 hembras y 3 machos) y 13 jaguarundis (7 hembras y 6 machos), todos adultos, pertenecientes a 4 colecciones zoológicas.

### 3.1 EVALUACIÓN DE LA PROPORCIÓN DEL TIEMPO EN DIFERENTES ESTADOS DE CONDUCTA INDIVIDUAL, EN PERIODOS DIURNOS Y NOCTURNOS, EN OCELOTES, MARGAYS Y JAGUARUNDIS MANTENIDOS EN CAUTIVERIO

#### **OBJETIVOS**

1. Comparar la proporción del tiempo en estados de conducta individual entre el horario de exhibición al público (10 am a 5 pm) y ciclos de 24 horas.
2. Comparar la proporción del tiempo en estados de conducta individual entre horarios diurnos (6 am a 6 pm) y nocturnos (6 pm a 6 am).
3. Comparar la proporción del tiempo en estados de conducta individual diurnos y nocturnos entre especies.

#### **HIPÓTESIS**

1. Las observaciones de conducta durante el horario de exhibición al público (10 am a 5 pm) no son representativas de lo que ocurre a lo largo de las 24 horas del día.
2. Los patrones de actividad diurno, crepuscular o nocturno de los felinos pequeños se impondrán en el cautiverio aún cuando las actividades diarias de manejo, como la alimentación o salida al exhibidor, se realizan en horas de luz del día.
3. Los jaguarundis pasan más tiempo activos durante las horas de luz del día que los ocelotes o margays.

#### **Evaluación conductual**

Para obtener la información sobre comportamiento se realizaron observaciones directas y video grabaciones. Inicialmente se llevaron a cabo observaciones piloto con muestreo ad-libitum (Martin y Bateson,

1993) durante 20 horas en cada individuo en tres días consecutivos, de 10 am a 5 pm, que corresponde al horario que los animales permanecen en exhibición. Esto permitió reconocerlos individualmente, conocer el uso que dan a los diferentes espacios del albergue, e identificar las distintas conductas individuales presentes en las tres especies.

Las conductas evaluadas se derivaron de un catálogo de comportamientos (Mellen 1989), que después fue modificado para ajustarse a este proyecto. Las categorías de conducta individual incluidas fueron locomoción, estereotipia, inactividad, prestar atención, cuidado corporal, consumo y exploración (Martín y Bateson, 1993; Crockett 1996; Lehner 1996). El apéndice B (Pág. 167) incluye el catálogo de conductas y sus definiciones.

#### a) Observaciones directas

Para la obtención de los datos sobre conducta individual durante el tiempo que los animales permanecían en el exhibidor se realizaron observaciones directas durante 35 horas en cada individuo (1190 horas totales). Todos los animales se observaron en 5 días consecutivos, de 10 am a 5 pm, utilizando muestreos focales con registros continuos (Martín y Bateson, 1993). Como se explicó anteriormente, en el caso de más de un animal en un mismo albergue, se alternaron muestreos focales cada 5 minutos.

Las observaciones no pudieron realizarse simultáneamente en los 4 zoológicos por aspectos de logística y tuvieron que ser realizadas durante el invierno y principios de la primavera del siguiente año. Las observaciones se iniciaron en el zoológico C, durante los meses de diciembre y enero, después se realizaron las de los zoológicos A y B en febrero y marzo y las del

zoológico D se llevaron a cabo en marzo y abril del mismo año. El registro de las conductas se realizó manualmente en las hojas diseñadas para ello (apéndice C).

#### b) Video grabación

Se realizaron video grabaciones para evaluar el comportamiento individual de los felinos durante periodos continuos de 24 horas. Para ello se usó una videograbadora de intervalos de tiempo fijo y cámaras fijas en los exhibidores y albergues nocturnos colocadas de tal manera que el animal siempre podía ser observado. Se llevaron a cabo 5 días consecutivos de grabaciones de 24 horas (120 horas) para cada uno de los 34 felinos (4080 horas totales).

Las videograbaciones se iniciaron en el zoológico C durante los meses de diciembre y enero, después se realizaron las de los zoológicos A y B en febrero y marzo y las del zoológico D se llevaron a cabo en marzo y abril.

#### **Mediciones de conducta**

Tanto de las observaciones directas, como de las videograbaciones se calculó la proporción del tiempo en los estados de conducta individual (locomoción, estereotipia, inactividad, prestar atención, cuidado corporal, consumo y exploración), dividiendo la suma del total de minutos de los 5 días de observación dedicados a cada conducta entre el total de minutos de observación. En las observaciones directas, la suma de los minutos se realizó manualmente a partir de las hojas de registro, donde se anotaba la hora cada vez que el animal cambiaba de pauta de conducta. En los videos aparece la hora sobre la imagen, por lo que la suma de los minutos se realizó observando continuamente el video y anotando la hora cada vez que el animal cambiaba de categoría de conducta.

Los patrones de actividad diurnos y nocturnos se evaluaron a través de las videograbaciones de las 24 horas del día. El ciclo de 24 horas se dividió en dos periodos de observación: diurno (6 am - 6 pm) y nocturno (6 pm - 6 am). En cada periodo se sumaron los minutos dedicados a cada categoría de conducta (locomoción, estereotipia, inactividad, prestar atención, cuidado corporal, consumo y exploración) y se dividió el total de minutos dedicados a una categoría entre el total de minutos de observación. Ese valor se expresó en la proporción de tiempo dedicado a cada una de ellas.

### **Análisis estadístico**

Se utilizó la prueba de Wilcoxon para comparar la proporción del tiempo promedio entre los periodos de observación: en exhibición y 24 horas, así como entre periodos de observación diurnos y nocturnos. Se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para comparar la proporción del tiempo en cada pauta de conducta durante el día y la noche entre especies. La prueba de Mann-Whitney se utilizó para hacer comparaciones por separado entre especies. La proporción de tiempo promedio dedicado a las diferentes categorías de conducta individual fue analizada utilizando una correlación Spearman con respecto a los niveles promedio de metabolitos fecales de cortisol, para cada una de las especies de felinos pequeños.

## **RESULTADOS**

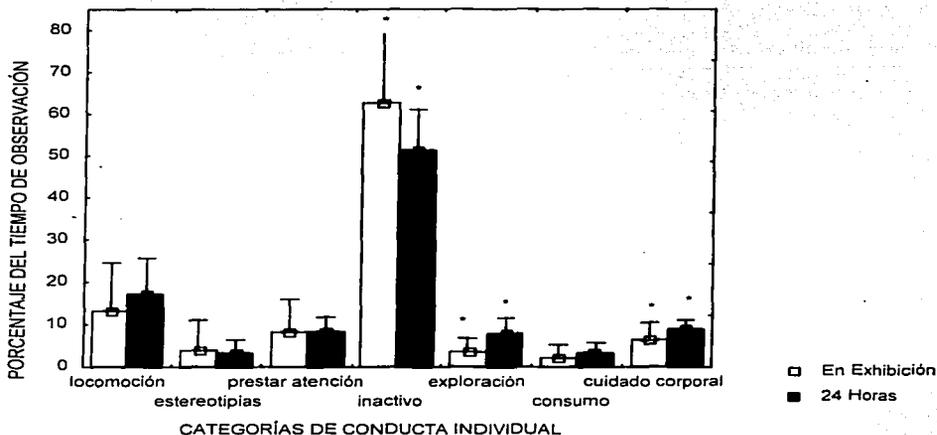
### **Proporción del tiempo en estados de conducta individual para los periodos de exhibición (10 am a 5 pm) y de 24 horas**

Los valores de la proporción del tiempo promedio ( $\pm$ DE) dedicado a las diferentes categorías de conducta individual para todos los animales en ambos periodos de observación se muestran en la figura 1.

En ambos periodos de observación la conducta a la que se le dedicó el mayor porcentaje de tiempo fue a permanecer inactivo. Durante el periodo de exhibición dedicaron a inactividad  $62.6\% \pm 20.0$  y durante las 24 horas del día el tiempo en inactividad fue del  $51.3\% \pm 10.8$ . La siguiente conducta en cantidad de tiempo dedicado a ella fue la de locomoción, con el  $13.1\% \pm 10.3$  durante el horario de exhibición y el  $17.1\% \pm 7.6$  en las observaciones de 24 horas del día. A las demás categorías de conducta individual los animales dedicaron en promedio menos del 10 % del día a cualquiera de ellas, en ambos periodos de observación: prestar atención (de 10 am a 5 pm:  $8.4\% \pm 6.7$  y en 24 horas:  $8.3\% \pm 3.2$ ), cuidado corporal (de 10 am a 5 pm:  $6.3\% \pm 4.5$  y en 24 horas:  $9.0\% \pm 2.9$ ), exploración (de 10 am a 5 pm:  $3.6\% \pm 2.8$  y en 24 horas:  $7.7\% \pm 3.3$ ) y consumo (de 10 am a 5 pm:  $2.2\% \pm 2.2$  y en 24 horas:  $3.1\% \pm 1.3$ ).

Al hacer las comparaciones entre periodos de observación se encontraron algunas diferencias significativas. La proporción del tiempo que los felinos estuvieron inactivos, fue mayor durante las horas de exhibición, mientras que el dedicado a exploración y cuidado corporal fueron mayores en el periodo de 24 horas que durante el periodo de exhibición. Los valores para la variable de inactividad fueron  $62.58\% \pm 19.97$  y  $51.30\% \pm 10.81$ , respectivamente para el periodo de exhibición y las 24 horas (Wilcoxon,  $t=125$ ,  $p<0.05$ ). Para la conducta de exploración, los valores fueron  $7.74\% \pm 3.27$  a lo largo de las 24 horas del día en comparación a  $3.6\% \pm 2.8$  durante las horas de exhibición al público (Wilcoxon,  $t=208$ ,  $P=0.0001$ ). La proporción del tiempo dedicado al cuidado corporal, durante las 24 horas del día fue de  $9.04\% \pm 2.94$ , en comparación con  $6.28\% \pm 4.5$  durante el periodo de exhibición (Wilcoxon,  $t=76$ ,  $P=0.015$ ). No se encontraron diferencias significativas entre periodos de observación

para las variables proporción del tiempo en locomoción, estereotipias, prestar atención y consumo (Wilcoxon  $P > 0.05$ ).



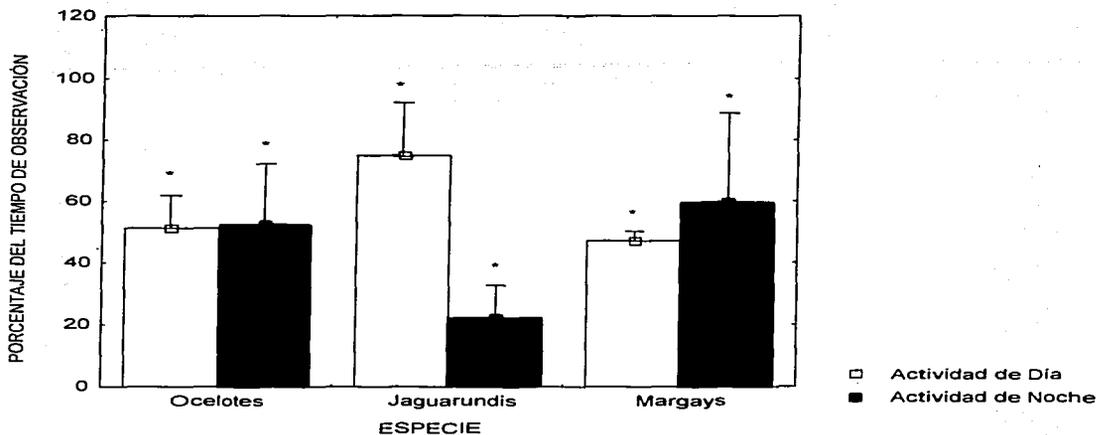
**Figura 1:** Comparación de la proporción del tiempo promedio dedicado a las diferentes categorías de conducta individual ( $n = 14$  ocelotes, 7 margays, 13 jaguarundis) entre las observaciones realizadas durante el horario de exhibición (10 am a 5 pm) y las 24 horas del día. Las barras indican el promedio y las líneas la desviación estándar. Para una determinada conducta, los valores marcados con (\*) son estadísticamente diferentes en los distintos periodos de observación, Wilcoxon  $P < 0.05$ .

### Proporción del tiempo en estados de conducta individual para los periodos diurnos y nocturnos

Al hacer las comparaciones entre el tiempo activo en el día o la noche, para cada una de las especies por separado, se encontró que los jaguarundis dedicaron estuvieron más tiempo activos durante el día que durante la noche ( $75.1\% \pm 17.2$  y  $22.1\% \pm 1.1$ , respectivamente; Wilcoxon

$t=0.1$ ,  $n=13$ ,  $p=0.002$ ). En los ocelotes, no hubo diferencia entre el tiempo activo en la noche y el día ( $51.1\% \pm 3.7$  y  $52.1\% \pm 20.1$ , respectivamente; Wilcoxon  $t=48.0$ ,  $n=14$ ,  $p=0.8$ ) y tampoco en los margays ( $47.0\% \pm 3.7$  y  $59.6\% \pm 29.3$ , respectivamente; Wilcoxon  $t=3.0$ ,  $n=7$ ,  $p=0.2$ ).

Al hacer las comparaciones del tiempo activo durante el día o la noche entre las 3 especies, se encontraron diferencias significativas (Kruskal-Wallis,  $H=0.26$ ,  $df=2$ ,  $p>0.05$ ). La proporción del tiempo que los jaguarundis estuvieron activos durante el día fue mayor que en los ocelotes y margays; mientras que en la noche fue a la inversa, los ocelotes y margays estuvieron más tiempo activos que los jaguarundis. En el día, los jaguarundis ( $n=13$ ) dedicaron el  $75.1 \pm 17.2\%$ , los ocelotes ( $n=14$ ) el  $51.1 \pm 11.3\%$  (Mann-Whitney  $U=91$ ,  $P<0.001$ ), y los margays ( $n=7$ ) el  $47.0 \pm 3.7\%$  (Mann-Whitney  $U=46$ ,  $P<0.001$ ). Durante la noche los jaguarundis solo estuvieron activos el  $22.1 \pm 10.7\%$  del tiempo, los ocelotes el  $52.1 \pm 20.1\%$  (Mann-Whitney  $U=39$ ,  $P<0.001$ ) y los margays el  $57.6 \pm 29.3\%$ , por lo que las especies más activas en la noche fueron los margays y después los ocelotes (Mann-Whitney,  $P<0.001$ , Figura 2).



**Figura 2:** Comparación del tiempo activo total durante el día (6 am a 6 pm) o la noche (6 pm a 6 am), entre las 3 especies de felinos pequeños ( $n = 14$  ocelotes, 7 margays, 13 jaguarundis) a partir de video grabaciones de 24 horas continuas. Las barras indican el promedio y las líneas la desviación estándar. (Para un mismo horario de actividad, los valores marcados con (\*) son estadísticamente diferentes en las distintas especies, Kruskal-Wallis  $P < 0.05$ ).

Al comparar en las tres especies de felinos la proporción del tiempo dedicado a las diferentes categorías de conducta individual en las horas del día o de la noche, se encontraron varias diferencias significativas. Los jaguarundis dedicaron mayor proporción del tiempo a locomoción (35.2%) en comparación con los ocelotes (16.2%) y margays (12.1%), durante las horas del día (Kruskal-Wallis,  $H = 0.32$ ,  $df = 2$ ,  $P < 0.05$ ). En contraste, durante la noche los ocelotes y margays dedicaron mayor proporción del tiempo a exploración (10.9% y 10.8% respectivamente, Kruskal-Wallis,  $H = 13.8$ ,  $df = 2$ ,  $P < 0.001$ ) y prestar atención que los jaguarundis (ocelotes 9.8% y margays

10.7%. Kruskal-Wallis,  $H=12$ ,  $df=2$ ,  $P<0.005$ ). Cuando se hizo la comparación de la proporción del tiempo dedicado a las demás categorías de conducta individual (estereotipias de locomoción, consumo, cuidado corporal o inactivo) en las horas del día o de la noche, no se encontraron diferencias significativas entre ambos periodos de observación (Kruskal-Wallis  $P>0.05$ ).

### 3.2 ESTANDARIZACIÓN DE LA TÉCNICA EN EL LABORATORIO PARA MEDICIÓN DE METABOLITOS DE CORTISOL EN HECES DE FELINOS PEQUEÑOS

#### **OBJETIVO**

1. Estandarizar la técnica para la evaluación de metabolitos fecales de cortisol a partir de heces de ocelotes, jaguarundis y margays por medio de radioinmunoanálisis, utilizando una prueba comercial disponible en México.

#### **Obtención de muestras de heces**

Las muestras de heces se obtuvieron simultáneamente a las fechas que se realizaron las observaciones de 24 horas del día (3.1). La obtención de la muestra se realizó siempre por la mañana, durante la limpieza del albergue, en días alternos de la semana. En total, se colectaron 9 muestras de cada uno de los animales: 3 antes de iniciar las observaciones, 3 durante las observaciones y 3 después de terminadas. Cada muestra fue colocada en una bolsa de plástico e identificada especificando la fecha, individuo, sexo y colección zoológica. En el caso de los albergues donde había más de un animal, se adicionó un colorante vegetal a la carne de uno de los felinos, para poder reconocer las heces de cada individuo. Todas las muestras se conservaron en congelación ( $-4^{\circ}\text{C}$ ) en cada

zoológico hasta que fueron transportadas al laboratorio de Fisiología del Cinvestav, IPN, donde se mantuvieron en las mismas condiciones.

Ahí las muestras fueron descongeladas, homogenizadas y secadas en una centrífuga tipo Speedvac Rotary Evaporador (Savant Instruments Inc®, USA), para posteriormente ser pulverizadas y mantenidas en congelación (-4°C) hasta ser sometidas al proceso de extracción.

### **Extracción de la hormona**

En el laboratorio del Cinvestav se ha utilizado comúnmente un protocolo con base en éter para la extracción de esteroides reproductivos, por lo que se decidió compararlo con el reportado por Brown (1993,1994) que se ha reportado en la mayoría de la literatura para la evaluación de metabolitos de cortisol a partir de muestras de heces de felinos (Graham 1996, Morais 1997, Stillwell 1997, Terio 1999, Wasser 2000, Schatz 2001). Esta comparación se usó para elegir aquel que permitiera una mayor recuperación y usarlo en el resto del proyecto.

El protocolo de éter consiste en pesar ~0.2 gr de heces, se añade éter, dejando reposar para la separación de las fases y después se congela en un baño de hielo seco y acetona. Se decanta la fase líquida para evaporarla en baño María a 36°C y se resuspende en Buffer RIA.

Se utilizó una modificación al protocolo descrito por Brown (1993, 1994), que consiste en pesar ~0.2 gr de heces secas, limpias de huesos, pelo o materia vegetal, se añade etanol al 90, para someterlas a ebullición en baño María con una temperatura de 93-100 °C durante 20 min. Después se centrifuga durante 20 minutos, se decanta el sobrenadante en un segundo juego de tubos y el pellet de heces es resuspendido en etanol.

centrifugado y después el segundo sobrenadante es decantado en el mismo tubo que el primero. El contenido de este tubo (extracto) se somete a evaporación con aire a presión en un baño a María a 36°C, se resuspende en un volumen conocido de etanol y se coloca en un sonicador para desprender la mayor cantidad posible de esteroides de la pared del tubo. El extracto es conservado con Buffer PBS-Koolaid (0.14M NaCl, 0.01M NaPO<sub>4</sub>, pH 7.0 con 1:10,000 Thimersol).

### **Radioinmunoanálisis**

Diversos autores han demostrado que los metabolitos de cortisol presentes en las heces de diversos felinos pueden ser evaluados en forma adecuada por RIA de fase sólida para corticosterona (Graham y Brown 1996, Morais 1997, Stillwell 1997, Terio 1999, Wasser 2000). Por lo que se utilizó un ensayo comercial de fase sólida para la medición de corticosterona en suero de rata (Coat-A-Count, DPC®). El ensayo utiliza <sup>125</sup>I como marcador. El anticuerpo utilizado tiene reacción cruzada de menos del 3% con 11-deoxicorticosterona y menos del 1% con progesterona, cortisol, aldosterona, testosterona, DEA, estradiol, 18-hidroxideoxicorticosterona o 17 $\alpha$ hidroxiprogesterona.

La sensibilidad del ensayo es de 5.7 ng/ml, todas las muestras se evaluaron por duplicado de acuerdo a las instrucciones del fabricante para ser posteriormente leídas en un contador gamma (Contador Cobra II Gama Counting System, Packard Inst. Co. ®) durante 1 minuto. Los puntos de la curva estándar del ensayo comercial son: 20, 50, 100, 200, 500, 1000 y 2000. Para éste proyecto se añadió un punto al inicio de la misma, con una concentración de 5 ng/ml. El control ínter ensayo se hizo utilizando alícuotas de suero de una rata y el intra ensayo fue uno de los estándares

proporcionado por el fabricante. Los coeficientes de variación intra e ínter ensayos fueron <10%.

Las técnicas de extracción y radioinmunoanálisis se realizaron en el laboratorio de fisiología del Cinvestav-IPN, a cargo de la Doctora Marta Romano.

### **Cálculos y análisis estadístico**

Con los datos del porcentaje de unión y la concentración de los estándares de la prueba comercial del RIA se construyó por regresión lineal la curva estándar de cada ensayo, la cual permite calcular posteriormente las concentraciones de hormona presentes en cada una de las muestras utilizando los porcentajes de unión de estas (Zambrano y Díaz, 1996). Estos datos fueron calculados mediante el uso del programa estadístico Graph pad Inplot, versión 4 (Graph Pad Software, Inc.®. 1992).

Una vez obtenidos los resultados de la concentración de la hormona en cada uno de los tubos del RIA, estos valores se ajustaron por las diluciones y peso de cada muestra. Todos los valores de metabolitos de cortisol están expresados en ng/gr de heces secas.

## **RESULTADOS**

### **Extracción de la hormona**

Utilizando el protocolo de extracción con etanol, la recuperación de una cantidad conocida de 3H-corticosterona fue del  $85 \pm 2.3\%$ ; mientras que con el de éter fue de  $64 \pm 2.5\%$ . Con base en éste resultado se decidió utilizar el del etanol para el resto del proyecto.

En el presente trabajo se realizaron dos modificaciones al protocolo de Brown: básicamente se pesaron -0.2 gr de heces secas, se añadieron 5 ml de etanol al 80% (4ml de etanol puro y 1 ml de agua bidestilada), para someterlos a ebullición en baño María con una temperatura de 90-100°C durante 20 minutos. Después de esto, los tubos se centrifugaron a 40.3G (1500 rpm) durante 20 minutos. Solo el primer sobrenadante se decantó en tubos de vidrio para evaporarlo con aire a presión en un baño María a 36°C y después resuspender en un volumen conocido de etanol (1 ml) y se agitó en un vortex durante 1 minuto para desprender la mayor cantidad posible de esteroides de la pared del tubo. Finalmente se añadió Buffer RIA al 75% en una dilución 1:2 y fue conservado en congelación (-4°C) hasta su procesamiento para el radioinmunoanálisis.

#### **Radioinmunoanálisis:**

Es factible utilizar la prueba comercial de DPC® para evaluar metabolitos de cortisol en heces de ocelotes, jaguarundis y margays; ya que todas las muestras pudieron ser leídas dentro de la curva estándar del ensayo.

En el laboratorio, se realizaron pruebas de validación a través de demostrar paralelismo entre diluciones seriadas de una mezcla de extractos y la curva estándar del ensayo y con la recuperación significativa de corticosterona radiomarcada (<sup>3</sup>H) añadida a los extractos de las heces.

### 3.3 EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA ESPECIE, SEXO, ORIGEN Y DIFERENTES VARIABLES AMBIENTALES SOBRE LA PROPORCIÓN DEL TIEMPO EN ESTADOS DE CONDUCTA INDIVIDUAL Y NIVELES DE CORTISOL FECAL

#### **OBJETIVOS**

Con base en los resultados de las evaluaciones conductuales (3.1) y de la estandarización de la técnica de la medición de metabolitos fecales de cortisol (3.2), se plantearon los siguientes objetivos:

1. Evaluar el efecto de la especie, sexo y origen, así como tipo de albergue, exposición al público o del número de animales en un exhibidor sobre la proporción del tiempo en locomoción, estereotipias, prestar atención, inactividad, exploración, consumo o cuidado corporal y sobre el nivel de metabolitos fecales de cortisol.
2. Relacionar la actividad del eje hipotálamo-hipófisis-corteza adrenal con la proporción del tiempo en estados de conducta individual de los felinos pequeños mantenidos en cautiverio.

#### **HIPÓTESIS**

1. Cuando son mantenidos en cautiverio, los jaguarundis, que son animales diurnos, tienen menos cortisol y dedican menos tiempo a estereotipias de locomoción, descanso, prestar atención y más tiempo en exploración, que los ocelotes y margays, que son animales nocturnos.
2. Las hembras de ocelotes, margays y jaguarundis mantenidas en cautiverio tienen niveles mayores de cortisol que los machos.
3. Los animales que llegaron a la colección después de haber sido capturados de vida libre tienen más cortisol y dedican mayor tiempo

a estereotipias de locomoción, descanso, prestar atención y menos tiempo en exploración que los fueron mascotas antes de llegar a la colección zoológica, y a su vez estos últimos tienen más cortisol que los animales nacidos en cautiverio.

4. Los felinos pequeños que son mantenidos en albergues simples tienen más cortisol y dedican mayor tiempo a estereotipias de locomoción, descanso, prestar atención y menos tiempo en exploración que los que se mantienen en albergues complejos.
5. Los felinos pequeños que están en albergues en exhibición al público tienen más cortisol y dedican mayor tiempo a estereotipias de locomoción, descanso, prestar atención y menos tiempo en exploración que los que están fuera de exhibición.
6. Los felinos que son mantenidos en pareja o grupo dentro del mismo albergue tienen más cortisol y dedican mayor tiempo a estereotipias de locomoción, descanso, prestar atención y menos tiempo en exploración que los que son mantenidos solos.

## **RESULTADOS**

### **Efecto de la especie, sexo y origen sobre la proporción del tiempo en estados de conducta individual y niveles de cortisol fecal**

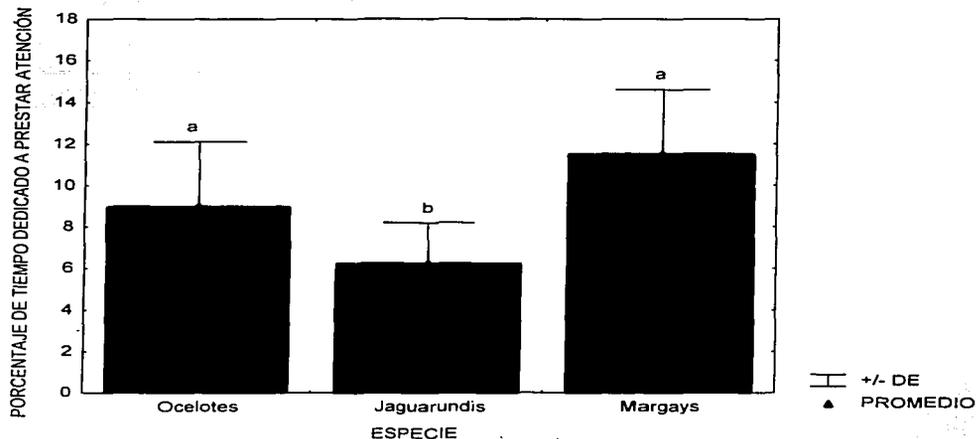
#### a) Diferencias conductuales y de cortisol fecal entre ocelotes, margays y jaguarundis

Al comparar la proporción del tiempo dedicado a las diferentes categorías de conducta individual en las tres especies de felinos, durante las observaciones de 24 horas, hubo algunas diferencias significativas (Kruskal-Wallis,  $H=.17$ ,  $p<0.05$ ). El cuadro 3 incluye los resultados para cada conducta:

Conducta Individual (Porcentaje)	Ocelotes n=14 Promedio (±DE)	Margays n=7 Promedio (±DE)	Jaguarundis n=13 Promedio (±DE)	Valor de H	Valor de P
Locomoción	17.4 (±7.0)	17.4 (±10.5)	16.7 (±7.6)	2.0	0.91
Estereotipias	4.2 (±5.0)	2.0 (±1.5)	2.3 (±2.5)	1.3	0.52
Prestar atención	9.0 (±3.1)	11.5 (±3.1)	6.3(±2.0)	10.1	0.05*
Descanso	48.0 (±7.4)	45.9 (±11.2)	57.3 (±11.9)	4.9	0.08
Exploración	9.2 (±3.5)	8.8 (±1.9)	5.6 (±2.4)	8.7	0.01*
Consumo	2.9 (±1.2)	3.9 (±0.8)	3.1 (±1.5)	2.9	0.2
Cuidado corporal	8.9 (±3.1)	10.4 (±2.6)	8.7 (±2.9)	1.6	0.44

**Cuadro 3:** Comparación de la proporción del tiempo dedicado a las diferentes categorías de conducta individual para las tres especies de felinos (n=14 ocelotes, 7 margays y 13 jaguarundis) durante las observaciones de 24 horas (Para una determinada conducta, los valores marcados con (\*) son estadísticamente diferentes en las distintas especies, Kruskal-Wallis  $P < 0.05$ )

Los margays y ocelotes dedicaron un porcentaje de tiempo mayor a prestar atención, que el tiempo que dedicaron los jaguarundis (11.5% ±3.1, 9.0% ±3.1 y 6.3% ±2.0, respectivamente; Mann-Whitney,  $U=38.2$ ,  $P < 0.05$  Figura 3). También, los ocelotes y margays dedicaron una mayor proporción de tiempo a la conducta de exploración, que el tiempo que dedicaron los jaguarundis (8.8%±1.9, 9.2%±3.5 y 5.6%±2.4, respectivamente; Mann-Whitney,  $U=47.6$ ,  $P < 0.05$ ). No se encontraron diferencias significativas al comparar las otras categorías de conducta individual entre las tres especies.

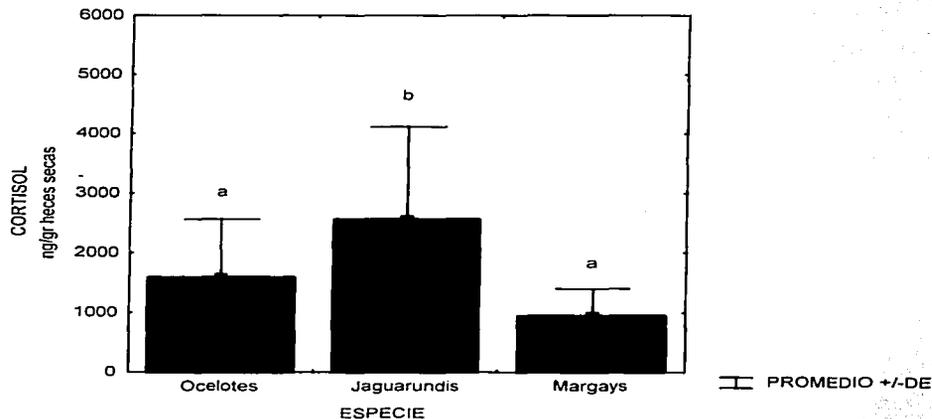


**Figura 3:** Comparación de la proporción del tiempo promedio dedicado a la conducta individual de prestar atención entre las tres especies de felinos (n=14 ocelotes, 7 margays y 13 jaguarundis) durante las observaciones de 24 horas. (Diferentes literales reflejan diferencias estadísticas, Mann-Whitney  $P < 0.05$ ).

Al hacer las comparaciones de los niveles de metabolitos fecales de cortisol, se encontró que los jaguarundis tuvieron niveles mayores que los ocelotes, y los margays (Kruskal-Wallis;  $H=8.5$ ,  $df=2$ ;  $p < 0.05$ ). Los jaguarundis tuvieron en promedio  $2.696 (\pm 1.123; n=117, 9$  muestras de 13 animales), los ocelotes  $1.561 (\pm 1.514; n=126, 9$  muestras de 14 animales) y los margays  $870 (\pm 772; n=63, 9$  muestras de 7 animales) ng/gr heces secas (Mann-Whitney;  $U=17$ ,  $p < 0.05$  Figura 4).

Al analizar todas las muestras de cada especie, se identificó aquella con el valor más bajo y la del valor más alto, estableciéndose como los mínimos y máximos para estos animales. Los valores mínimos y máximos en

cada especie también fueron diferentes: ocelotes (118 y 6.062 ng/gr heces secas), margays (115 y 3540 ng/gr heces secas) y jaguarundis (303 y 10.424 ng/gr heces secas), respectivamente (Kruskal-Wallis;  $H=5.9$ ,  $df=2$ ,  $p<0.05$ ).



**Figura 4:** Niveles promedio ( $\pm$ DE) de metabolitos fecales de cortisol (ng/gr heces secas) en ocelotes ( $n=14$ ), margays ( $n=7$ ) y jaguarundis ( $n=13$ ) mantenidos en cautiverio. de cada animal se analizaron 9 muestras. (Diferentes literales indican diferencias estadísticas, Mann-Whitney  $P<0.05$ ).

Con base en las diferencias encontradas entre especies, tanto en conducta individual como en cortisol fecal, el análisis del efecto de las diferentes variables individuales y del albergue se realizó por separado para los ocelotes, margays y jaguarundis.

TESTES CON  
FALLA DE ORIGEN

b) Comparación entre sexos de la proporción del tiempo de los estados de comportamiento individual y de los niveles de cortisol fecal para ocelotes, margays y jaguarundis

Al hacer la comparación entre los sexos de cada una de las especies, se encontraron los siguientes valores promedio para cada una de las categorías de conducta individual y cortisol fecal (H=hembra y M=macho):

<b>Conducta (Porcentaje promedio±DE)</b>	<b>Ocelote H (n=4)</b>	<b>Ocelote M (n=10)</b>	<b>Jaguarundi H (n=4)</b>	<b>Jaguarundi M (n=9)</b>	<b>Margay H (n=3)</b>	<b>Margay M (n=4)</b>
Locomoción	16.8(±10.8)	17.7(±5.7)	19.3(±10.1)	16.4(±6.3)	14.6(±10.6)	21.7(±12.5)
Estereotipia	7.5 (±8.5)	2.8(±2.4)	2.2(±2.6)	1.8(±1.7)	2.1(±2.0)	2.0(±0.1)
Prestar atención	7.7(±2.8)	9.5(±3.2)	6.4(±2.6)	6.0(±1.8)	12.0(±3.7)	10.8(±2.9)
Descanso	46.3(±5.7)	48.7(±8.2)	55.5(±15.3)	57.8(±11.7)	48.8(±12.3)	41.6(±11.8)
Exploración	9.2(±4.2)	9.2(±3.4)	5.9(±3.0)	5.5(±2.4)	7.6(±1.3)	10.6(±0.5)
Consumo	2.8(±1.5)	3.0(±1.2)	2.6(±0.6)	3.3(±1.9)	4.1(±1.0)	3.5(±0.4)
Cuidado corporal	8.1 (±2.9)	9.2 (±3.3)	8.1 (±2.6)	9.3 (±3.3)	10.8 (±3.3)	9.9 (±2.3)
Cortisol (ng/gr heces secas)	1.497.4 (±542.6)	1.630.3 (±1.100.3)	1.837.3 (±1.215.0)	3.218.2 (±1.536.9)	680.9 (±163.2)	765.8 (±367.9)

Al hacer las comparaciones entre las hembras y los machos, para cada una de las especies por separado, no se encontraron diferencias significativas para la proporción del tiempo dedicado a las diferentes categorías de conducta individual y metabolitos fecales de cortisol (Mann-Whitney U=6.0 p>0.05). Con base en estos resultados, no se consideraron como dos grupos separados para la evaluación del efecto del tipo de albergues.

c) Comparación de la proporción del tiempo de los estados de comportamiento individual y de los niveles de cortisol fecal entre individuos que fueron mascotas y no fueron mascotas para ocelotes, margays y jaguarundis

Al hacer la comparación entre el origen de cada uno de los ocelotes, margays o jaguarundis, se encontraron los siguientes valores promedio en cada una de las categorías de conducta individual y cortisol fecal (M=mascota y NM=no mascota):

Conducta (Porcentaje promedio $\pm$ DE)	Ocelote M (n=7)	Ocelote NM (n=7)	Jaguarundi M (n=8)	Jaguarundi NM (n=5)	Margay M (n=4)	Margay NM (n=3)
Locomoción	20.1( $\pm$ 5.5)	13.8( $\pm$ 7.8)	12.8( $\pm$ 4.4)	24.5( $\pm$ 6.7)	10.0( $\pm$ 3.0)	28.6( $\pm$ 2.7)
Estereotipia	3.9 ( $\pm$ 5.8)	4.5( $\pm$ 4.1)	3.0( $\pm$ 2.8)	0.9( $\pm$ 0.6)	2.7( $\pm$ 1.3)	1.0( $\pm$ 1.4)
Prestar atención	8.2( $\pm$ 2.8)	10.0( $\pm$ 3.4)	5.8( $\pm$ 1.9)	7.1( $\pm$ 1.9)	12.5( $\pm$ 3.7)	10.1( $\pm$ 1.9)
Descanso	45.9( $\pm$ 8.0)	50.9( $\pm$ 6.0)	62.4( $\pm$ 9.6)	47.1( $\pm$ 9.7)	52.9( $\pm$ 8.0)	35.5( $\pm$ 3.1)
Exploración	10.3( $\pm$ 4.1)	7.6( $\pm$ 1.7)	4.7( $\pm$ 1.7)	7.6( $\pm$ 2.6)	8.5( $\pm$ 2.4)	9.3( $\pm$ 1.3)
Consumo	2.7( $\pm$ 1.6)	3.1 ( $\pm$ 0.6)	3.4( $\pm$ 1.8)	2.6( $\pm$ 0.3)	4.1( $\pm$ 1.0)	3.5( $\pm$ 0.4)
Cuidado corporal	8.8( $\pm$ 3.9)	8.9 ( $\pm$ 2.1)	7.9( $\pm$ 3.1)	10.2( $\pm$ 1.9)	9.4( $\pm$ 3.1)	12.0( $\pm$ 0.7)
Cortisol (ng/gr heces secas)	1,745.5 ( $\pm$ 864.9)	1,388.0 ( $\pm$ 1,109.5)	3,221.4 ( $\pm$ 1,459.0)	1,444.4 ( $\pm$ 614.1)	635.2 ( $\pm$ 195.3)	834.3 ( $\pm$ 271.0)

Al hacer las comparaciones para cada especie entre los animales que fueron mascotas antes de llegar a la colección zoológica y los que llegaron directamente después de haber sido capturados de vida libre, no se encontraron diferencias significativas para la proporción del tiempo dedicado a las diferentes categorías de conducta individual y metabolitos fecales de cortisol (Mann-Whitney,  $p>0.05$ ). Con base en estos resultados,

no se consideraron como dos grupos separados para la evaluación del efecto del tipo de albergues.

**Efecto del tipo de albergue sobre la proporción del tiempo en estados de conducta individual y niveles de cortisol fecal:**

a) Comparación de conductas y de cortisol fecal entre ocelotes, margays y jaguarundis mantenidos en albergues simples y fuera de exhibición o complejos y en exhibición al público

Para comparar el efecto del tipo de albergue, en cada una de las tres especies, se consideraron dos categorías: los complejos que además estaban en exhibición al público y los de tipo simple que además estaban fuera de exhibición al público. No fue posible comparar estas dos variables por separado, ya que no había exhibidores complejos fuera de exhibición, o viceversa.

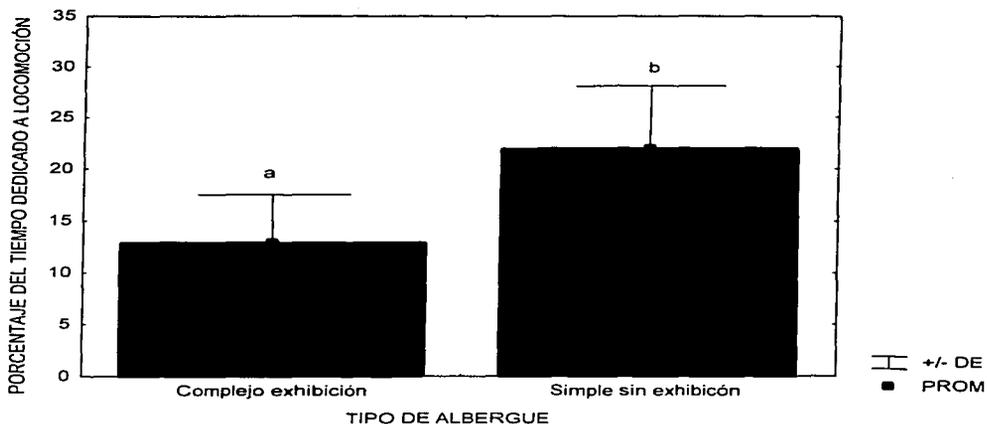
Al hacer la comparación entre el tipo de albergue de cada uno de los ocelotes, margays o jaguarundis, se encontraron los siguientes valores promedio para cada una de las categorías de conducta individual y cortisol fecal (C=complejo y S=simple):

TRABAJO CON  
FALLA DE ORIGEN

Conducta (Porcentaje promedio $\pm$ DE)	Ocelote C (n=7)	Ocelote S (n=7)	Jaguarundi C (n=10)	Jaguarundi S (n=3)	Margay C (n=4)	Margay S (n=5)
Locomoción	22.0( $\pm$ 16.1)	12.8( $\pm$ 4.7)	12.5( $\pm$ 5.3)	15.3( $\pm$ 8.2)	21.4( $\pm$ 12.7)	11.5( $\pm$ 1.8)
Estereotipia	3.6 ( $\pm$ 6.4)	4.7( $\pm$ 3.5)	4.1(2.2)	1.9( $\pm$ 2.3)	2.1( $\pm$ 2.1)	1.9( $\pm$ 0.1)
Prestar atención	7.6( $\pm$ 2.4)	10.4( $\pm$ 3.2)	5.5( $\pm$ 2.8)	6.5( $\pm$ 2.0)	9.6( $\pm$ 1.6)	14.4( $\pm$ 2.3)
Descanso	45.0( $\pm$ 8.3)	51.1( $\pm$ 5.4)	52.2( $\pm$ 20.1)	52.7( $\pm$ 18.0)	44.3( $\pm$ 15.5)	46.8( $\pm$ 2.3)
Exploración	10.0( $\pm$ 4.4)	8.4( $\pm$ 2.2)	4.9( $\pm$ 2.0)	5.6( $\pm$ 2.5)	8.3( $\pm$ 2.1)	9.6( $\pm$ 1.8)
Consumo	2.4( $\pm$ 1.3)	3.4( $\pm$ 1.0)	3.0( $\pm$ 2.0)	3.1( $\pm$ 1.2)	4.1( $\pm$ 1.1)	3.5( $\pm$ 0.5)
Cuidado corporal	9.4( $\pm$ 4.2)	8.4 ( $\pm$ 1.7)	6.3( $\pm$ 3.2)	8.3( $\pm$ 3.0)	10.3( $\pm$ 2.9)	10.6( $\pm$ 3.2)
Cortisol (ng/gr heces secas)	1,930.4 ( $\pm$ 799.3)	1,254.2 ( $\pm$ 1,032.4)	2,670.0 ( $\pm$ 1,329.3.0)	2,320.0 ( $\pm$ 1,501.4)	736.2 ( $\pm$ 256.1)	682.7 ( $\pm$ 250.4)

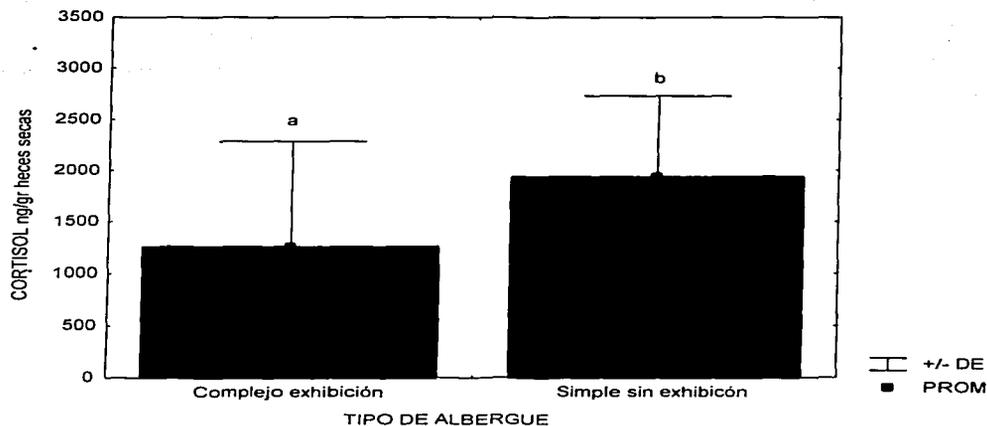
Al hacer las comparaciones de acuerdo al tipo de albergue de los ocelotes, margays o jaguarundis, no se encontraron diferencias significativas para la proporción del tiempo dedicado a las diferentes categorías de conducta individual y metabolitos fecales de cortisol (Mann-Whitney,  $p > 0.05$ ), para los margays y jaguarundis. En el caso de los ocelotes, hubo diferencias en la proporción del tiempo dedicado a locomoción y los niveles de cortisol, que fueron mayores en los albergues complejos y de exhibición, en comparación con los albergues simples y fuera de exhibición. La proporción del tiempo dedicado a locomoción en los ocelotes mantenidos en albergues complejos y en exhibición al público fue de 22%  $\pm$ 6.1 y del 12.8%  $\pm$ 4.7 en los albergues simples (Mann-Whitney,  $U=5$ ,  $n=7$ ,  $p < 0.05$ , Figura 5).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**Figura 5:** Comparación de la proporción del tiempo promedio dedicado a la conducta individual de locomoción en los ocelotes mantenidos en albergues complejos (n=7) o simples (n=7) (Diferentes literales reflejan diferencias estadísticas, Mann-Whitney  $P < 0.05$ ).

Los ocelotes mantenidos en albergues complejos y en exhibición tuvieron valores mayores de cortisol que los de albergues simples y fuera de exhibición ( $1,930.4 \pm 799.3$  y  $1,254.2 \pm 1,032.4$  ng/gr de heces secas, respectivamente; Mann-Whitney,  $U=8$ ,  $p < 0.05$ , Figura 6).



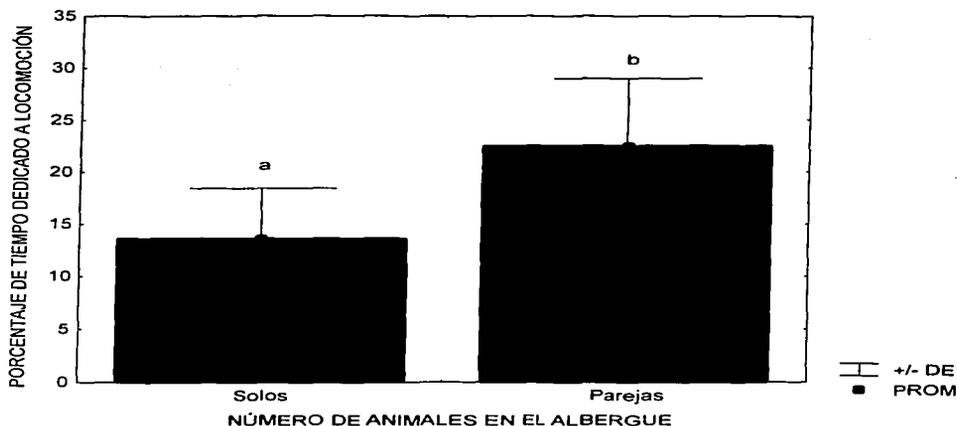
**Figura 6:** Niveles promedio ( $\pm$ DE) de metabolitos fecales de cortisol (ng/gr heces secas) en ocelotes mantenidos en albergues complejos (n=7) y simples (n=7). (Diferentes literales reflejan diferencias estadísticas, Mann-Whitney  $P < 0.05$ ).

b) Comparación de conductas y de cortisol fecal entre ocelotes, margays y jaguarundis de acuerdo al número de animales en el albergue

Al comparar el efecto del número de animales que era mantenido en un mismo albergue, se encontraron los siguientes valores promedio para cada una de las categorías de conducta individual y cortisol fecal (S=solo y P=pareja y G=grupo):

Conducta (Porcentaje promedio $\pm$ DE)	Ocelote S (n=8)	Ocelote P (n=6)	Jaguarundi P (n=4)	Jaguarundi G (n=8)	Margay S (n=3)	Margay P (n=4)
Locomoción	13.6( $\pm$ 4.8)	22.5( $\pm$ 6.5)	9.8( $\pm$ 3.4)	20.0( $\pm$ 7.3)	10.0( $\pm$ 3.0)	28.6( $\pm$ 2.7)
Estereotipia	4.1 ( $\pm$ 3.6)	4.2( $\pm$ 6.8)	4.4( $\pm$ 3.2)	1.0( $\pm$ 1.1)	2.7( $\pm$ 1.3)	1.0( $\pm$ 1.4)
Prestar atención	9.8( $\pm$ 3.4)	7.9( $\pm$ 2.5)	5.3( $\pm$ 1.9)	6.3( $\pm$ 1.7)	12.5( $\pm$ 3.7)	10.1( $\pm$ 1.9)
Descanso	50.5( $\pm$ 5.2)	44.7( $\pm$ 9.0)	67.6( $\pm$ 4.3)	53.8( $\pm$ 11.0)	52.9( $\pm$ 8.0)	35.5( $\pm$ 3.1)
Exploración	8.6( $\pm$ 2.1)	9.9( $\pm$ 4.8)	4.6( $\pm$ 0.9)	5.9( $\pm$ 2.8)	8.5( $\pm$ 2.4)	9.3( $\pm$ 1.3)
Consumo	3.2( $\pm$ 1.1)	2.6( $\pm$ 1.4)	3.2( $\pm$ 1.9)	2.7( $\pm$ 0.6)	4.1( $\pm$ 1.0)	3.5( $\pm$ 0.4)
Cuidado corporal	9.3( $\pm$ 3.2)	8.2( $\pm$ 3.2)	5.1( $\pm$ 1.2)	10.3( $\pm$ 1.4)	9.4( $\pm$ 3.1)	12.0( $\pm$ 0.7)
Cortisol (ng/gr heces secas)	1.400.2 ( $\pm$ 1.041.3)	1.848.4 ( $\pm$ 842.8)	3.665.1 ( $\pm$ 1.470.2)	2.117.2 ( $\pm$ 1.386.1)	635.2 ( $\pm$ 195.3)	834.3 ( $\pm$ 271.0)

Al hacer las comparaciones de acuerdo al número de animales mantenidos en un albergue para los ocelotes, margays o jaguarundis, no se encontraron diferencias significativas para la proporción del tiempo dedicado a las diferentes categorías de conducta individual y metabolitos fecales de cortisol (Mann-Whitney U=2.5 p>0.05), para los margays y jaguarundis. En el caso de los ocelotes, solo hubo diferencias en la proporción del tiempo dedicado a locomoción que fue mayor en los animales mantenidos en parejas, en comparación con los ocelotes mantenidos solos (22.5%  $\pm$ 6.5 y del 13.6%  $\pm$ 4.8, n= 8 y 6, respectivamente; Mann-Whitney, U=7, p<0.05, Figura 7).



**Figura 7:** Comparación de la proporción del tiempo promedio dedicado a la conducta individual de locomoción en los ocelotes mantenidos solos ( $n=8$ ) o en pareja ( $n=6$ ) (Diferentes literales reflejan diferencias estadísticas, Mann-Whitney  $P<0.05$ ).

**Relación de la actividad del eje hipotálamo-hipófisis-corteza adrenal con la proporción del tiempo en estados de conducta individual de los felinos pequeños mantenidos en cautiverio**

Ningún comportamiento en los ocelotes, margays o jaguarundis tuvo alguna relación significativa con los valores de cortisol fecal ( $p>0.05$ ).

**DISCUSIÓN**

Al comparar los promedios de tiempo que los animales dedicaron a las diferentes categorías de conducta individual entre las observaciones durante el horario de exhibición y las 24 horas del día, los resultados obtenidos fueron similares. La conducta a la que se le dedicó la mayor parte del tiempo fue a la inactividad, lo cual concuerda con lo reportado

por otros autores que han hecho evaluaciones similares durante las 24 horas del día en gatos leopardo (Carlstead 1993a), panteras nebulosas (Wielebnowsky et al., 1999) y ocelotes (Weller y Bennett 2001) y en las evaluaciones realizadas durante el horario de exhibición en guepardos (Caro 1993), leones (Carey y Farnsworth 1983) y leopardos (Markowitz 1995). En los estudios de Mellen et al., (1998 a y b) se reporta que durante las horas de luz en las que hizo sus observaciones de conducta reproductiva, todas las especies de felinos pequeños sólo estuvieron activas alrededor del 43% del tiempo.

Los patrones de actividad para felinos pequeños americanos en estudios con radio telemetría en vida libre (Caso 1994, Gomes de Oliveira 1994) reportan que estos pasan alrededor del 60% de las horas de luz inactivos, modificándose de acuerdo a la disponibilidad de recursos y requerimientos energéticos del animal. La falta de actividad en vida libre puede explicarse como una estrategia adaptativa, ya que estos periodos pueden ser esenciales para digestión, conservación de energía o evitar depredadores. Los animales ajustan sus patrones de actividad de acuerdo al costo de las diferentes actividades (Dawkins 1990). Las similitudes observadas entre los animales silvestres y aquellos mantenidos en cautiverio pueden indicar que el patrón de actividad se encuentra en gran parte fijo y que los esfuerzos para incrementarlo podrían ser no solo inútiles, sino contrarios a lo natural (Mellen et al., 1998).

Los estudios de campo consideran a los jaguarundis como especies crepusculares o diurnas y a los ocelotes o margays, como crepusculares o nocturnos (Emmons 1989, Álvarez del Toro 1991, Caso 1994, Gomes de Oliveira 1994). Al comparar el tiempo activo de cada una de las especies entre la noche y el día, se encontraron diferencias que apoyan la hipótesis

de que el patrón de actividad diurno, crepuscular o nocturno de los felinos pequeños se impone en el cautiverio, aún cuando las actividades diarias de manejo, como la alimentación, salida al exhibidor, etc., se realizan en horas de luz de día. Esto mismo fue reportado por Weller y Bennett (2001), en donde los 6 ocelotes de su estudio se mantuvieron activos durante la noche, a pesar de las actividades de manejo durante las horas luz en los zoológicos.

El patrón de actividad de una especie es considerado como una adaptación a los estímulos del ambiente (Beltrán y Delibes, 1994) y es un elemento importante para entender el comportamiento; pero también para tener éxito en el manejo en cautiverio de estas especies (Kleiman, 1994a). El patrón de actividad en los ocelotes y margays silvestres se relaciona con el amanecer y atardecer (Emmons 1989, Caso 1994, Gomes de Oliveira 1994), con un corto periodo de descanso en la noche y uno mayor alrededor del mediodía; siendo activos entre el 52 y 92 % de las horas de la noche, dependiendo de la disponibilidad de recursos alimenticios y el éxito para capturarlos. Los animales de este estudio fueron menos activos durante la noche que lo reportado en vida libre; pero en estos animales la ración diaria era proporcionada y consumida durante el día y la falta de necesidad para buscar y cazar su alimento puede ser la causa de la menor actividad nocturna en cautiverio.

Los resultados encontrados en este trabajo también pueden ayudar a explicar porque especies como los ocelotes y margays son consideradas poco llamativas para muchas colecciones zoológicas (Mellen et al., 1998), ya que permanecen inactivos durante la mayor parte del tiempo que están en exhibición al público, a pesar de realizar las actividades de limpieza y alimentación durante esas horas.

Uno de los resultados que destaca de estas evaluaciones conductuales fue que todos los felinos dedicaron alguna proporción del día a la conducta estereotipada de locomoción. En muchas especies de carnívoros mantenidos en cautiverio se considera que las estereotipias de locomoción son el resultado de la frustración por no poder expresar conductas de forrajeo y depredación (Mellen 1989, Shepherdson 1993), especialmente en las fases de apetito, búsqueda y localización de la presa (Hughes y Duncan, 1988). En vida libre los felinos pequeños cazan con base a dos estrategias: patrullar su ámbito hogareño hasta que encuentran alguna presa (Emmons 1987) o esperar para emboscar a la presa asechándola (Lindburg 1988). Debido a que la mayoría de las presas que obtienen son pequeñas, estos felinos generalmente repiten la secuencia para adquirir el alimento varias veces al día (Gomes de Oliveira 1994). Hughes y Duncan (1988) sugieren que en los animales de los zoológicos la motivación para llevar a cabo conductas de forrajeo permanece alta y que ésta motivación, cuando se le remueven sus consecuencias funcionales, puede atrapar al animal en una retroalimentación de vía corta, en donde la conducta se presenta más frecuentemente en un patrón estereotipado. Esto parece concordar con lo que se encontró para el presente estudio, ya que el hecho de que las estereotipias aumentaran antes de la alimentación podría sugerir que están asociadas a conductas de anticipación y frustración por el esquema rígido de alimentación que se desarrolla en los zoológicos.

También se ha propuesto que las conductas estereotipadas podrían ser un mecanismo para enfrentar el estrés ante la frustración desarrollada por no poder llevar a cabo otro tipo de conductas (Mason 1991). Parece que el tipo de albergue influye en la forma que se desarrolla la estereotipia. Por ejemplo, Carlstead (1993a) evaluó el tiempo que gatos leopardo

dedicaban a estas conductas y encontró que disminuía cuando los animales tenían la opción de esconderse. Sin embargo, las estereotipias también pueden desarrollarse en albergues complejos que ofrecen oportunidad de esconderse (Mellen 1989, 1998). Esto podría significar que el factor causal de las estereotipias en los felinos varía: en algunos casos puede ser el resultado de la motivación por buscar comida o patrullar el territorio y en otros casos, puede relacionarse con la tensión asociada por no poder esconderse.

Sin embargo, los resultados de esta investigación también sugieren que los patrones de actividad motivados por el apetito y las tendencias al patrullaje del ámbito hogareño pueden resultar demasiado rígidos y repetitivos en un albergue pequeño, poco complejo (Carey y Farnsworth 1983; Lyons et al., 1997). Los mayoría de los felinos de este estudio desarrollaban las estereotipias en el perímetro de su albergue y habría dos factores que apoyarían la hipótesis de que son la expresión de conductas alimenticias frustradas: una gran proporción de ellas se presentaba previo al horario de alimentación y eran suspendidas en cuanto los animales recibían cualquier tipo de estímulo que se relacionara con la presencia del guardanimales.

Con base en los resultados de este estudio, se consideró que las evaluaciones conductuales durante las 24 horas del día reflejaban mejor lo que ocurre con estas especies cuando son mantenidas en cautiverio y serían las que se utilizarían en el resto del proyecto de investigación.

Las diferencias encontradas en la concentración basal promedio de los metabolitos fecales de cortisol entre los ocelotes, margays y jaguarundis concuerda con lo reportado por Stillwell et al., (1996) quienes encontraron diferencias en los niveles de cortisol entre especies cuando compararon

guepardos, leopardos de las nieves, tigres, gatos de Pallas y ocelotes. También concuerda con las diferencias descritas por Morais et al., (1997) cuando compararon los valores para ocelotes, margays y tigrinas.

En los valores descritos para ocelotes, Stillwell et al., (1996) reportan un valor promedio de  $302 \pm 63$   $\mu\text{g/g}$  de heces secas y Morais (1997) reporta para la especie valores promedio de  $424 \pm 431$   $\text{ng/gr}$  heces y para los margays de  $1,215 \pm 1,266$   $\text{ng/gr}$  de heces. Estos datos están reportados en  $\text{ng/gr}$  de heces húmedas y esto podría explicar que los valores promedio fueran menores que los encontrados en este trabajo.

En este trabajo los jaguarundis presentaron los valores promedio más altos de metabolitos fecales de cortisol. En el estudio de Nogueira y Silva (1997) donde evaluaron el efecto de la anestesia sobre los valores plasmáticos de cortisol en jaguares, tigrinas, pumas, ocelotes y jaguarundis, reportan que los pumas fueron la especie con los valores mayores ( $670 \pm 118$   $\text{nmol/l}$ ) y en segundo lugar los jaguarundis ( $480 \pm 83$   $\text{nmol/l}$ ). Carlstead (1992), en un estudio donde evaluó el impacto sobre el nivel de metabolitos urinarios de cortisol al mover a diferentes especies de felinos a albergues nuevos, reporta que los dos pumas presentaron valores mucho mayores que gatos leopardo y gatos de Geoffroy.

Las variaciones reportadas entre especies podrían atribuirse a diferencias en las rutas metabólicas, las enzimas o la flora intestinal presentes en cada una de ellas; sin embargo, también es necesario considerar que podría deberse a una activación más rápida del eje HHA o una mayor sensibilidad a estímulos ambientales que provocan la activación de la corteza adrenal. Todas estas variables aún requieren ser investigadas en las diferentes especies de felinos silvestres; pero destaca el

hecho de que los jaguarundis y pumas, dos especies de felinos americanos con una relación filogenética y evolutiva (Wayne, 1989; Shoemaker 1998) que los incluye en el linaje Panthera; tengan valores mayores que los ocelotes y margays, que se encuentran dentro del linaje evolutivo Ocelote. Las especies con valores mayores de cortisol podrían ser más sensibles a las condiciones asociadas a su mantenimiento en cautiverio.

Otra explicación podría relacionarse con el patrón de actividad diurno y crepuscular en los jaguarundis (Konecny 1989, Caso 1994) en comparación con los hábitos crepusculares y nocturnos de ocelotes y margays (Tewes 1986, Ludlow and Sundquist, 1987, Konecny 1989, Caso 1994, Gomes de Oliveira 1994). La secreción diaria de cortisol presenta un ciclo circadiano, con el mayor pico previo a iniciar la mayor actividad del día, con lo que las especies diurnas lo secretan por la madrugada (Friend 1991, Shille 1992, Kvetnansky et al., 1995). En este trabajo, todas las muestras de heces que se trabajaron fueron colectadas por la mañana, durante la limpieza diaria del albergue y cabría la posibilidad de que estas reflejaran el pico de circulación sanguínea que se presentaría en la madrugada en los jaguarundis, si es que fuera suficiente el tiempo para pasar al tracto digestivo y reflejarse en las heces de la mañana. Hasta el momento se ha asumido que la determinación de metabolitos fecales de esteroides representa un valor promedio de la actividad hormonal a lo largo de varias horas, lo que modera las variaciones producidas por los pulsos o ciclos naturales en la secreción de la hormona (Schwarzenberger et al., 1996, Wasser et al., 2000). Para poder evaluar si este es el factor al que se debe la diferencia entre especies sería necesario determinar el número de veces que estos felinos defecan en 24 horas del día, coleccionar todas estas muestras, a lo largo de varios días, y verificar si se refleja en ellas el pico diario de secreción.

Por otro lado, si las diferencias fueran producidas por una característica de la especie asociada el patrón de actividad diurno, en comparación con el patrón de actividad nocturno de los ocelotes y margays, se esperaría que los jaguarundis tuvieran valores menores al ser sometidos a la rutina diurna de manejo en las colecciones zoológicas (limpieza, alimentación, exhibición) y que los ocelotes y margays tuvieran valores mayores de cortisol.

En el caso de que las diferencias en los niveles de cortisol estuvieran asociadas al impacto causado por la presencia del público en las colecciones zoológicas, se esperaría que los jaguarundis fueran más tolerantes a las condiciones de cautiverio y respondieran con menor actividad adrenal basal porque existen más reportes de avistamientos de jaguarundis silvestres en áreas perturbadas o cercanas a la población humana, que de ocelotes o margays que se avistan generalmente en zonas de buena cobertura vegetal (Emmons 1989, Álvarez del Toro 1991, Caso 1994, Gomes de Oliveira 1994). La causa del mayor nivel de cortisol en los jaguarundis que en los ocelotes y margays es un área que aún requiere de ser investigada.

En concordancia con lo reportado en otros estudios, hubo diferencias en la concentración de metabolitos fecales de cortisol entre animales, a pesar de haber tratado de controlar algunas de las variables que pueden provocar este efecto. Por ejemplo, cuando se hacen evaluaciones a partir de muestras de heces se recomienda colectarlas siempre a la misma hora, para evitar las variaciones circadianas en el valor de cortisol. Además, debe considerarse el tiempo promedio en que las variaciones en los niveles sanguíneos se reflejan en heces y también es

necesario tomar en cuenta el tiempo de tránsito gastrointestinal y los factores que lo alteran como diarrea, constipación o incluso tratamientos con antibióticos u otros fármacos que modifiquen la flora bacteriana intestinal (Graham y Brown 1996, Schatz y Palme 2001). Para controlar estas variaciones, se sugiere incluir periodos de muestreo previos para obtener los valores basales en los diseños experimentales, de manera que cada animal sirva como su propio control.

Estudios realizados en diferentes especies animales han mostrado diferencias significativas en la concentración y metabolismo de los esteroides entre hembras y machos. Graham y Brown (1996) y Schatz y Palme (2001) reportaron que en gatos domésticos los valores promedio de metabolitos de cortisol fecal eran mayores en las hembras; mientras que en un estudio realizado en humanos, Shamim et al., (2000) reportan valores mayores en los hombres en comparación con las mujeres. En este trabajo la falta de diferencia significativa entre sexos podría ser explicado por la gran variación individual o porque los niveles que se determinaron no son basales, ya que todos los animales están expuestos al cautiverio y esto puede estar enmascarando posibles diferencias entre sexos.

La medición de metabolitos fecales de cortisol puede ser utilizada para evaluar el impacto de diferentes técnicas de manejo o mantenimiento de los animales, a través de la obtención de muestras de manera no invasiva (Terio, 1999; Wasser et al., 2000; Wielebnowsky et al., 2002). El nivel de cortisol solo fue mayor en los ocelotes mantenidos en albergues complejos y de exhibición al público, en comparación a cuando eran mantenidos en albergues simples y fuera de exhibición. En estos mismos animales también fue mayor la proporción del tiempo dedicado a locomoción, y probablemente la actividad física generada por la

locomoción podría explicar el aumento en el valor de cortisol para estos animales. Los albergues complejos, al tener más espacio físico permiten que el individuo dedique una mayor proporción del tiempo a conductas de actividad como locomoción. Sin embargo, en este trabajo no fue posible evaluar por separado el efecto de la complejidad del albergue y la exhibición al público y esto podría ser la causa de que en las otras dos especies no se tengan resultados similares.

Con respecto a los resultados encontrados en cada una de las tres especies de felinos para las categorías de conducta individual, destaca el hecho de que los ocelotes y margays dedicaran mayor proporción del tiempo a exploración y prestar atención que el que dedicaron los jaguarundis. Esto podría asociarse a que el horario de limpieza, manejo y alimentación se realiza durante las horas de luz del día, a pesar de ser especies de hábitos crepusculares y nocturnos; provocando una mayor actividad general que en los jaguarundis que son de hábitos diurnos y todas las rutinas diarias son en ese mismo horario. Los ocelotes y margays silvestres pasan alrededor del 60% o más de las horas de luz inactivos; pero esto puede modificarse por la estación, la disponibilidad de recursos, las condiciones climáticas, la presencia de humanos, su estado reproductivo, etc. (Tewes 1986, Ludlow y Sundquist 1987, Caso 1994 y Gomes de Oliveira 1994). Por otro lado, también podría deberse a que los ocelotes y margays generalmente se asocian a zonas con cobertura vegetal (Emmons 1989, Álvarez del Toro 1991, Caso 1994, Gomes de Oliveira 1994), y si los albergues no proporcionan suficientes espacios donde el animal pueda esconderse, podría reflejarse en un aumento de las conductas de prestar atención y exploración.

En este trabajo no se encontraron diferencias en los valores de cortisol y conducta individual al comparar a los animales que habían sido mascotas antes de llegar a la colección zoológica y los que no. Esto podría deberse a que en ambas categorías faltaba información con respecto a la edad y duración de esta condición previa al cautiverio, ocasionando diferencias que no pudieron ser determinadas. En el futuro, sería necesario evaluar el efecto de la separación temprana de la madre y el tipo de ambiente en el que se desarrollan las primeras semanas de vida de los felinos antes de llegar a la colección zoológica, o al nacimiento de estos animales en cautiverio. Existen evidencias en animales de laboratorio y gatos domésticos donde el destete temprano genera grandes diferencias en el comportamiento unas semanas después la separación temprana de la madre (Bateson y Young 1981, Levine et al., 1991; Bradshaw 1992; Mellen 1992; Levine 1994; Francis et al., 1999; Francis y Meaney 1999; Levine 2001). Incluso, se ha sugerido que los animales que crecen en ambientes socialmente deficientes podrían ser menos capaces de enfrentar estímulos nuevos y reproducirse (Carlstead y Shepherdson 1994). Mellen (1992) reportó que los gatos domésticos que no son criados por su madre tienen muchas dificultades para reproducirse y criar adecuadamente a sus cachorros.

Un resultado inesperado fue que los animales mantenidos en pareja o grupo no tuvieron más cortisol ni dedicaron mayor tiempo a estereotipias de locomoción, descanso o prestar atención que los que estaban solos. Los ocelotes, margays y jaguarundis son considerados como especies solitarias, donde el macho y la hembra solo permanecen juntos para la reproducción (Sandell 1989); sin embargo, a pesar de esto, los zoológicos rutinariamente los albergan en parejas o tríos (Mellen 1998; Mellen et al., 1998). Los principales factores que promueven que los felinos sean solitarios

son probablemente las características de las presas y el tipo de cacería, además de la falta de cuidado paterno hacia las crías. En los felinos en general, la abundancia y dispersión del alimento define la distribución espacial de las poblaciones silvestres de las hembras; mientras que, por lo menos en la época reproductiva, la distribución de las hembras define la de los machos (Sandell 1989, Caso 1994). Los resultados de este trabajo requieren de una investigación futura más detallada, para identificar si existe alguna condición como familiaridad, dominancia o edad que pudiera ser la condicionante, o si puede explicarse por plasticidad en la capacidad de sociabilización de la especie cuando no existe competencia por recursos visibles (Lindburg y Fitch-Snyder, 1994; Kleiman 1994). El hecho de que solo los ocelotes mantenidos en pareja dedicaron una mayor proporción de tiempo a locomoción que los ocelotes solos, podría explicarse porque durante la época del año que se realizaron las video grabaciones se inició la temporada reproductiva para la especie, observándose inclusive algunas conductas sexuales; lo cual no ocurrió con los jaguarundis ni con los margays.

Finalmente, la presencia y medición del tiempo dedicado a estereotipias ha sido propuesto como un indicador del nivel de bienestar (Broom 1988; Broom y Johnson 1993), asociando la presencia de las estereotipias con un nivel bajo. Sin embargo, algunos autores consideran que esta interpretación no está justificada; por ejemplo, Barnett y Hemsworth (1990) argumentan que debido a que las estereotipias están asociadas con aparentes cambios fisiológicos adaptativos "la realización de estas conductas puede ser un mecanismo que le ayude al animal a manejar exitosamente el conflicto o amenaza". Los resultados de este trabajo en donde no se encontró relación entre el nivel de metabolitos fecales de cortisol y la proporción del tiempo dedicado a estereotipias de

locomoción sugieren que es necesario evaluar el contexto en el que cada uno de los indicadores sugieren un nivel bajo de bienestar, aún cuando no se encuentre una asociación de los mismos. La variedad de repertorios con los que cuenta un animal para responder a diversas situaciones deberá tomarse en cuenta al tratar de evaluar las condiciones de un individuo en un momento determinado y ante un estímulo específico (Barnett y Hemsworth 1990). Si bien las diferentes especies de felinos pequeños son albergadas y manejadas de manera similar en cautiverio, éstas parecen responder utilizando distintas respuestas biológicas y en diferente magnitud ante los mismos estímulos.

### **CONCLUSIONES 3.1**

1. Existieron diferencias significativas en la proporción del tiempo dedicado a inactividad, exploración y cuidado corporal entre las observaciones realizadas durante el tiempo de exhibición y las 24 horas del día.
2. La conducta a la que dedicaron mayor proporción del tiempo todos los felinos fue inactividad. Las similitudes observadas entre los niveles de actividad reportados para los animales silvestres y los de los animales en cautiverio podrían indicar que el patrón de actividad de los felinos se encuentra en gran parte fijo.
3. La proporción del tiempo activo durante el día y la noche fue diferente entre las especies. Los jaguarundis estuvieron más activos durante el día que los ocelotes y margays. Durante la noche, los ocelotes y margays estuvieron más activos que los jaguarundis.
4. Esto felinos mantuvieron el patrón de actividad natural para la especie en cautiverio, a pesar de que las actividades diarias de manejo se realizaron durante las horas de luz del día.

### **CONCLUSIONES 3.2**

1. El nivel de cortisol (metabolitos fecales), y sus variaciones asociadas a actividad adrenal, puede ser evaluado utilizando esta prueba comercial de radioinmunoanálisis para corticosterona en ocelotes, margays y jaguarundis.

### **CONCLUSIONES 3.3**

1. Existieron diferencias significativas entre los ocelotes, margays y jaguarundis en la proporción del tiempo dedicado a las conductas de prestar atención y exploración, así como en los niveles de cortisol fecal.
2. Los jaguarundis mantenidos en cautiverio tuvieron niveles mayores de cortisol fecal que los ocelotes y margays.
3. No hubo diferencias en los niveles de cortisol entre hembras o machos de ocelotes, margays y jaguarundis.
4. No hubo diferencias en la proporción del tiempo dedicado a las diferentes categorías de conducta individual o en los niveles de cortisol fecal entre los animales que fueron mascotas antes de llegar al zoológico y los que no.
5. Los ocelotes mantenidos en albergues complejos y en exhibición al público tuvieron niveles mayores de cortisol fecal y dedicaron más tiempo a locomoción, que los ocelotes mantenidos en albergues simples y fuera de exhibición. No hubo diferencias en los margays o los jaguarundis.
6. Los ocelotes mantenidos en pareja dedicaron más tiempo a locomoción que los que estaban solos. No hubo diferencias en los margays o los jaguarundis.

Con base en los resultados de este estudio, todas las evaluaciones conductuales posteriores se realizaron incluyendo las 24 horas del día al considerar que reflejaban mejor lo que ocurre con estas especies cuando son mantenidas en cautiverio.

TESIS COM  
FALLA DE ORIGEN

## **CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DE METABOLITOS FECALES DE CORTISOL EN OCELOTES SILVESTRES Y SU COMPARACIÓN CON ANIMALES MANTENIDOS EN CAUTIVERIO**

### **OBJETIVO**

Comparar los valores de metabolitos fecales de cortisol entre ocelotes silvestres y animales mantenidos en zoológicos.

### **HIPÓTESIS**

Los valores de cortisol de ocelotes mantenidos en zoológicos son mayores que los de los animales silvestres.

### **MÉTODOS**

Para la evaluación de animales mantenidos en cautiverio se trabajó con 16 ocelotes adultos (5 hembras y 11 machos) que habían permanecido en las mismas instalaciones por más de seis meses. Estos felinos pertenecen a 3 diferentes colecciones zoológicas: A y B, ubicadas en el Distrito Federal y C en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. No se realizó ningún cambio en su rutina diaria de manejo o alimentación. La obtención de la muestra se realizó siempre por la mañana, durante la limpieza del albergue. Se obtuvieron 5 muestras individuales de heces, durante 1999, manteniéndolas en congelación hasta su evaluación en el laboratorio. En el caso de los albergues donde había más de un animal, se adicionó un colorante vegetal a la carne de uno de los felinos, para poder reconocer las heces de cada uno. Para cada individuo se obtuvo el valor promedio de cortisol ( $\pm$ DE) de las 5 muestras.

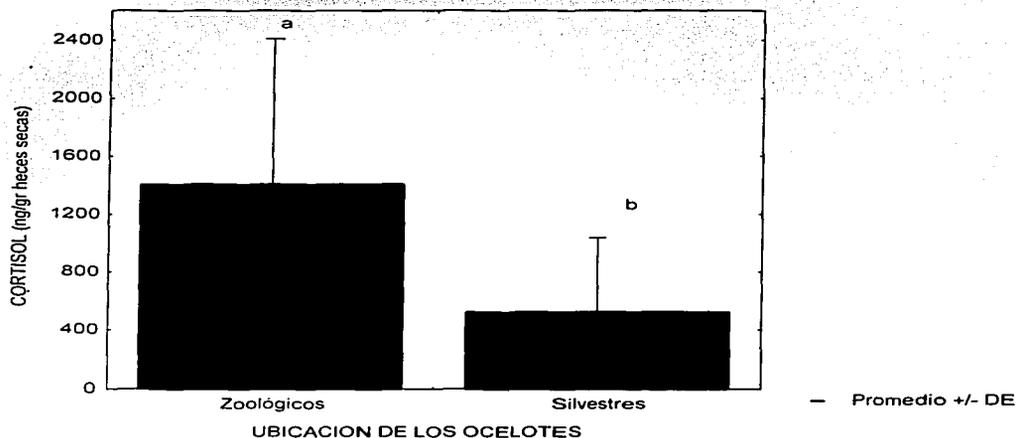
Para los ocelotes silvestres se evaluó una muestra de heces de 11 animales diferentes (5 hembras y 8 machos) que habían sido capturados por medio de las técnicas desarrolladas por Caso (1994) donde se utilizaron trampas de tipo caja Tomahawk cebadas con un pollo vivo, como parte de un proyecto sobre ámbito hogareño del ocelote en el noreste de México. Los trabajos de campo se realizaron entre 1997 y 1999. Las muestras de heces se colectaron frescas del piso de la trampa donde se capturó al animal, o directamente del recto una vez que estaba anestesiado. Cada muestra fue colocada en una bolsa de plástico e identificada especificando la fecha, individuo, sexo y lugar de captura. Todas las muestras se mantuvieron refrigeradas durante el manejo del animal y al finalizar se trasladaron a la estación para mantenerse en congelación (-4°C) hasta transportarlas al laboratorio de Fisiología del Cinvestav, IPN.

La determinación de los niveles de metabolitos de cortisol fecal se realizó mediante la técnica de Radioinmunoanálisis (RIA) después de secarlas y someterlas al protocolo de extracción con etanol y agua, modificado del desarrollado por Brown et al., (1993) y Graham y Brown en 1996 (Capítulo 3). Se utilizó una prueba comercial de fase sólida para la medición de corticosterona en suero de rata (Coat-A-Count, DPC®), marcada con  $^{125}\text{I}$ , con una sensibilidad de 5.7 ng/ml. Los resultados de metabolitos fecales de cortisol están expresados en ng/gr de heces secas. Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el programa de cómputo Statistica® y las pruebas que se usaron fueron Kruskal-Wallis o Mann-Whitney de dos grupos para comparar los resultados entre sexo o especie, ya que los valores de cortisol no tuvieron una distribución normal. Los niveles de significancia estadística se establecieron con un intervalo de

confianza del 95% ( $p < 0.05$ ) (Martin y Bateson 1993, Crockett 1996, Lehner 1996).

## RESULTADOS

El nivel promedio de metabolitos fecales de cortisol en los ocelotes mantenidos en cautiverio fue de 1,403.91 ng/gr ( $\pm 999.69$ ) y el de los animales de vida libre fue de 516.06 ng/gr ( $\pm 517.82$ ), observándose una clara diferencia entre ambos (Mann-Whitney;  $U = 9.96$ ,  $p < 0.05$  Figura 1).



**Figura 1:** Comparación de los valores promedio ( $\pm$ DE) de metabolitos de cortisol fecal (ng/gr heces secas) en ocelotes silvestres ( $n=11$ ) y mantenidos en zoológicos ( $n=16$ ). Las barras indican el promedio y las líneas la desviación estándar (Diferentes literales indican diferencia estadística, Mann-Whitney  $P < 0.05$ ).

Con base en estas diferencias, la comparación en los valores promedio de metabolitos fecales de cortisol para hembras o machos se hizo en los dos grupos por separado, encontrándose que la diferencia no fue estadísticamente significativa (Man-Whitney,  $U=17.0$   $p>0.05$ ), ya que el valor promedio de las hembras en cautiverio fue 1,234.0 y el de los machos en estas mismas condiciones fue de 1,481.1 ng/gr de heces secas. Al comparar los valores promedio entre ambos sexos en los animales silvestres, tampoco hubo diferencias significativas entre sexos (Man-Whitney,  $U=6.0$   $p>0.05$ ), las hembras tuvieron un promedio de 534.3 y los machos de 368.9 ng/gr de heces secas.

Incluso, al comparar el valor promedio de cortisol entre animales de vida libre y cautiverio separando los sexos, se observó una clara diferencia entre estos últimos: para las hembras en cautiverio fue 1,234.0 y las de vida libre fue de 534.3; de igual manera que en los machos: en cautiverio fue de 1,481.1 y el de los silvestres fue de 368.9 ng/gr de heces secas. (Man-Whitney  $U=1$ ,  $P<0.05$ ).

El nivel mínimo encontrado en los animales mantenidos en cautiverio fue de 60.61 ng/gr y el máximo de 7,651.0 ng/gr; mientras que en los animales silvestres el mínimo fue de 69.67 ng/gr y el máximo de 1,633.56 ng/gr. En el Cuadro 1 se observan los resultados obtenidos para cada uno de los individuos.

## DISCUSIÓN

Durante las dos últimas décadas se han desarrollado técnicas que permiten obtener muestras de animales silvestres, como sangre, heces u orina, para medir el nivel de alguna hormona en el laboratorio. Sin

embargo, la aplicación de estas técnicas de evaluación endocrina para la biología de la conservación aún está en su etapa formativa (Wingfield et al., 1997; Whitten et al., 1998). En general, se ha sugerido que los animales en vida libre tienen un nivel mayor de bienestar que aquellos mantenidos en cautiverio, ya que los primeros se enfrentan generalmente a estímulos que activan la respuesta de estrés agudo, mientras que en los zoológicos los animales mantienen activa la respuesta del eje HHA asociada a estrés crónico (Broom y Johnson, 1993).

En concordancia con lo reportado en otros estudios (Graham y Brown 1996, Schatz y Palme 2001) existió mucha variación de la concentración de metabolitos fecales de cortisol entre animales. Aunque cada animal tiene el mismo repertorio de respuestas biológicas disponibles para enfrentar los estímulos del ambiente, cada individuo puede usar diferentes tipos ante un mismo estímulo. Debido a esto los valores de metabolitos fecales de cortisol varían como resultado de una gran variedad de estímulos y factores moduladores como experiencia previa, edad, estado fisiológico y genes de cada individuo (Moberg, 1987). Sin embargo, a pesar de esto, es interesante notar que el promedio obtenido de los animales mantenidos en cautiverio es más del doble del obtenido a partir de animales silvestres. Esto mismo se observa al comparar los valores máximos encontrados en ambos grupos de animales, que son varias veces mayor en los animales de cautiverio.

Stillwell (1996) al evaluar el valor de metabolitos fecales de cortisol en ocelotes mantenidos en cautiverio en Estados Unidos encontró un promedio de 302.37 (+63.41)  $\mu\text{g/g}$  de heces secas. Morais (1997) reporta para ocelotes mantenidos en una colección zoológica de Brasil 424.7 (+431.0)  $\text{ng/gr}$  de heces húmedas. Esos valores parecen menores que los

encontrados en el presente trabajo, y una posible explicación es que son reportados a partir de heces húmedas; o por diferencias en la especificidad del anticuerpo utilizado para el radioinmunoanálisis. En cambio, para los animales silvestres, los valores promedio en este trabajo son más cercanos a estos reportes de la literatura. Esto podría sugerir que las diferencias para los animales en cautiverio entre nuestro trabajo y la literatura estén asociadas a diferencias en las condiciones de cautiverio.

Al analizar los resultados de acuerdo al sexo de los animales no se encontraron diferencias, a pesar de que Graham y Brown (1996) y Schatz y Palme (2001) reportaron que los valores promedio eran mayores en las hembras de gatos domésticos. En un estudio analizando estas diferencias en humanos, Shamim et al., (2000) reportan que las mujeres tienen valores promedio menores que los hombres. La falta de diferencia encontrada en este trabajo puede deberse a la gran variación en los valores individuales, posiblemente debido a la influencia de otros factores que tuvieron un peso mayor al de la variable sexo. Esto sería congruente también con la posible presencia de algunos factores de impacto que existieran en el presente estudio, responsables de los niveles mayores de cortisol fecal para ocelotes en cautiverio en comparación con los reportados en la literatura.

Se ha sugerido que la evaluación longitudinal de la actividad adrenal en los felinos mantenidos en cautiverio y su comparación entre diferentes tipos de albergues, técnicas y condiciones de manejo, podría llevar en el futuro a la identificación de las condiciones óptimas compatibles con un mayor nivel de bienestar e incluso el máximo potencial reproductivo de los animales (Carlstead et al., 1992 y 1993 a y b; Jurke et al., 1997; Terio et al., 1999; Brown et al., 2001). Los resultados de éste trabajo sugieren que los ocelotes mantenidos en cautiverio mantienen más activo

el eje HH-Corteza adrenal que los animales silvestres. Es probable que los animales silvestres estén sometidos a estímulos constantes que desencadenan respuestas agudas a través de la médula adrenal, mientras que los animales en los zoológicos están sometidos a un estrés crónico que mantiene activa la corteza adrenal y se refleje en un valor mayor de metabolitos fecales de cortisol.

Los valores de los ocelotes silvestres de este trabajo deben ser interpretados con cautela, ya que estos se obtuvieron a partir de una sola muestra en cada individuo, asumiendo que esta reflejaba el nivel de cortisol que circuló en el animal antes de ser capturado. Aunque un punto en el patrón longitudinal no permite conocer la dinámica de la respuesta adrenocortical en ese individuo, estos valores pueden servir como referencia para futuras evaluaciones repetidas en un mismo animal.

La evaluación de glucocorticoides fecales ha probado tener un valor a través de reportar la elevación en la actividad adrenal después de condiciones presumibles de estrés fisiológico o psicosocial en diversas especies silvestres (Smith y French 1997; Whitten et al., 1998), a través de la obtención de las muestras de una manera no invasiva (Wasser et al., 2000). Los cambios en los niveles circulantes de glucocorticosteroides son indicadores de la respuesta que se activa ante diferentes factores o estímulos, algunos de los cuales pueden ser potencialmente negativos (Axelrod y Reisine, 1984). Los patrones de estos niveles hormonales en los individuos o poblaciones silvestres pueden proporcionar información relacionada con el estrés ambiental actual y potencial, evaluando la respuesta con relación a cambios ambientales impredecibles. Estos protocolos pueden ayudar a identificar poblaciones vulnerables al impacto de factores naturales como condiciones climáticas extremas, o a

condiciones causadas por el ser humano; proporcionando información sobre si una población es estable y saludable, vulnerable a diversos factores, o está en problemas con estrés crónico. Esta información puede ser utilizada para la toma de decisiones de conservación y manejo; por ejemplo, a través de la identificación de poblaciones que ya se encuentran bajo estrés y por ello pueden declinar rápidamente; hasta la evaluación de animales que han sido reintroducidos a condiciones naturales (Wingfield et al., 1997).

## **CONCLUSIÓN**

1. La evaluación de metabolitos fecales de cortisol puede realizarse a partir de muestras frescas de ocelotes silvestres.
2. El valor promedio de los metabolitos fecales de cortisol en ocelotes mantenidos en zoológicos es mayor que el de los animales silvestres.

**Cuadro 1:** Resultados del nivel de metabolitos fecales de cortisol (ng/gr heces secas) en cada uno de los individuos del estudio, para los animales en cautiverio (n=16) el valor corresponde al promedio de 5 muestras y para los de vida libre (n=11) es el valor obtenido en una muestra:

Individuo	Sexo	Cortisol (ng/gr)	Condición
1	Hembra	1,221.32	Cautiverio- Zoológico A
2	Hembra	1,906.39	Cautiverio- Zoológico B
3	Hembra	474.24	Cautiverio- Zoológico C
4	Hembra	544.04	Cautiverio- Zoológico C
5	Hembra	2,024.07	Cautiverio- Zoológico C
6	Macho	1,048.91	Cautiverio-Zoológico A
7	Macho	3,386.44	Cautiverio- Zoológico B
8	Macho	2,422.56	Cautiverio- Zoológico B
9	Macho	833.35	Cautiverio- Zoológico C
10	Macho	680.96	Cautiverio- Zoológico C
11	Macho	1,012.92	Cautiverio- Zoológico C
12	Macho	485.74	Cautiverio- Zoológico C
13	Macho	768.77	Cautiverio- Zoológico C
14	Macho	885.76	Cautiverio- Zoológico C
15	Macho	1,121.2	Cautiverio- Zoológico C
16	Macho	3,645.95	Cautiverio- Zoológico C
17	Hembra	191.54	Silvestre
18	Hembra	242.46	Silvestre
19	Hembra	1,633.56	Silvestre *
20	Hembra	69.67	Silvestre
21	Macho	210.22	Silvestre
22	Macho	264.67	Silvestre
23	Macho	300.11	Silvestre
24	Macho	182.40	Silvestre
25	Macho	765.11	Silvestre
26	Macho	512.00	Silvestre
27	Macho	347.70	Silvestre

(\* Hembra vuelta a capturar en la misma salida de campo)

## **CAPÍTULO 5: CONDUCTA Y ACTIVIDAD ADRENOCORTICAL EN RESPUESTA AL ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL EN OCELOTES, MARGAYS Y JAGUARUNDIS EN CAUTIVERIO**

Los resultados obtenidos en el capítulo 3 mostraron que todos los animales dedicaban una alta proporción del tiempo a estar inactivos y que, del tiempo activo, la proporción dedicada a conductas relacionadas con alimentación era mínima. Además, todos los animales presentaban estereotipias de locomoción, especialmente durante la hora previa a ser alimentados los animales. El horario, lugar, forma de presentación e ingredientes de la dieta diaria eran monótonos. Con base en estos resultados, se realizaron dos experimentos diferentes en este capítulo con el objeto de aumentar el tiempo dedicado a conductas de exploración y consumo, para semejar las condiciones de vida libre donde los felinos dedican una gran proporción del tiempo a estas actividades; pero sin modificar el porcentaje de tiempo de inactividad, que es similar a lo reportado para estas especies en condiciones silvestres. Además, en los animales que no contaban con un espacio para esconderse en su albergue, se evaluó el uso de un cajón de madera que se colocó en ellos, ya que la literatura reporta que los felinos pequeños utilizan la cobertura vegetal para desplazarse, buscar alimento o descansar.

Los dos experimentos que se realizaron en este capítulo fueron:

5.1 Evaluación de la proporción del tiempo en estados de conducta individual y niveles de cortisol fecal al aumentar la frecuencia, lugar y tipo de alimento ofrecido a los ocelotes, jaguarundis y margays mantenidos en cautiverio (Pag 95).

5.2 Evaluación de la proporción del tiempo en estados de conducta individual y niveles de cortisol fecal en ocelotes, margays y jaguarundis mantenidos en albergues simples, al colocar un cajón de madera (Pag 112).

### 5.1 EVALUACIÓN DE LA PROPORCIÓN DEL TIEMPO EN ESTADOS DE CONDUCTA INDIVIDUAL Y NIVELES DE CORTISOL FECAL AL AUMENTAR LA FRECUENCIA, LUGAR Y TIPO DE ALIMENTO OFRECIDO A LOS OCELOTES, JAGUARUNDIS Y MARGAYS MANTENIDOS EN CAUTIVERIO

#### **OBJETIVO**

1. Comparar la proporción del tiempo en diferentes estados de conducta individual y los niveles de cortisol fecal en ocelotes, margays y jaguarundis con la rutina diaria de alimentación y al modificar la oferta espacio-temporal del alimento.

#### **HIPÓTESIS**

- 1) Al aumentar la frecuencia, lugar y tipo de alimento ofrecido a los ocelotes, jaguarundis y margays mantenidos en cautiverio, disminuye el cortisol y el tiempo dedicado a estereotipias de locomoción o inactividad y aumenta el dedicado a exploración y consumo.
- 2) Al aumentar la frecuencia, lugar y tipo de alimento ofrecido a los jaguarundis mantenidos en cautiverio, la disminución del cortisol y el tiempo dedicado a estereotipias de locomoción o inactividad y el aumento del dedicado a exploración y consumo, serán mayores que en los ocelotes y margays.

## MÉTODOS

Para este experimento se incluyeron 19 felinos: 6 ocelotes, 6 jaguarundis y 7 margays, pertenecientes a tres colecciones zoológicas (B, C y D), y los cuales no habían sido incluidos en programas de enriquecimiento ambiental previos. El trabajo se realizó durante los meses de diciembre y enero en el zoológico C, en marzo en el zoológico B y en abril y mayo en el zoológico D, un año después de haber realizado el trabajo del capítulo 3.

Para evaluar el efecto de los cambios en la alimentación se dividió el trabajo en tres fases: antes (F1, 9 días), durante los cambios (F2, 6 días) y después (F3, 9 días). Se utilizaron video grabaciones de 24 horas para la evaluación conductual y se colectaron muestras de heces para la medición de los metabolitos fecales de cortisol durante las tres fases.

Durante la F1 los animales se mantuvieron con la rutina diaria normal de alimentación y los resultados de esta fase se utilizaron como valores basales. En general, la rutina de alimentación en todos los zoológicos consistía en ofrecer alrededor de 500 gr de carne de res o pollo en un solo trozo, o 2 ó 3 trozos grandes, en el lugar establecido para el comedero. En la F2 se realizaron cambios en la rutina diaria, variando el horario, frecuencia, lugar o forma de presentación, así como la composición de los ingredientes de la ración diaria. Estos cambios fueron durante el horario que los animales estaban en exhibición y consistieron, por ejemplo, en dividir en pequeñas porciones la ración diaria y esconderla en diferentes lugares del exhibidor para que el animal la pudiera encontrar y consumir a lo largo del día. También se modificaron los ingredientes de la ración tradicional, añadiendo otros tipos de carne, huesos grandes o presas completas. El cuadro siguiente incluye las actividades (tratamientos)

desglosadas de enriquecimiento alimenticio realizadas en cada uno de los 6 días y el horario en el que se realizó:

<b>Día</b>	<b>Matutino (10:00 hrs.)</b>	<b>Vespertino (16:30 hrs.)</b>
Uno	Caja de cartón con trozos de carne de res adentro, colocada en el exhibidor (A)	Paja cubriendo el piso del albergue y debajo trozos de carne de res (B)
Dos	Trozos de carne de pollo colgada en las salientes del exhibidor (ramas, malla, piedras, etc.). (C)	Huesos grandes de res o equino, además de su ración diaria (D)
Tres	Trozos de pescado en hielo, escondidos en diversos lugares del exhibidor (E)	Hojas secas cubriendo el piso del albergue y trozos pequeños de carne de pollo debajo (F)
Cuatro	Trozos de carne de res escondidos en diversos lugares del exhibidor (G)	Carnaza untada con alimento en lata para gatos (H)
Cinco	Trozos de carne de pollo en caja de malla (I)	Garrafón de plástico para el agua, con su ración diaria de alimento dentro, cortada en trozos pequeños (J)
Seis	Ratón en hielo escondido en el exhibidor (K)	Ramas cubriendo el piso del albergue y trozos pequeños de carne de pollo debajo (L)

Las letras dentro del paréntesis al final de la descripción de cada una de las manipulaciones corresponden a la identificación individual de cada tratamiento.

Durante la última fase (F3) todos los animales regresaron a la rutina de alimentación propia de cada colección zoológica.

### **Evaluación de metabolitos fecales de cortisol**

De cada uno de los animales se obtuvieron muestras de heces diario, siempre por la mañana, durante la limpieza del albergue. Las muestras se colectaron a lo largo de 24 días consecutivos (F1, F2 y F3), identificándolas individualmente y manteniéndolas en congelación hasta su evaluación en

el laboratorio. La determinación de los niveles de metabolitos de cortisol fecal se realizó mediante la técnica de Radioinmunoanálisis (RIA), después de secarlas y someterlas al protocolo de extracción con etanol y agua, modificado del desarrollado por Brown et al., (1993) y Graham y Brown en 1996 (Capítulo 3). Se utilizó una prueba comercial de fase sólida para la medición de corticosterona en suero de rata (Coat-A-Count, DPC®), marcada con  $^{125}I$ , con una sensibilidad de 5.7 ng/ml. Los resultados de metabolitos fecales de cortisol están expresados en ng/gr de heces secas y para cada individuo se obtuvo el valor promedio de cortisol ( $\pm$ DE) de las muestras en cada una de las tres fases del estudio.

#### **Evaluación conductual, medición y análisis estadístico**

Los métodos de muestreo utilizados para la evaluación de conducta individual fueron video grabaciones durante periodos continuos de 24 horas. Para ello se usó una videograbadora de intervalo de tiempo fijo y cámaras fijas en los exhibidores y albergues nocturnos. Dos días después de haber iniciado la recolección de heces, se videograbaron 20 días consecutivos para cada animal (480 horas), los primeros 7 fueron sin cambiar la rutina, durante los siguientes 6 días se llevaron a cabo los cambios en la alimentación y al cesar estas, se continuó videograbando 7 días más con la rutina normal de cada zoológico.

Las categorías de conducta individual evaluadas fueron locomoción, estereotipia, inactividad, prestar atención, cuidado corporal, consumo y exploración (Martín and Bateson, 1993; Crockett 1996; Lehner 1996). El apéndice B (Pág. 167) incluye el catálogo de conductas y sus definiciones. A partir de las videograbaciones se calculó la proporción del tiempo en los estados de conducta individual, igual que en el capítulo 3. Para evaluar el impacto de las manipulaciones de la rutina de alimentación, se comparó

la proporción del tiempo dedicado a las diferentes categorías de conducta individual y los niveles de metabolitos de cortisol entre las 3 etapas (antes, durante y después), utilizando la prueba de Friedman y, en los casos que hubo diferencia se utilizó la prueba de Wilcoxon para comparar por separado. Se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para comparar la proporción del tiempo dedicado a cada una de las categorías de conducta individual entre especies, y cuando hubo algún resultado significativo se usó después una Mann-Whitney, para comparar por separado. Para la asociación de variables de conducta y cortisol se utilizaron correlaciones de Spearman (Martin y Bateson 1993, Crockett 1996, Lehner 1996).

#### **Evaluación de la respuesta conductual a los diferentes cambios de la rutina de alimentación**

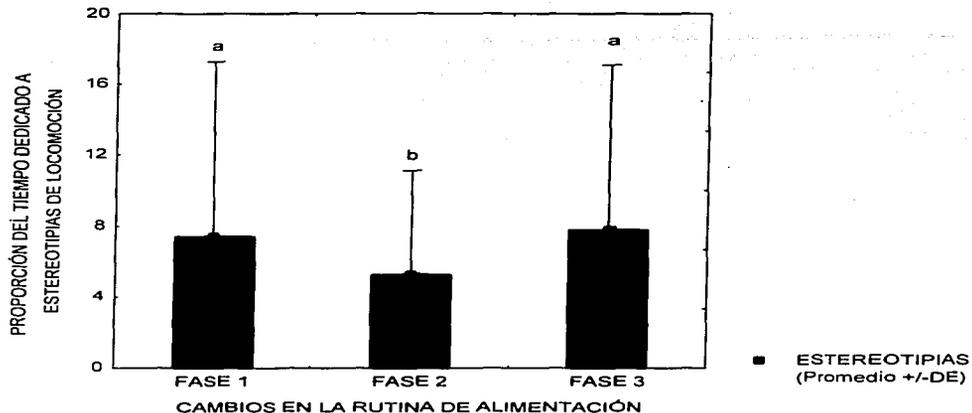
Además se evaluó la respuesta conductual de cada individuo durante la primera hora después de introducir el alimento en la nueva rutina (F2). Esto se realizó a través de observaciones conductuales directas para registrar la frecuencia de las conductas que fueron dirigidas a los objetos del enriquecimiento alimenticio y comparar la respuesta ante cada uno de los cambios. A partir de estas observaciones se calculó la frecuencia total de respuestas de un individuo ante los cambios de rutina alimenticia (FT), sumando las frecuencias observadas en cada uno de los días de la F2.

## RESULTADOS

### Proporción del tiempo en estados de conducta individual y niveles de cortisol fecal antes, durante y después de los cambios en la rutina de alimentación

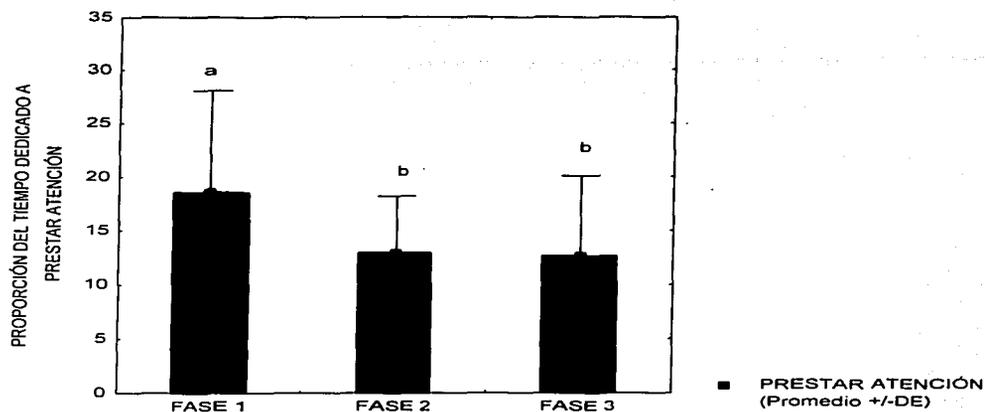
Al comparar los promedios individuales en la proporción del tiempo dedicado a las diferentes categorías de conducta individual y los de metabolitos de cortisol fecal entre las tres fases del experimento, no se encontraron cambios significativos para locomoción ( $F_1=14.4\pm 5.3$ ,  $F_2=16.3\pm 6.8$ ,  $F_3=15.9\pm 5.6\%$ ; Friedman;  $\chi^2= 2.8$ ,  $df=2$ ,  $n= 19$ ,  $p>0.05$ ) o inactividad ( $F_1=30.1\pm 10.8$ ,  $F_2=24.4\pm 10.6$ ,  $F_3=31.0\pm 13.8\%$ ; Friedman  $\chi^2= 4.1$ ,  $df=2$ ,  $n= 19$ ,  $p>0.05$ ); ni hubo diferencias significativas entre los tres valores promedio de cortisol ( $F_1=972.2\pm 560.0$ ,  $F_2=976.8\pm 611.3$ ,  $F_3=850.3\pm 524.5$  ng/gr de heces secas; Friedman;  $\chi^2= 3.3$ ,  $df=2$ ,  $n=19$ ,  $p>0.05$ ).

Al comparar la proporción del tiempo promedio ( $\pm DE$ ) dedicado a otras categorías de conducta se encontraron diferencias que fueron significativas para todos los felinos entre las tres fases: el tiempo dedicado a estereotipias de locomoción, prestar atención y cuidado corporal disminuyó al cambiar la rutina de alimentación; mientras que el dedicado a exploración y consumo aumentó. El tiempo dedicado a estereotipias de locomoción fue menor en la segunda etapa experimental, que en la 1 ó 3 ( $F_1=7.4\pm 9.8$ ,  $F_2=5.3\pm 5.8$ ,  $F_3=7.8\pm 9.3$  %  $p<0.05$ , Friedman;  $\chi^2= 6.0$ ,  $df=2$ ,  $n=19$ ),  
Figura 1.



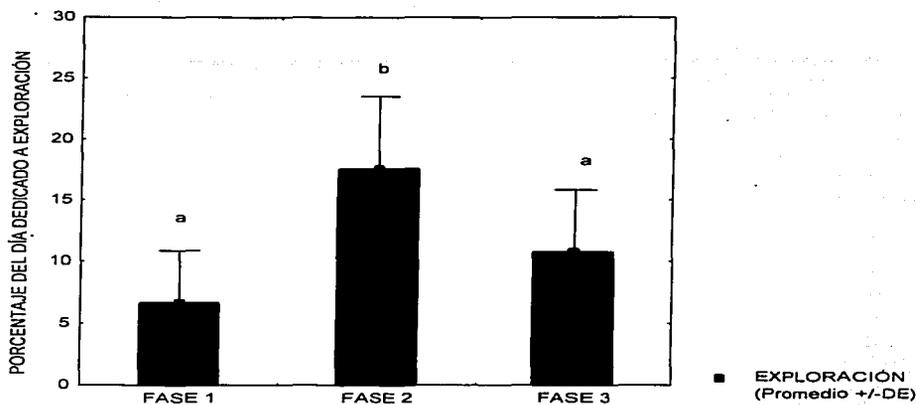
**Figura 1:** Proporción del tiempo promedio ( $\pm$ DE) dedicado a estereotipias de locomoción en felinos pequeños ( $n=19$ , 6 ocelotos, 7 margays y 6 jaguarundis) durante las tres fases del cambio en la rutina de alimentación (Fase 1: antes, Fase 2: durante y Fase 3: después). Las barras corresponden al promedio y las líneas a la desviación estándar. (Distintas literales indican diferencias estadísticas, Friedman  $P<0.01$ ).

Con respecto a la proporción del tiempo dedicado a prestar atención y cuidado corporal, la disminución fue significativa al comparar el tiempo que los felinos dedicaron a estas conductas cuando eran mantenidos con la rutina tradicional de alimentación y durante o después de los cambios ( $F1=18.6\pm 9.5$ ,  $F2=12.9\pm 5.3$ ,  $F3=12.6\pm 7.5\%$ ; Friedman;  $\chi^2= 16.4$ ,  $df=2$ , y  $F1=13.9\pm 6.3$ ,  $F2=11.2\pm 3.0$ ,  $F3=11.4\pm 4.6\%$ ,  $\chi^2= 8.5$ ,  $df=2$ ,  $n=19$ ,  $p<0.05$ , respectivamente, Figura 2).

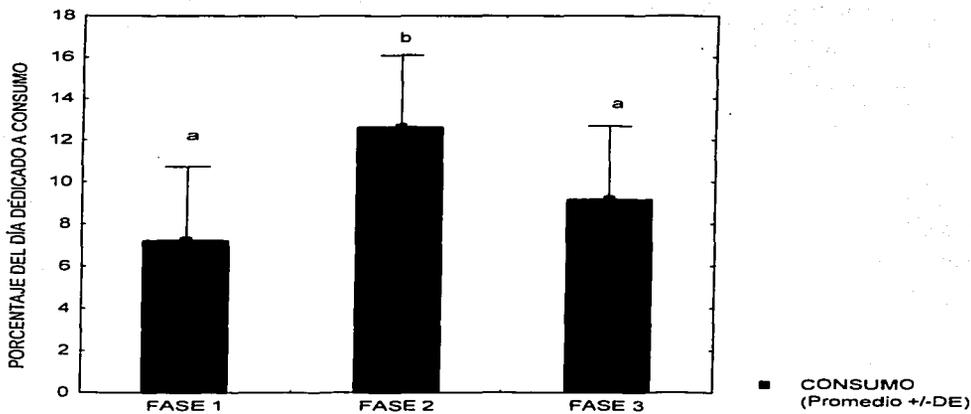


**Figura 2:** Proporción del tiempo promedio ( $\pm$ DE) dedicado a prestar atención en felinos pequeños ( $n=19$ , 6 ocelotes, 7 margays y 6 jaguarundis) durante las tres fases del cambio en la rutina de alimentación (Fase 1: antes, Fase 2: durante y Fase 3: después). Las barras corresponden al promedio y las líneas a la desviación estándar. (Distintas literales indican diferencias estadísticas, Friedman  $P<0.01$ ).

En el caso de exploración y consumo el aumento en la proporción del tiempo dedicado a estas conductas fue significativo entre la primera fase cuando los animales eran mantenidos con la rutina tradicional de alimentación y durante o después de modificarla ( $F1=6.6\pm 4.2$ ,  $F2=17.5\pm 6.0$ ,  $F3=10.7\pm 5.1$  %, Friedman;  $\chi^2= 28.0$ ,  $df=2$ , y  $\chi^2= 22.4$ ,  $df=2$ ,  $F1=7.2\pm 3.6$ ,  $F2=12.6\pm 3.5$ ,  $F3=9.1\pm 3.6$  %,  $n=19$ ,  $p<0.05$ , respectivamente, Figuras 3 y 4).



**Figura 3:** Proporción del tiempo promedio ( $\pm$ DE) dedicado a exploración en felinos pequeños ( $n=19$ , 6 ocelotes, 7 margays y 6 jaguarundis) durante las tres fases del cambio en la rutina de alimentación (Fase 1: antes, Fase 2: durante y Fase 3: después). Las barras corresponden al promedio y las líneas a la desviación estándar. (Distintas literales indican diferencias estadísticas, Friedman  $P<0.01$ ).



**Figura 4:** Proporción del tiempo promedio ( $\pm$ DE) dedicado a consumo en felinos pequeños ( $n=19$ , 6 ocelotes, 7 margays y 6 jaguarundis) durante las tres fases del cambio en la rutina de alimentación (Fase 1: antes, Fase 2: durante y Fase 3: después). Las barras corresponden al promedio y las líneas a la desviación estándar. (Distintas literales indican diferencias estadísticas, Friedman  $P<0.001$ ).

Al comparar los resultados obtenidos para conducta y cortisol en las tres etapas, utilizando correlaciones de Spearman, se encontró que para la fase del cambio en la rutina de alimentación existió una relación positiva entre el tiempo dedicado en promedio a locomoción y los valores de metabolitos fecales de cortisol ( $R_s=0.5$ ,  $P<0.05$ ); no hubo correlación con ninguna de las demás categorías de conducta individual. Para las etapas previa y posterior a las manipulaciones de la rutina de alimentación, se encontró una correlación positiva entre el tiempo promedio dedicado a

estereotipias de locomoción con los valores de metabolitos fecales de cortisol ( $R_s=0.5$ ,  $P<0.05$ ).

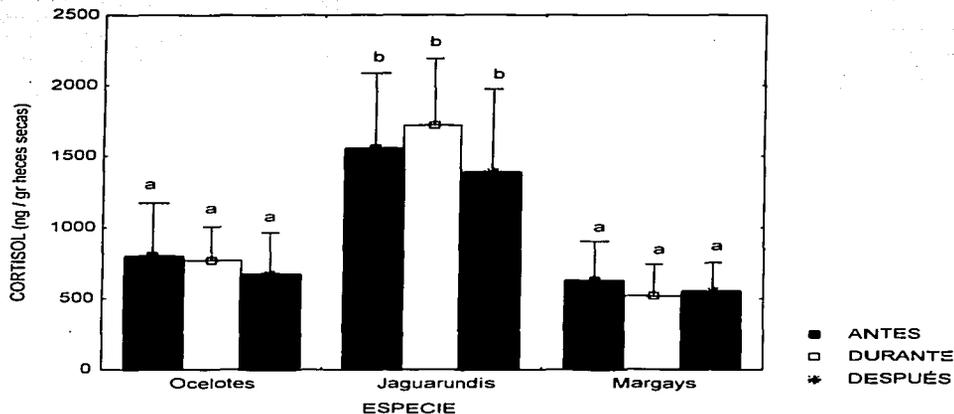
### **Proporción del tiempo en estados de conducta individual y niveles de cortisol fecal entre ocelotes, margays y jaguarundis como respuesta a cambios en la rutina de alimentación**

Al hacer el análisis de la proporción del tiempo dedicado a cada una de las categorías de conducta individual y el nivel de metabolitos fecales de cortisol entre las tres etapas de las manipulaciones, se encontraron algunas diferencias que a continuación se describen.

En cada una de las fases el valor promedio de metabolitos de cortisol fecal fue distinto entre las tres especies, siendo menor en los margays, seguido por los ocelotes y mayor en los jaguarundis. En la F1 los margays tuvieron en promedio  $625.5 \pm 278.7$  ng/gr de heces secas, los ocelotes  $795.3 \pm 375.5$  y los jaguarundis  $1.553.7 \pm 532.2$  (Kruskal-Wallis;  $H=8.5$ ,  $df=2$ ,  $n=7, 6$  y  $6$ ;  $p<0.05$ ), durante los cambios en la rutina de alimentación los valores fueron para los margays de  $517.5 \pm 221.5$ , los ocelotes  $769.0 \pm 232.6$  y los jaguarundis  $1.720.3 \pm 471.3$  ng/gr (Kruskal-Wallis;  $H=13.4$ ,  $df=2$ ,  $p<0.05$ ). Durante la F3, en los margays fue de  $547.3 \pm 205.6$ , ocelotes  $670.2 \pm 282.7$  y jaguarundis  $1.384.0 \pm 591.9$  ng/gr (Kruskal-Wallis;  $H=8.2$ ,  $df=2$ ,  $p<0.05$ ).

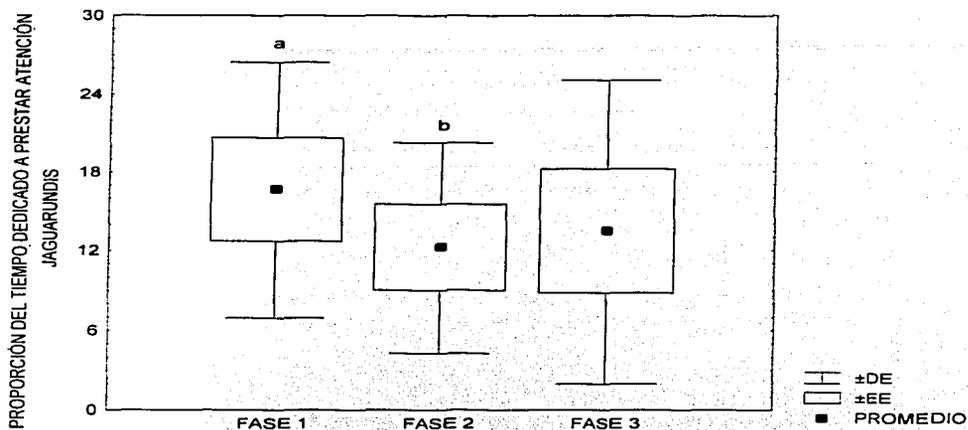
Al comparar en cada una de las especies el valor promedio de cortisol para cada una de las fases, no se encontraron diferencias significativas. En los margays el valor de cortisol fue de:  $F1=625.5 \pm 278.7$ ,  $F2=517.5 \pm 221.5$  y  $F3=547.3 \pm 205.6$  ng/gr (Friedman;  $\chi^2=3.7$ ,  $df=2$ ,  $p>0.05$ ); en los ocelotes fue de  $F1=795.3 \pm 375.5$ ,  $F2=769.0 \pm 232.6$  y  $F3=670.2 \pm 282.7$  ng/gr (Friedman;  $\chi^2=1$ ,

df=2,  $p>0.05$ ) y en los jaguarundis fue de  $F1=1,553.7\pm532.2$ ,  $F2=1,720.3\pm471.3$  y  $F3=1,384.0\pm591.9$  ng/gr (Friedman;  $\chi^2=3$ , df=2,  $p>0.05$ ). Figura 5.



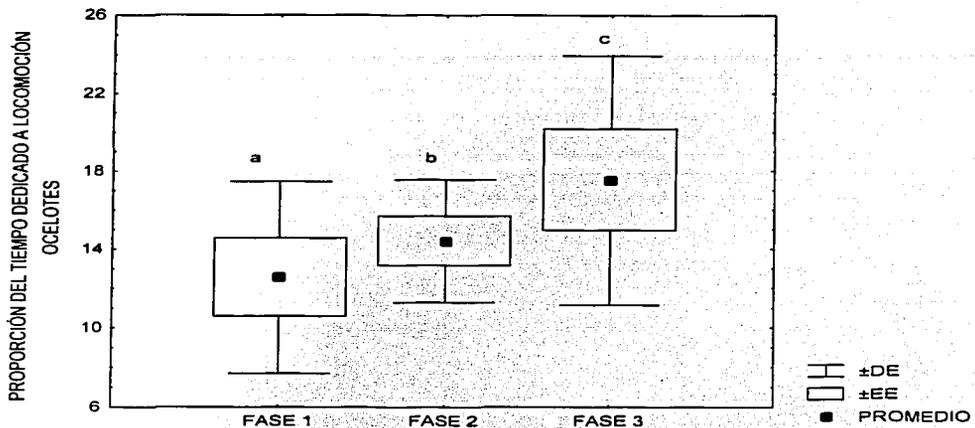
**Figura 5:** Metabolitos fecales de cortisol promedio ( $\pm$ DE) en las tres especies de felinos pequeños cautivos (n=19, 6 ocelotes, 7 margays y 6 jaguarundis) para las tres fases de los cambios en la rutina de la alimentación. Las barras corresponden al promedio y las líneas a la desviación estándar (Distintas literales entre especies para cada fase indican diferencias estadísticas, Friedman  $P<0.05$ ).

Al comparar la proporción del tiempo dedicado a las categorías de conducta individual entre las tres fases, en los ocelotes, margays o jaguarundis, se encontraron algunas diferencias significativas. En los jaguarundis el tiempo dedicado a prestar atención disminuyó entre las fases, siendo significativa entre la uno y la dos ( $F1=16.7\%\pm9.8$ ,  $F2=12.3\%\pm8$ ,  $F3=13.5\%\pm11.6$ ; Friedman  $\chi^2=6.3$ , df=2, n=6,  $p<0.05$ ). Figura 6.



**Figura 6:** Comparación de la proporción del tiempo dedicado a prestar atención en los jaguarundis (n=6) antes, durante y después (F1, F2 y F3) de los cambios en la rutina de alimentación (Distintas literales entre fases indican diferencias estadísticas, Friedman  $P < 0.05$ ).

En los ocelotes, la locomoción promedio aumentó entre las fases de los cambios en la rutina de alimentación (F1=12.6, F2=14.4, F3=17.6 % Friedman;  $\chi^2=7.9$ ,  $df=2$ ,  $n=6$ ,  $p < 0.05$ ). Figura 7.



**Figura 7:** Comparación de la proporción del tiempo dedicado a locomoción en los ocelotes (n=6) antes, durante y después (F1,F2 y F3) de los cambios en la rutina de alimentación. (Distintas literales entre fases indican diferencias estadísticas, Friedman  $P<0.05$ ).

En los margays, no hubo diferencias significativas entre la proporción del tiempo dedicado a las distintas categorías de conducta individual al comparar las tres fases. Para las demás categorías de conducta individual no hubo diferencias en cada una de las especies.

### **Frecuencia de conductas dirigidas a los diferentes tipos, formas y lugares de ofrecer el alimento**

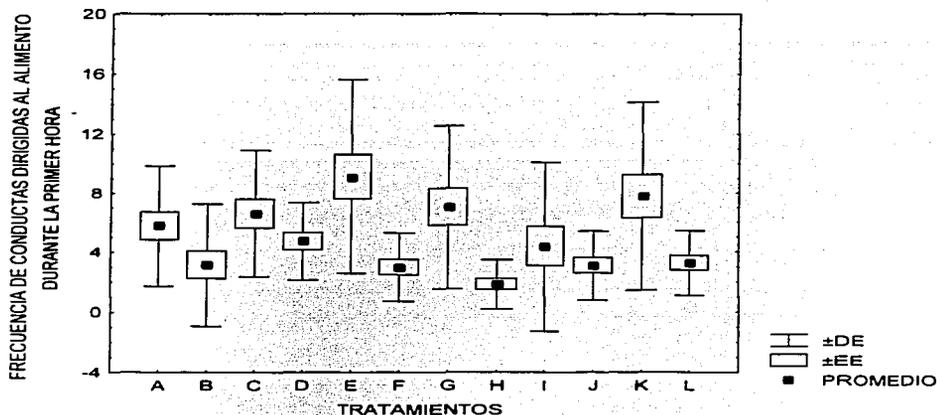
Durante la primer hora después de haber realizado algún cambio en la rutina de alimentación se registraron todas las veces que el animal llevó a cabo alguna conducta (exploración, prestar atención o consumo) dirigida a los diferentes tipos y formas de ofrecer el alimento (tratamientos). Con esto se calculó la frecuencia de conductas dirigidas para cada tratamiento en cada uno de los animales, y una frecuencia total al sumar todas las anteriores. El cuadro 1 incluye estos resultados:

La frecuencia de conductas dirigidas a cada uno de los diferentes tratamientos no se comparó estadísticamente, ya que el trabajo no fue diseñado para identificar diferencias en la respuesta a distintos tipos de manipulaciones alimenticias. Para todos los tratamientos la frecuencia varió entre  $1.8 \pm 1.6$  y  $9.1 \pm 6.5$ , con una gran variabilidad entre individuos. Figura 8.

**Tratamientos**

Indiv	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	FT
Oc1	1	0	6	3	10	2	6	2	7	3	5	2	47
Oc2	5	18	7	2	3	0	7	1	12	0	3	4	62
Oc3	3	0	6	0	13	0	2	0	5	2	0	0	30
Oc4	4	3	4	5	1	0	1	4	1	1	1	1	26
Oc5	9	6	10	10	10	0	2	6	1	1	1	1	57
Oc6	13	7	8	9	8	1	1	5	1	1	1	1	56
Ja1	1	1	2	4	10	7	4	1	1	5	11	7	54
Ja2	9	3	8	4	15	6	20	4	3	7	13	8	100
Ja3	3	1	3	3	6	3	5	2	1	1	4	3	35
Ja4	4	1	6	4	4	2	8	1	1	7	6	4	48
Ja5	3	1	6	6	6	3	6	1	1	5	6	4	48
Ja6	4	1	7	5	7	5	5	1	3	6	10	4	58
Ma1	15	3	21	8	25	6	20	1	5	0	22	1	127
Ma2	10	5	2	1	23	6	9	1	23	2	20	2	194
Ma3	9	4	1	7	12	3	13	1	12	3	12	3	80
Ma4	8	2	7	3	5	3	10	1	2	3	12	3	59
Ma5	5	2	10	7	10	5	7	1	2	6	12	6	73
Ma6	2	1	6	4	3	3	4	1	1	2	3	3	33
Ma7	2	1	6	5	2	2	4	1	2	4	6	5	40
Prom	5.8	3.2	6.6	4.7	4.4	3.1	9.1	3.0	7.1	1.8	7.8	3.3	64.6
±DE	±4	±4	±4	±2	±5	±2	±6	±2	±5	±1	±6	±2	±38

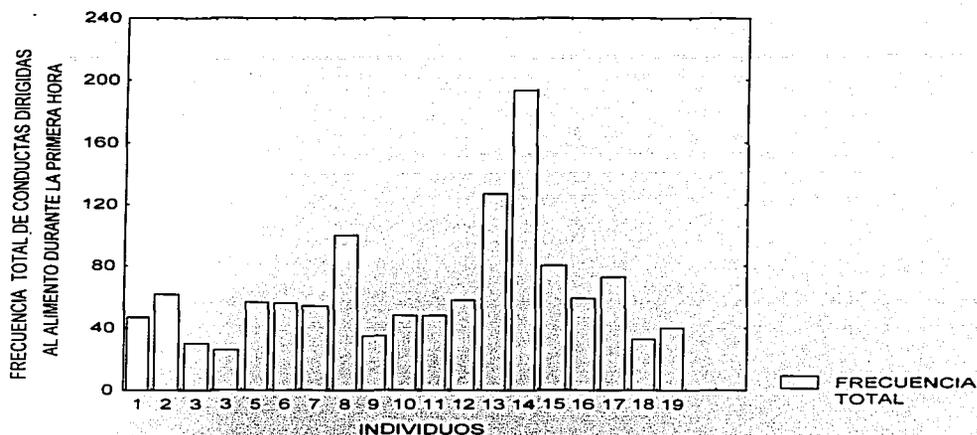
**Cuadro 1:** Promedio (±DE) de las frecuencias de eventos de conducta individual dirigidos a los distintos tipos de manipulaciones, durante la primer hora de haber sido introducidas. (OC=ocelote, Ja=jaguarundi y Ma=margay; FT=Frecuencia total de conctas dirigidas al alimento).



**Figura 8:** Frecuencia de conductas dirigidas al alimento por cada uno de distintos cambios en la rutina de alimentación (tratamientos) de los felinos (n=19).

En general, parece que la frecuencia de conductas dirigidas al alimento fue mayor en las que se realizaron durante la mañana (A,C,E,G,I,K) que las de la tarde (B,D,F,H,J,L); pero no fue posible evaluar estas diferencias ya que el experimento no estaba diseñado para analizar esta variable.

El valor promedio de la frecuencia total de respuesta para los felinos sometidos a las manipulaciones de tipo alimenticio fue de 64.6 ( $\pm 39.8$ ) con una gran variación entre individuos. La mayor frecuencia observada fue un margay hembra en exhibición del zoológico D (FT=194) y la menor fue en un jaguarundi macho en exhibición del zoológico D (FT=26). Figura 9.



**Figura 9:** Frecuencia total de conductas dirigidas al alimento por cada uno de los felinos (n=19) durante el cambio en la rutina de alimentación.

Al analizar las frecuencias totales de conductas dirigidas a los distintos tipos de tratamientos para cada una de las especies de felinos, no se encontraron diferencias significativas (Kruskal-Wallis  $H=3.02$ ,  $n=19$ ,  $p>0.05$ ).

5.2 EVALUACIÓN DE LA PROPORCIÓN DEL TIEMPO EN ESTADOS DE CONDUCTA INDIVIDUAL Y NIVELES DE CORTISOL FECAL EN OCELOTES, MARGAYS Y JAGUARUNDIS MANTENIDOS EN ALBERGUES SIMPLES AL COLOCAR UN CAJÓN DE MADERA

**OBJETIVO**

1. Comparar la proporción del tiempo en diferentes estados de conducta individual y los niveles de cortisol fecal en ocelotes,

margays y jaguarundis mantenidos en albergues simples con y sin un cajón de madera.

## **HIPÓTESIS**

1. Los ocelotes, margays y jaguarundis mantenidas en albergues simples utilizarán el cajón de madera al tenerlo disponible.
2. El cortisol y el tiempo dedicado a estereotipias de locomoción disminuirán al colocar un cajón de madera en el albergue simple de los ocelotes, margays y jaguarundis.

## **METODOS**

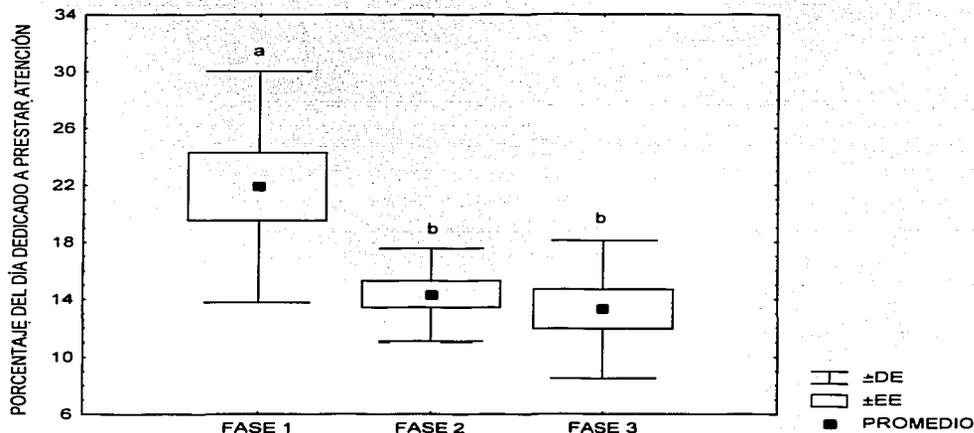
Para este experimento se incluyeron 12 animales: 6 ocelotes, 1 jaguarundis y 5 margays, del zoológico D que estaban en albergues simples y fuera de exhibición y se realizó una vez terminado el estudio 5.1.

Para evaluar el efecto de una manipulación en el ambiente que le permitiera al animal contar con un lugar para esconderse, se colocó un cajón de madera de un tamaño suficiente para que el felino pudiera echarse dentro de él, en una de las esquinas posteriores del albergue. El trabajo se dividió en tres fases: antes (F1, 7 días), con el cajón (F2, 7 días) y después, sin el cajón (F3, 7 días). Se utilizaron video grabaciones de 24 horas para la evaluación conductual y se colectaron muestras de heces para la medición de los metabolitos fecales de cortisol durante las tres fases, siguiendo los métodos utilizados en el experimento anterior (5.1 página 95).

## RESULTADOS

### Proporción del tiempo en estados de conducta individual y niveles de cortisol fecal antes, durante y después de colocar el cajón de madera

Al comparar los promedios individuales en la proporción del tiempo dedicado a las diferentes categorías de conducta individual y los de metabolitos de cortisol fecal entre las tres fases del experimento, no se encontraron cambios significativos, con excepción del tiempo dedicado a prestar atención, el cuales disminuyó mientras estuvo presente el cajón de madera. En estos felinos el tiempo promedio dedicado a prestar atención antes de contar con un lugar donde esconderse dentro de su albergue fue del  $21.9 \pm 8.1\%$ , el cual disminuyó al  $14.3 \pm 3.3\%$  mientras se mantuvo el cajón de madera en el albergue y aumentó al  $13.3 \pm 4.8$  al volver a quitarlo (Friedman;  $\chi^2=14.3$ ,  $df=2$ ,  $n=12$ ,  $p<0.05$ ). Figura 10.



**Figura 10:** Comparación de la proporción del tiempo dedicado a prestar atención en los felinos ( $n=6$  ocelotes, 5 margays y 1 jaguarundi) antes, durante y después (F1, F2 y F3) de

colocar el cajón de madera en el albergue simple (Distintas literales entre fases indican diferencias estadísticas, Friedman  $P < 0.05$ ).

Todos los animales a los que se les colocó el cajón de madera lo utilizaron, tanto para descansar en él como para prestar atención, y lo exploraron dentro de la primera hora de haberlo introducido al albergue. En promedio, el  $59.2 \pm 8.1\%$  del total del tiempo dedicado a inactividad fue en el cajón de madera, el  $47.3 \pm 9.4\%$  dentro de él y el  $11.9 \pm 3.7\%$  sobre de él. Del total del tiempo promedio dedicado a prestar atención, los animales usaron el cajón para esta conducta el  $7.2 \pm 2.9\%$  del tiempo.

## DISCUSIÓN

El proceso de alimentación en los felinos puede ser dividido en cuatro componentes: localización de la presa, tácticas de captura, la muerte y el consumo. Los primeros tres componentes en la adquisición del alimento se relacionan con una cantidad considerable de actividad y todas deberían ser consideradas para promover la salud física y psicológica de los animales mantenidos en cautiverio. Además, en vida libre los animales consumen una gran diversidad de presas, lo que provoca variedad de texturas, sabores, temperaturas, olores, colores y formas (Lindburg 1988).

Una de las conclusiones a las que llegó Skinner al realizar sus experimentos de condicionamiento alimenticio, fue que "administrar el alimento en una forma rígida, controlada y predecible en un ambiente sin estímulos puede causar el desarrollo de estereotipias...." (Fester y Skinner, 1957, citado en Mellen 2001). Carlstead (1998) notó que existe similitud entre estas condiciones y lo que ocurre en muchos animales de zoológico que son sometidos a protocolos de alimentación estrictos, tanto en horarios, como en presentación e ingredientes y que frecuentemente se relacionan con una alta incidencia de estereotipias de locomoción,

especialmente en los carnívoros y particularmente en los felinos (Lyons et al., 1997, Sellar y Bennett 2001).

En este trabajo, al realizar manipulaciones relacionadas con la alimentación, tanto en horario, como en ingredientes y forma de presentación, se observaron cambios en el comportamiento. Los animales respondieron aumentando el tiempo dedicado a conductas de exploración y al consumo de alimento, disminuyendo al mismo tiempo la proporción del tiempo dedicado a estereotipias de locomoción, cuidado corporal y observación. Lyons et al., (1997) reportaron que el tamaño del albergue no tuvo efecto sobre la presentación de estereotipias de locomoción en felinos mantenidos en cautiverio, pero que el régimen de alimentación sí, siendo mayores las estereotipias una hora antes de ser alimentados cuando solo se les daba una vez al día. Este último resultado también fue reportado por Weller y Bennett (2001) y concuerda con lo encontrado en éste trabajo, ya que la proporción del tiempo dedicado a estereotipias disminuyó al proporcionar el alimento sin un horario o lugar fijo.

Neuringer (1969) demostró que cuando se les da la opción entre "trabajar" para obtener su alimento o proporcionarlo *ad-libitum*, muchos animales prefieren trabajar por él. Esto sugiere que los animales pueden tener una necesidad biológica por buscar el alimento y que negarles la oportunidad de manifestarla puede ser una fuente de frustración o estrés (citado por Hughes y Duncan, 1988; Shepherdson et al., 1993; Shepherdson, 1998), o incluso, que la conducta de consumo insatisfecha puede provocar frustración cuando la ración puede ser consumida muy rápido (Savoir et al., 1992). Los hallazgos de este trabajo durante la etapa en que se cambió la rutina diaria de alimentación, en donde los animales no

modificaron la proporción del tiempo dedicado a locomoción o inactividad; pero si aumentó la exploración y consumo de alimento en el tiempo activo, parecen corroborar la existencia de esta necesidad que se expresa en cuanto se proporcionan las condiciones propicias. La actividad muscular (desglosada en conductas de locomoción, exploración o estereotipia) parece ser más o menos constante; pero los diferentes tipos de actividad motora se ven afectados dependiendo de varios parámetros asociados al tipo y naturaleza de la alimentación, o de la complejidad del albergue, dando la oportunidad de expresar una u otras conductas.

El tipo de manipulaciones que tuvieron una mayor frecuencia de conductas dirigidas a ellas fueron los trozos pequeños de alimento (carne de cualquier tipo) escondidos o dispersos en el albergue. Esto podría explicarse por el tipo de presas naturales que los felinos consumen en vida libre, que generalmente son de tamaño pequeño y que provocan que el animal repita varias veces la secuencia de búsqueda, cacería y consumo antes de satisfacer sus requerimientos. Se estima que el éxito de cacería en los ocelotes silvestres es de 0.9 presas capturadas por kilómetro recorrido o una presa capturada por cada 3.1 horas de viaje (Sunquist 1991, citado por Gomes de Oliveira 1994). Al proporcionar el alimento de esta forma en cautiverio, se asemeja más a lo que ocurre en vida libre.

Al analizar las frecuencias de conductas dirigidas para cada una de los cambios en la alimentación, parece que fue mayor en todas las que se realizaron durante la mañana; esto probablemente podría ser explicado por la novedad que fue para todos los animales tener acceso a comida fuera del horario regular vespertino. En el futuro sería necesario evaluar si la frecuencia de conductas dirigidas al alimento varía de acuerdo al horario, para establecer si existe realmente una diferencia. Tampoco fue posible

evaluar el cambio en la frecuencia de conductas dirigidas al alimento conforme pasaron los días del cambio de rutina, ya que el experimento no estaba diseñado para evaluar esta variable; por lo que sería necesario repetir las diferentes manipulaciones en un patrón aleatorio para poder evaluar el impacto de cada una y el posible efecto de habituación o experiencia conforme pasan los días.

Prestar atención fue una conducta que en general disminuyó en todos los animales durante la etapa de manipulación. Esto podría asociarse a que ante la presencia de nuevos estímulos, los animales dedicaron mayor tiempo a las actividades relacionadas con la exploración y consumo de alimento y no permanecieron a la expectativa. Esto además se veía reforzado por el hecho de que la motivación de buscar alimento ("exploración") era recompensada con el hallazgo y consumo del mismo.

El hecho de haber aumentado las conductas de exploración y el tiempo dedicado a consumo de alimento, junto con la disminución en el tiempo dedicado a estereotipias de locomoción parecen indicar un impacto positivo del cambio en la rutina de alimentación sobre la proporción del tiempo dedicado a diferentes categorías de conducta individual. La proporción del tiempo dedicado a cada una de ellas se asemeja más a lo que ocurre en vida libre, donde una gran parte del tiempo activo lo dedican los felinos a la búsqueda y cacería de las presas (Gomes de Oliveira 1994).

Los cambios realizados en el horario de alimentación promovieron mayor actividad en conductas de exploración y consumo de alimento durante el horario del público en el zoológico y redujeron el tiempo dedicado a estereotipias de locomoción; lo que podría ayudar a los

zoológicos a modificar la imagen que se tiene de los felinos pequeños como animales poco llamativos en sus colecciones (Mellen et al., 1998).

Durante el cambio de rutina en la alimentación de estos felinos no disminuyó el nivel promedio de metabolitos fecales de cortisol. Esto podría relacionarse con el efecto de novedad causado por los cambios, con la actividad física relacionada con ellas o por un estímulo agudo al eje HHA provocado por el cambio repentino de la rutina a que estaban acostumbrados los animales en el zoológico. Existe evidencia de que los animales domésticos responden a los estímulos adversos cortos con un aumento en la actividad adrenocortical, como en el caso de transporte, cirugía (Johnston y Buckland, 1976), contención (Becker et al., 1985) o ejercicio (Guyton 1991; Broom y Johnson, 1993) y en diversas especies de fauna silvestre se ha reportado la elevación de cortisol inmediatamente después de realizar contención física o anestesia (Morton et al., 1995). Pero también existe evidencia de aumento de cortisol durante el cortejo, reproducción, juego y adquisición de alimento, que no serían consideradas como estímulos adversos (Broom 1988; Barnett y Hemsworth, 1990; Dantzer 1994). Sería necesario realizar este tipo de manipulaciones y evaluaciones durante tiempos más prolongados, para poder identificar la relación que pudiera existir entre el nivel de cortisol, el comportamiento y los estímulos a los que son sometidos los animales.

Finalmente, al hacer el análisis por cada uno de los individuos, se observó una gran variación tanto en respuestas conductuales como en niveles de cortisol. Esto sugiere que en el futuro deberían evaluarse las diferencias individuales considerando, en la medida que la información se encuentre disponible, las historias de vida, experiencias previas y temperamento de cada uno de los animales.

El hecho de que el cajón de madera haya sido usado por todos los animales coincide con lo propuesto por Carlead (1993), con respecto a la necesidad de los felinos pequeños mantenidos en cautiverio por contar en su albergue con algo que cumpla las funciones de la cobertura vegetal que buscan en sus ambientes naturales (Tewes y Everett 1986, Caso 1994). Diversos autores han establecido que la complejidad del albergue es más importante que el tamaño del mismo, por lo que deben proporcionarse barreras visuales que les permitan esconderse (Deroo 1993, Carlstead 1993b, Mellen et al., 1998). En los animales que no tenían ningún lugar para esconderse en su albergue, la colocación del cajón de madera disminuyó el tiempo dedicado a prestar atención mientras estuvo presente. Esto podría asociarse a que la presencia de una barrera física que le permita esconderse al animal, le da la oportunidad de dejar de poner atención en los estímulos del ambiente, lo cual no puede hacer cuando no existe esa barrera, porque se encuentra vulnerable al estar siempre a la vista.

El hecho de que los valores promedio de metabolitos fecales de cortisol no hayan disminuido durante el tiempo que estuvo disponible el cajón de madera podría relacionarse con el efecto de novedad causado por el mismo, o a que el tiempo evaluado (7 días) no fue suficiente para provocar un cambio considerable en la concentración de cortisol. Sería necesario llevar a cabo estas evaluaciones durante periodos más prolongados.

## **CONCLUSIONES 5.1**

1. Al aumentar la frecuencia, lugar y tipo de alimento ofrecido a los ocelotes, jaguarundis y margays mantenidos en cautiverio, disminuyó

el tiempo dedicado a estereotipias de locomoción o prestar atención y aumentó el dedicado a exploración y consumo.

2. Al aumentar la frecuencia, lugar y tipo de alimento ofrecido a los ocelotes, jaguarundis y margays mantenidos en cautiverio, no disminuyó el nivel de metabolitos fecales de cortisol.
3. No hubo diferencias entre los ocelotes, margays y jaguarundis con respecto a la disminución del tiempo dedicado a estereotipias de locomoción o prestar atención ni al aumento en el tiempo dedicado a consumo y cuidado corporal al modificar la rutina diaria de alimentación.
4. Los cambios realizados en el horario de alimentación promovieron mayor actividad en conductas de exploración y consumo de alimento durante el horario del público en el zoológico y redujeron el tiempo dedicado a estereotipias de locomoción; pero sin modificar la proporción del tiempo dedicado a inactividad.

## **CONCLUSIONES 5.2**

1. Cuando se proporcionó un espacio para esconderse a los animales mantenidos en albergues simples, siempre fue utilizado. Esto parece apoyar la necesidad de estas especies por contar en los albergues de cautiverio con algo que cumpla las funciones de la cobertura vegetal que estas especies buscan en vida libre.
2. Al colocar un cajón de madera en los albergues simples disminuyó la proporción del tiempo dedicado a prestar atención. No hubo cambios en la proporción del tiempo dedicado a ninguna de las otras categorías de conducta individual.
3. Al colocar un cajón de madera en los albergues simples no disminuyó el nivel promedio de los metabolitos fecales de cortisol.

## **CAPÍTULO 6: EFECTO DE LA PRESENCIA DEL PÚBLICO SOBRE EL CORTISOL FECAL Y COMPORTAMIENTO EN UNA PAREJA DE JAGUARUNDIS MANTENIDOS EN UN ZOOLOGICO**

Los animales mantenidos en colecciones zoológicas tienen que enfrentar cambios del ambiente físico y social con respecto a su medio natural. Las principales modificaciones del entorno físico son la falta de espacio y la carencia de substrato natural. Por otro lado, los cambios del entorno social se relacionan con alteraciones en la organización social de la especie, como aislamiento, sobrepoblación, ruptura del vínculo materno, cambios en el rango de edades y distribución de sexos, entre otros (Hutchinson y Fascione, 1991). Además, los animales son mantenidos en contacto y bajo la manipulación constante de los humanos (Mench y Kreger 1996, Kreger y Mench, 1999).

La combinación de algunos de estos cambios ambientales se relaciona con la imposibilidad de satisfacer la motivación de muchas conductas de tipo individual, social o parental (Broom, 1988). Esta condición, a su vez, puede ser la causa directa del desarrollo de varias anormalidades del comportamiento, tales como estereotipias, conductas redirigidas, excitabilidad e inactividad, entre otras (Broom y Johnson 1993; Clark 1997a). Estudios realizados en muchas especies de animales en cautiverio han generado información que indica que gran parte de las anormalidades del comportamiento, como las estereotipias, tienen una relación directa con cambios fisiológicos que pueden hacer más susceptible a un animal a problemas de salud y reproductivos (Hughes y Duncan, 1988; Wingfield y Ramenofsky, 1999).

## **OBJETIVO**

Evaluar el efecto de la presencia del público sobre el cortisol fecal y el comportamiento en una pareja de jaguarundis mantenidos en cautiverio y los cambios que se presentaron cuando el zoológico fue cerrado para su remodelación.

## **HIPÓTESIS**

La proporción del tiempo dedicado a estereotipias de locomoción y los niveles de metabolitos fecales de cortisol son mayores en jaguarundis mantenidos en cautiverio cuando están expuestos a la presencia del público.

## **MÉTODOS**

En este trabajo se evaluó una pareja de jaguarundis adultos, mantenidos juntos en un albergue de espacio reducido (aproximadamente de 2.5 m de diámetro), con piso de cemento y paredes de malla ciclónica, con un tronco y ramas dentro. El exhibidor cuenta con un albergue nocturno de aproximadamente 1 m<sup>2</sup>, ubicado en la parte posterior y que tienen en su interior un cajón de madera. La distancia de la zona del público a la malla del exhibidor era de aproximadamente 0.75 m. El alimento se proporcionaba una vez al día, alrededor del mediodía, después de realizar la limpieza del exhibidor. Los animales tenían libre acceso al exhibidor y albergue nocturno todo el tiempo, con excepción del horario de limpieza. La pareja había permanecido junta en ese albergue desde 1996, sin mostrar conducta reproductiva. La hembra presentaba alopecia bilateral, no prurítica en ambos flancos, de aparente presentación estacional recurrente.

Se realizaron video grabaciones de 24 horas en dos etapas, la primera en mayo de 1999 (Etapa 1) y después en diciembre del 2000 (Etapa 2), después de 18 meses de estar cerrado el zoológico por remodelación. Inicialmente se realizaron dos días de grabaciones preliminares (40 horas) y posteriormente se llevaron a cabo 5 días de grabaciones de 24 horas en cada etapa. También se obtuvieron 5 muestras individuales de heces para medir metabolitos de cortisol fecal en ambas etapas, simultáneas a los periodos de observación. La evaluación. Se utilizaron las video grabaciones de 24 horas para la evaluación conductual y se colectaron muestras de heces para la medición de los metabolitos fecales de cortisol durante las tres etapas, siguiendo los métodos utilizados en el capítulo anterior (5.1 página 95). Para la comparación de cada uno de los resultados entre los periodos de observación se utilizó la prueba de Wilcoxon.

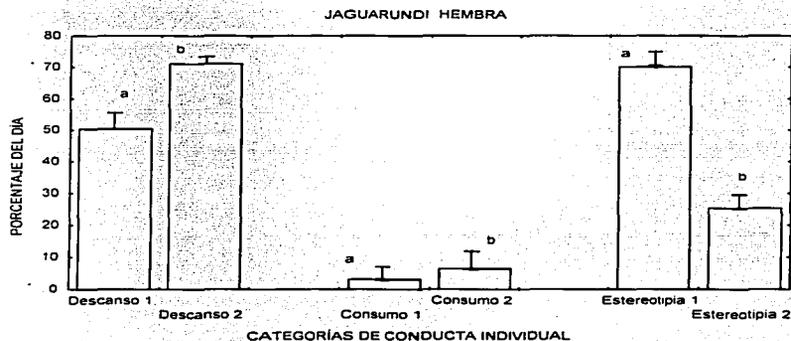
## RESULTADOS

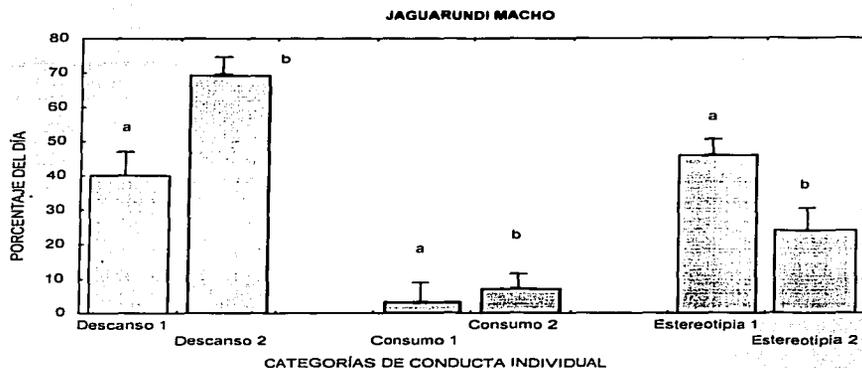
Los resultados de la primera etapa, cuando el zoológico estaba abierto al público, indicaron que de las 24 horas del día, la hembra dedicaba a inactividad el  $50.3 \pm 4.4\%$  y el macho el  $40.1 \pm 5.1\%$ ; sin que las diferencias fueran estadísticamente significativas (Wilcoxon  $t=6$ ,  $p>0.05$ ). Ambos animales ocuparon una proporción pequeña del día en actividades relacionadas con exploración, consumo o cuidado corporal ( $< 5\%$  tiempo promedio). Los dos jaguarundis presentaron estereotipias de locomoción, ocupando en ellas el  $70 \pm 6.2\%$  del tiempo activo en caso de la hembra y el  $46 \pm 5.8\%$  en el caso del macho.

El valor promedio de metabolitos de cortisol en las heces de la hembra fue de  $3.477.8 \pm 296.9$  y en el macho fue de  $4.980.2 \pm 523.0$  ng/gr de heces secas. Además, en este periodo la hembra presentaba zonas

alopécicas simétricas, bilaterales, no pruriginosas y mala condición general del pelaje y baja condición corporal. El macho presentaba mala condición general del pelaje y baja condición corporal.

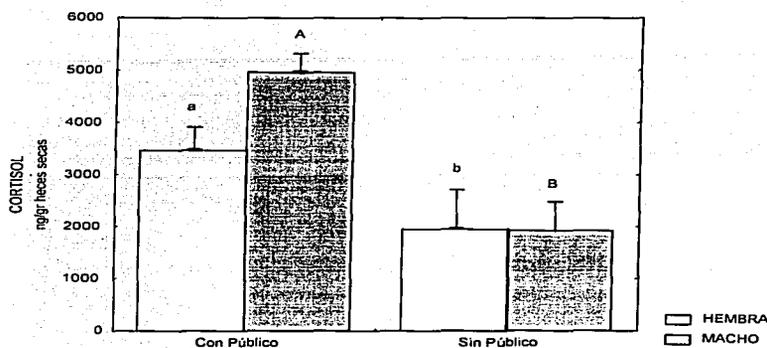
Los resultados de la segunda etapa, después de 18 meses de cerrado el zoológico, mostraron que la hembra dedicaba el  $71 \pm 3.2\%$  del tiempo a inactividad y el macho el  $69.1 \pm 5.3\%$ . La proporción del día ocupado en actividades relacionadas con exploración, consumo o cuidado corporal aumentó en comparación con la etapa anterior, aunque se mantuvo en menos del 10% del día en promedio. Ambos animales presentaron estereotipias de locomoción, pero la proporción del tiempo activo dedicado a ellas disminuyó a  $25.3\% \pm 4.7$  en la hembra y  $23.9\% \pm 5.1$  en el macho (Figura 1).





**Figura 1:** Comparación de la proporción del tiempo promedio ( $\pm$ DE) dedicado a las categorías de descanso, consumo y estereotipias de locomoción en los dos jaguarundis con y sin la presencia (1 y 2) del público. Las barras corresponden al promedio y las líneas a la desviación estándar (Diferentes literales para una misma conducta indican diferencias estadísticas. Wilcoxon  $P < 0.05$ ).

El valor promedio de metabolitos de cortisol en las heces de la hembra disminuyó a 1,938.3 y en el macho a 1,917.8 ng/gr de heces secas (Figura 2). Para éste momento, las zonas alopecicas de la hembra habían desaparecido y en ambos animales se observaba buena condición corporal y del pelaje.



**Figura 2:** Valores promedio de metabolitos fecales de cortisol en los dos jaguarundis, con y sin la presencia del público. Las barras corresponden al promedio y las líneas a la desviación estándar (Diferentes literales para un mismo sexo indican diferencias estadísticas, Wilcoxon  $P < 0.05$ ).

Al realizar la comparación de los resultados obtenidos entre las dos etapas en los jaguarundis se observó aumento del tiempo dedicado a inactividad; pero con aumento también de la proporción del tiempo dedicado a exploración, consumo y cuidado corporal. Al contrario, el porcentaje de tiempo dedicado a estereotipias se redujo significativamente en el segundo periodo (Figura 1, Wilcoxon,  $P < 0.05$ ).

## DISCUSIÓN

Los patrones de actividad reportados para jaguarundis en vida libre (Caso 1994, Gomes de Oliveira 1994) indican que estos felinos pasan alrededor del 60% del tiempo inactivo, modificándolo de acuerdo a la disponibilidad de recursos y requerimientos energéticos del animal. En este trabajo, después de 18 meses de haber permanecido cerrado el zoológico, la

pareja de jaguarundis presentaba comportamientos y patrones de actividad similares a lo que ocurre en vida libre: una alta proporción de horas del día dedicadas a la inactividad; pero con aumento del tiempo activo dedicado a conductas como exploración y con una disminución notoria del que pasaban en estereotipias de locomoción. Además, el nivel promedio de metabolitos de cortisol fecal presente en estos animales disminuyó considerablemente y, junto con lo anterior, mejoró sensiblemente la condición corporal general de los dos animales. Sin embargo, no puede descartarse cierto efecto estacional en el cambio de la alopecia de la hembra, lo cual había sido reportado con anterioridad por los veterinarios del zoológico.

Para otros estudios en felinos mantenidos en cautiverio, este tipo de cambios son considerados como una mejoría en el nivel de bienestar (Mellen et al., 1998; Mellen y Shepherdson, 1997; Mellen, 1998). En un estudio con gatos leopardo, Carlstead (1993b) evaluó el tiempo dedicado a las estereotipias de locomoción y los valores de cortisol en orina con relación a la disponibilidad de espacios para esconderse en los albergues, reportando que ambas variables se reducían al proporcionar escondites y corroborándolo en un trabajo con gatos domésticos (Carlstead 1993a). Esto sugiere que los ambientes más complejos, o la posibilidad de estar fuera de la vista del público, pueden reducir las estereotipias de locomoción y los niveles de cortisol de los felinos mantenidos en cautiverio a través de proporcionar la oportunidad para desarrollar ciertos patrones conductuales como esconderse (Carlstead 1992, Mellen et al., 1998). En muchas especies de felinos mantenidos en cautiverio, y particularmente las pequeñas, la cobertura vegetal o la complejidad del albergue y las oportunidades que estas proporcionan para que el animal pueda controlar el contacto o grado de exhibición al público, parecen ser una de

las condiciones más importantes para mejorar su nivel de bienestar. Aunque en este caso el tamaño del albergue era muy pequeño, y no se modificó durante el estudio, la falta de público en el zoológico parece haber compensado la falta de espacios para esconderse en el albergue, reduciendo considerablemente la presión sobre los animales. Estos resultados sugieren que para esta especie, el grado de exposición a los humanos y la falta de control sobre esta condición, tienen un mayor impacto negativo que el tamaño o la complejidad misma del albergue. Por supuesto, la combinación de ambas condiciones en la primera etapa del estudio podrían ser la explicación de un nivel tan bajo de bienestar en estos jaguarundis (excitabilidad, estereotipias de locomoción, mala condición corporal, etc.). Sería interesante hacer las comparaciones de estos mismos indicadores una vez que el zoológico sea reabierto y los animales vuelvan a estar expuestos al público.

## **CONCLUSIÓN**

Con base en los cambios observados en estos indicadores, podría concluirse que los jaguarundis del zoológico lograron un mayor nivel de bienestar después de 18 meses de haber estado cerrado al público por remodelación. Estos resultados aportan datos sobre el tipo de factores que deberían tomarse en cuenta para diseñar los exhibidores utilizados en las colecciones zoológicas, de manera tal que el animal pueda controlar el grado de exposición a los visitantes y el impacto que esta situación tiene sobre el bienestar de los felinos pequeños mantenidos en cautiverio.

## CAPÍTULO 7: DISCUSIÓN GENERAL

### Resumen de los principales resultados

En el capítulo 3 (3.1, página 45), al comparar los resultados de las observaciones conductuales en el horario de exhibición al público (10 am a 5 pm) y las 24 horas del día, se encontraron diferencias en los promedios de tiempo dedicados a algunas de las categorías de conducta individual. Además, los animales mantuvieron el patrón de actividad básico para la especie: ocelotes y margays crepusculares y nocturnos, y los jaguarundis diurnos, sólo con ligeras modificaciones asociadas al horario de manejo y alimentación. Estos resultados sugieren la conveniencia de incluir observaciones de 24 horas en las especies crepusculares y nocturnas, cuando se desea evaluar el patrón de actividad.

Todos los animales presentaron estereotipias de locomoción y el borde del albergue fue usado primordialmente para llevarlas a cabo. La mayor proporción de esta conducta se presentó en la hora previa a la alimentación o salida a exhibición y el patrón de locomoción repetido era interrumpido fácilmente por un estímulo externo. En los felinos de este trabajo las estereotipias se presentaron en albergues simples y complejos.

El nivel de cortisol (metabolitos fecales) y sus variaciones pudieron ser evaluados en ocelotes, margays y jaguarundis utilizando una prueba comercial de radioinmunoanálisis para corticosterona (Capítulo 3, 3.2). Existió una gran variación en los niveles de metabolitos fecales de cortisol entre individuos, pero todos los jaguarundis mostraron mayores niveles en comparación con los ocelotes y margays.

Al comparar la proporción del tiempo en estados de conducta individual entre especies, sexos, origen de los animales y diferentes variables ambientales (Capítulo 3, 3.3), se encontró que los ocelotes y margays dedicaron un porcentaje mayor del día a las conductas de prestar atención y exploración, que los jaguarundis. Con base en las diferencias conductuales, patrón de actividad y de los niveles de metabolitos fecales de cortisol, se decidió analizar por separado a las especies para evaluar el efecto de las demás variables. No hubo diferencias entre hembras y machos de cada especie, ni de acuerdo al origen de los animales (mascotas o no mascotas antes de llegar al zoológico). Con respecto al tipo de albergue (simple o complejo), no hubo diferencias en conducta ni cortisol en los margays o jaguarundis; solo los ocelotes mantenidos en albergues complejos dedicaron más tiempo a locomoción y tuvieron niveles mayores de cortisol fecal que los mantenidos en albergues simples. Comparando la conducta y cortisol de los animales mantenidos solo o en parejas, no hubo diferencias en los margays o jaguarundis; solo los ocelotes mantenidos en pareja dedicaron un porcentaje mayor de tiempo a locomoción que los que eran albergados solos. Además, no existió correlación entre los niveles de cortisol y la proporción de tiempo dedicado a estereotipias de locomoción.

Al realizar la comparación de los valores de metabolitos fecales de cortisol en ocelotes silvestres con relación a aquellos mantenidos en cautiverio (capítulo 4), se encontró que todos los animales de vida libre tenían valores mucho menores que los promedios obtenidos en los de zoológico. Estos resultados sugieren que los ocelotes mantenidos en las colecciones zoológicas mantienen más activo el eje HHA en comparación con los de vida libre.

En el capítulo cinco, se encontró que los cambios en la rutina diaria de alimentación promovieron mayor actividad en conductas de exploración y consumo de alimento durante el horario del público en el zoológico y con menos tiempo dedicado a estereotipias de locomoción o prestar atención; pero sin modificar la proporción del tiempo dedicado a la inactividad. Esto corresponde a un patrón de actividad más similar al descrito para estas especies en vida libre. Al colocar un cajón de madera en los albergues simples, todos los animales lo utilizaron y mientras estuvo presente disminuyó el tiempo dedicado a prestar atención. Con base en estos resultados, se considera que todas estas manipulaciones tuvieron un impacto positivo sobre el comportamiento de los animales; sin embargo, el nivel de metabolitos fecales de cortisol no disminuyó al realizar los cambios de rutina.

En el capítulo 6, al evaluar el efecto de la presencia del público en una pareja de jaguarundis, se observó una disminución drástica en el tiempo dedicado a estereotipias de locomoción, en el nivel promedio de metabolitos fecales de cortisol y una gran mejora en la condición general de los animales después de año y medio de permanecer sin público cuando el zoológico cerró por remodelación. Considerando estos cambios podría concluirse que estos jaguarundis lograron un mayor nivel de bienestar después de 18 meses de haber estado cerrado al público.

## **DISCUSIÓN**

### **a) La evaluación del bienestar animal a través de respuestas conductuales**

Para la evaluación del bienestar animal se ha propuesto el uso de diversos indicadores que permitan hacer mediciones objetivas del nivel en el que se encuentra un animal para poder identificar aquellas condiciones que

tienen un impacto negativo. Su aplicación en diferentes circunstancias y el grado de sensibilidad que cada uno de ellos tiene para diversos estímulos aún está evaluándose; pero además es importante reconocer que el bienestar animal es un estado dinámico que puede aumentar o disminuir por efecto de una infinidad de condiciones (Broom y Johnson, 1993; Dantzer, 1994).

El comportamiento es uno de los indicadores propuestos para medir el nivel de bienestar ya que se considera que los animales pueden responder a ciertas circunstancias modificando su comportamiento. Esto generalmente ocurre cuando las condiciones de cautiverio son menos complejas que las silvestres, cuando el animal no tiene control sobre ellas, o cuando tiene una alta motivación para presentar ciertas conductas, pero con la imposibilidad de satisfacerlas biológicamente por estar un ambiente inapropiado (Dantzer 1986; Broom, 1988; Carlstead, 1996; Hughes y Duncan, 1988; Mason, 1991; Houpt 1991).

Al realizar las evaluaciones conductuales de estos felinos se encontró que la mayor proporción del día era dedicada a la inactividad, y que las diferentes especies conservaban en cautiverio el horario natural de actividad: nocturnos, crepusculares y diurnos. Esto concuerda con lo reportado en los estudios con los felinos en vida libre (Konecny 1989; Ludlow y Sunquist, 1987; Caso 1994, Gomes de Oliveira 1994) y con los estudios de estas especies en cautiverio (Mellen 1989; Weller y Bennett 2001). Las similitudes observadas entre los animales silvestres y aquellos mantenidos en cautiverio pueden indicar que el patrón general de las grandes actividades básicas (tiempo activo, prestar atención e inactividad) tiene cierta flexibilidad, pero no es infinita y puede variar según la clase de conducta. Por ejemplo, parece que el tiempo dedicado

a actividades de alimentación puede variar mucho más que el de descanso. El patrón de actividad de una especie es considerado como una adaptación a los estímulos del ambiente y es un elemento importante para entender el comportamiento (Beltrán y Delibes, 1994). Si se pudieran identificar los límites de cambios (porcentaje de modificación del tiempo total) que se pueden hacer sobre cada actividad sin afectar el bienestar del animal, las modificaciones en los patrones de actividad contribuirían para tener éxito en el manejo en cautiverio de estas especies (Kleiman 1994a). De igual manera, la identificación de estos límites permitiría establecer que los esfuerzos que vayan más allá para modificarlos cuando los animales son mantenidos en cautiverio podrían ser no solo inútiles, sino contrarios a lo natural (Mellen, 1989).

Al analizar las diferentes conductas realizadas durante el tiempo activo, se encontró que todos los felinos dedicaban menos del 8% ( $\pm 3.27$ ) a actividades relacionadas con el consumo, a diferencia de lo que ocurre en vida libre. En estas colecciones zoológicas los animales son alimentados una vez al día, con muy pocas variaciones en la forma y lugar de presentación, por lo que los felinos no realizan esfuerzos para buscarla y la consumen en poco tiempo. Carlstead (1996, 1998) y otros autores (Lindburg 1988, Chamove 1989, Lyons et al., 1997, McPhee 2002) han sugerido que una de las prioridades de los programas de enriquecimiento ambiental en carnívoros debe encaminarse a las actividades de forrajeo. Los patrones de comportamiento que se requieren para obtener el alimento proporcionado de esta forma y la variedad de lugares donde encontrarlo son más variados, además de que el tiempo dedicado a estas conductas es mayor.

Además, no se encontraron conductas asociadas con niveles bajos de bienestar como comportamientos redirigidos o dirigidos a sí mismos, excitabilidad, agresividad o inactividad; pero todos los animales presentaron estereotipias de locomoción. Aunque la proporción del tiempo dedicado a las mismas tuvo muchas variaciones entre individuos, estas se presentaron principalmente antes de salir a exhibición o en la hora previa al momento de proporcionarles el alimento del día y principalmente eran realizadas en la periferia del albergue. Esto también ha sido reportado para otras especies de felinos pequeños como gatos leopardo y ocelotes (Carlstead 1993a, Weller y Bennett 2001). En general, los carnívoros mantenidos en cautiverio tienden a desarrollar estereotipias antes de la hora de alimentarlos (Meyer-Holzappel, 1968 citado por Rushen et al., 1993), a diferencias de otras especies como las gallinas, cerdos y palomas, quienes tienden a presentarlas después; y se ha propuesto que esto podría ser el reflejo de diferencias entre especies en la organización temporal de las conductas normales de apetito y consumo (Terlow et al., 1991); pero Carlstead (1998) también sugiere que podría existir cierta forma de condicionamiento entre el horario fijo de alimentación y el desarrollo de estereotipias. Los hallazgos de este estudio sugieren que una posible fuente de malestar en los felinos mantenidos en cautiverio es la rigidez de los horarios, con un cronograma impuesto y totalmente predecible, pero sobre el cual el animal no tiene ningún tipo de control.

La presencia y medición del tiempo dedicado a estereotipias han sido propuestas como un indicador del nivel de bienestar (Broom 1988; Broom y Johnson 1993), asociando su presencia con un nivel bajo. Broom (1988) sugiere que si las estereotipias ocupan más del 10% del tiempo activo, entonces puede considerarse como negativa para el individuo. En este estudio, la proporción del tiempo promedio dedicado a estereotipias

de locomoción fue del 8.01% ( $\pm 3.8$ ) del tiempo activo y siete animales de las tres especies estuvieron por encima; sin embargo, no existió correlación con los valores de metabolitos fecales de cortisol.

Wemelsfelder (1993) propone que el desarrollo de las estereotipias en los animales en cautiverio significa la pérdida gradual de la capacidad de interactuar con el ambiente y que pueden ser interpretadas como un reflejo de la frustración en sus inicios, para progresar a aburrimiento y asociarse finalmente con depresión y/o ansiedad en sus estados más severos: en ese último caso, se pueden considerar como una forma de sufrimiento crónica que amenaza la integridad del animal. Estas conductas generalmente se desarrollan como resultado de un proceso largo que evoluciona, provocando la desaparición gradual de actividades conductuales organizadas hasta la aparición de rutinas cada vez más restringidas en un número limitado de patrones motrices repetitivos, sin una función aparente (Dantzer 1986). La presencia de estas conductas es más común cuando los animales están confinados y el comportamiento está restringido, lo que ha sugerido que la frustración de sistemas motivacionales específicos o la aversión a ciertas circunstancias promueven su desarrollo (Mason 1991).

Sin embargo, algunos autores consideran que la interpretación de la presencia de estereotipias como un indicador de nivel bajo de bienestar no está justificada. Barnett y Hemsworth (1990) argumentan que debido a que las estereotipias están asociadas con aparentes cambios fisiológicos adaptativos "la realización de estas conductas puede ser un mecanismo que le ayude al animal a adaptarse exitosamente al conflicto o amenaza". En este contexto, el término exitoso se refiere a aquellos aspectos del bienestar animal que estas relacionados con la supervivencia física del

individuo. Así mismo, Wiepkema (1987) interpreta el desarrollo de estas conductas como una forma de "hábito" que es inducido por el alto grado de predicción de los ambientes simples, concibiendo a la estereotipia como un equivalente funcional de las formas normales de control conductual y que su presencia puede deberse a un mecanismo que le ayuda al animal a manejar los cambios ambientales. De igual manera, Mason (1991) sugiere que conforme una estereotipia se establece en un animal, ésta va perdiendo la sensibilidad con la que refleja los estados asociados con un nivel reducido de bienestar y que las consecuencias negativas de este tipo de conductas han podido ser demostrado en muy pocos casos (Barnett y Hemsworth 1990).

Probablemente la discrepancia radica en que aún no han podido establecerse los sistemas motivacionales, causas y funciones a las que se asocian las estereotipias y que muchos estudios reportan resultados inconsistentes al tratar de evaluar el efecto de un estímulo en particular. Por ejemplo, Dantzer (1983) describió que en cerdos y terneras con estereotipias orales, el nivel de cortisol plasmático fue menor, y Wiepkema (1987) encontró tenían menos úlceras abomasales. Este tipo de resultados sugiere que la presencia de estas conductas permite al animal manejar de una manera exitosa las amenazas o cambios del ambiente; sin embargo, si esto es correcto, ¿podría asumirse que los animales que no las presentan tienen dificultades para enfrentar esa situación? Probablemente no, ya que una alternativa es que los animales perciban de una manera diferente el estímulo o utilicen una respuesta biológica diferente ante el cambio ambiental, debido a diferencias individuales (Barnett y Hemsworth 1990).

Desde la perspectiva del bienestar animal, la motivación de una conducta es una consideración crucial, ya que si el felino está motivado

para presentar estereotipias de locomoción por la necesidad de buscar alimento, patrullar su ámbito hogareño o encontrar pareja, entonces estas conductas deberían verse como la expresión natural de una conducta normal en un ambiente con espacio limitado. Por el otro lado, si la estereotipia es motivada por la necesidad de esconderse, se presenta como respuesta directa a un estímulo percibido, o ante la frustración de no poder obtener la consecuencia esperada al realizar ciertas conductas para las que existe motivación, como búsqueda de alimento, patrullaje del territorio, etc., entonces la conducta podría ser un indicador de bienestar reducido (Mason 1993; Carlstead 1996; Mellen 1998a).

Independientemente de las discrepancias mencionadas con anterioridad, es probable que las estereotipias sean respuestas adaptativas; pero si aparecen es porque existe algún "problema" para el animal.

Considerando los resultados de este trabajo, algunos patrones de estereotipias de locomoción podrían representar una forma de conducta de exploración en donde el objeto de la búsqueda podría variar entre el alimento, el patrullaje del ámbito hogareño o una pareja en los albergues complejos; mientras que en algunos otros casos, como en los albergues simples, podría ser la búsqueda de un lugar para esconderse. Esta es un área que aún necesita mayor investigación y probablemente requiera ser evaluada en cada caso particular para identificar la motivación que lleva a la presentación de estereotipias de locomoción y decidir si es una conducta deseada o no y si está asociada a un nivel bajo de bienestar.

La otra conducta cuyo resultado sería interesante considerar es la de prestar atención; ya que fue una conducta a la que dedicaron mayor

tiempo los ocelotes y margays que el que le dedicaron los jaguarundis; además de haber disminuido, junto con las estereotipias, durante los cambios en la rutina de alimentación o incluso al adicionar el cajón de madera. El tiempo dedicado a esta conducta podría ser indicador de la investigación visual o auditiva ante estímulos externos, incluyendo la vigilancia ante posibles amenazas, particularmente para las dos especies que deben estar activas durante un horario diferente al natural debido a la rutina de manejo de la colección zoológica. Además, el hecho de que el tiempo dedicado a esta conducta disminuyera durante la etapa del enriquecimiento ambiental, podría deberse a que ante la presencia de nuevos estímulos, los animales dedican mayor tiempo a las actividades relacionadas con la exploración y consumo de alimento y no permanecen a la expectativa ("prestar atención"). Lo cual, además, se vería reforzado por el hecho de que la motivación de buscar alimento estaba recompensada con el hallazgo y consumo del mismo.

#### **b) La evaluación del bienestar animal a través de respuestas fisiológicas**

Otro de los indicadores de bienestar que han sido propuestos es el nivel de corticosteroides adrenocorticales, asumiendo que el estrés crónico provoca aumento en la reactividad de la corteza adrenal, lo que se refleja en un nivel mayor de cortisol, y que la respuesta del animal ante un estímulo agudo será mayor si el individuo ha sido repetidamente expuesto a otros estímulos negativos (Broom 1988).

Los resultados encontrados en este trabajo indican que el nivel de metabolitos fecales de cortisol fueron particularmente mayores en los jaguarundis, en comparación con los ocelotes y margays.

Aún cuando las diferentes especies de felinos pequeños son albergados y manejados de manera similar en cautiverio, éstas parecen responder utilizando distintas respuestas biológicas y en diferente magnitud ante los mismos estímulos; reflejándose en diferencias entre especies. Este resultado requeriría de evaluaciones específicas posteriores para poder reconocer si en los jaguarundis la diferencia se debe a que existe mayor sensibilidad a las condiciones de cautiverio, si es por alguna diferencia fisiológica asociada a la especie, o si se debe a una diferencia en el metabolismo del cortisol que hace más sensible la prueba comercial para las heces de esta especie.

Otra explicación podría relacionarse con el patrón de actividad diurnos y crepuscular en los jaguarundis (Konecny, 1989; Caso, 1994) en comparación con los hábitos crepusculares y nocturnos de ocelotes y margays (Tewes, 1986; Ludlow y Sundquist, 1987; Konecny, 1989; Caso, 1994; Gomes de Oliveira, 1994); pero se esperaría que los primeros tuvieran valores menores al ser sometidos a la rutina diurna de manejo en las colecciones zoológicas (limpieza, alimentación, exhibición). Así mismo, existen más reportes de avistamientos de jaguarundis silvestres en áreas perturbadas o cercanas a la población humana (Gomes de Oliveira, 1994); por lo que se esperaría que fueran más tolerantes a las condiciones de cautiverio y respondieran con menor actividad adrenal basal. Esta es un área que aún requiere de ser investigada en la especie. En estudios futuros sería muy interesante comparar los valores promedio de jaguarundis mantenidos en cautiverio con individuos de vida libre, como se hizo en el capítulo 4 para los ocelotes.

También se encontró una alta variabilidad entre individuos, lo que concuerda con lo reportado por otros (Graham y Brown 1996, Schatz y

Palme 2001, Wielebnowski et al., 2002). Por lo tanto, se sugiere establecer previamente los valores basales de cada individuo para después poder compararlos al medir el impacto de diferentes estímulos, e incluso, contar con valores de individuos de la misma especie en vida libre, que pudieran ser utilizados como un punto de referencia.

Aún cuando los niveles de cortisol han sido ampliamente utilizados para medir el nivel de bienestar (Dantzer y Mormede 1983) la interpretación de los resultados no ha carecido de problemas (Rushen 1991, Mason y Mendl 1993, Dantzer 1994) ya que existen diversas condiciones que pueden provocar cambios (Manteca 1998).

Rushen (1991) considera que es poco apropiado interpretar los resultados de un experimento en términos de bienestar animal cuando ignoramos mucha de la biología básica de las respuestas fisiológicas y conductuales que estudiamos. Destaca que no conocemos cual es el nivel de corticosteroides que lleva a problemas inmunológicos o reproductivos, y también desconocemos si el promedio del nivel diario de cortisol o algunos aspectos de los pulsos de secreción son más importantes para las consecuencias metabólicas, inmunes o reproductivas. Tampoco conocemos cuales otros mecanismos fisiológicos pueden estar mediando el efecto del estrés sobre la función inmunológica o reproductiva, ni cómo afecta esto a largo plazo sobre el funcionamiento del eje HHA. Sólo en el trabajo de Barnett y Hemsworth (1990) se ha sugerido que los efectos nocivos se presentan cuando ocurre un aumento de corticosteroides mayor al 40% del nivel basal pero incluso esto puede variar dependiendo del tipo de estímulo y cómo es percibido por cada uno de los animales.

Aunque la variación de la concentración de metabolitos fecales de cortisol entre animales fue alta, es interesante notar que el promedio obtenido de los ocelotes mantenidos en cautiverio fue más del doble del obtenido a partir de animales silvestres. Esto mismo se observó al comparar los valores máximos encontrados en ambos grupos de animales, que fueron varias veces mayores en los animales de cautiverio. Los resultados de éste trabajo sugieren que los ocelotes mantenidos en cautiverio mantienen más activo el eje HHA en comparación con los animales silvestres. Sin embargo, es necesario recordar que la corteza adrenal evolucionó para ayudar al animal a manejar de una manera exitosa los estímulos del ambiente y una actividad adrenocortical alta no necesariamente es evidencia de un efecto negativo sobre el animal. Antes de asumir que una medición elevada de cortisol puede ser usada como medición de estrés, es necesario establecer que este cambio se relaciona con uno significativo en el nivel de bienestar del animal. Con base en lo anterior, los resultados de esta comparación tendrán que corroborarse utilizando algunos otros indicadores de bienestar (Moberg, 1987; Barnett y Hemsworth, 1990; Clark et al., 1997), antes de asumir que los animales en cautiverio tienen un nivel menor de bienestar que aquellos en vida libre. La pregunta importante para el futuro de la investigación sobre bienestar sería ¿a qué nivel de cambio, fisiológico y/o conductual, se pone en riesgo el bienestar? Y probablemente la respuesta tenga que ser establecida a un nivel individual, considerando el desarrollo de estados prepatológicos y patológicos. Cuando un animal presenta estos estados patológicos no hay duda que su nivel de bienestar es bajo; sin embargo, no sería adecuado esperar hasta la presentación de los mismos para evaluar el nivel de bienestar de un animal. Lo importante sería poder identificar las condiciones que tienen un impacto negativo de tal magnitud que provoca estrés crónico en el animal y amenazan el bienestar del mismo. La

identificación oportuna de los estados prepatológicos representan todavía un reto, particularmente en fauna silvestre (Moberg, 1987; Barnett y Hemsworth, 1990; Rushen, 1991; Manteca, 1998).

### **c) El impacto del enriquecimiento ambiental sobre el bienestar animal**

Con los resultados obtenidos en este trabajo no es fácil establecer hasta que punto las manipulaciones ambientales realizadas mejoraron el nivel de bienestar de estos animales. Los cambios conductuales fueron evidentes, ya que se logró una proporción de tiempo activo similar a lo reportado en vida libre, con más conductas de exploración y consumo de alimento y menos estereotipias de locomoción. Sin embargo, no disminuyó el valor promedio de metabolitos fecales de cortisol. Considerando el comportamiento como indicador de bienestar, las manipulaciones tuvieron un impacto positivo, pero no así al considerar la actividad adrenocortical como el otro indicador. Posiblemente la escala de tiempo para estos estudios no fue suficientemente larga para medir el impacto. Puede ser relevante que se vieron efectos claros en conducta y cortisol en el capítulo 6, en el cual el tratamiento (ausencia de público) fue de 18 meses.

El presente trabajo tuvo las limitaciones de haberse realizado en diferentes especies e instituciones, un tamaño de muestra reducido, sin conocer muchos de los antecedentes y origen de los animales, y los felinos mostraron gran variabilidad en la respuesta conductual ante las manipulaciones. A pesar de ello, los resultados muestran que las variaciones en el tipo, lugar, frecuencia y horario de alimentación tuvieron un impacto positivo al disminuir la proporción del tiempo activo dedicado a estereotipias.

En la primera etapa, cuando la conducta estereotipada no está establecida, el control del comportamiento presumiblemente permanece intacto y sería de esperarse que si se proporciona el sustrato adecuado para aliviar la frustración del animal, el patrón estereotipado desaparecería (Mason 1991). Conforme pasa el tiempo y el individuo permanece en condiciones pobres, el comportamiento del animal va perdiendo su flexibilidad y las estereotipias comienzan a fijarse: este estado es considerado como aburrimiento; pero si el individuo es transferido a un ambiente enriquecido, se esperaría que recuperará su repertorio conductual normalmente variado y flexible. Finalmente el comportamiento de los animales mantenidos siempre en ambientes empobrecidos muestra cierto grado de fijación, incluyendo las estereotipias, lo que hace el retorno a la flexibilidad conductual muy difícil, si no es que imposible (Mason 1991, Wemelsfelder, 1993). En los felinos de este estudio, parecería que las estereotipias de locomoción estaban en la primera o segunda etapa de su desarrollo, antes de estar fijas, y debido a esto fue posible disminuir la proporción del tiempo activo dedicado a ellas al variar el tipo, lugar y horario de alimentación.

Esto mismo fue observado en los trabajos de enriquecimiento alimentario en diferentes especies de felinos mantenidos en colecciones zoológicas (Lyons et al., 1997, McPhee 2002), donde se obtuvo una respuesta de disminución de estereotipias de locomoción, con aumento en las conductas de exploración y tiempo dedicado a consumo. Pero cabe destacar que, al igual que en este trabajo, se observaron diferencias individuales importantes en respuesta a las manipulaciones.

Debido a que la mayoría de las presas que los felinos pequeños cazan en la naturaleza son pequeñas, generalmente repiten la secuencia varias

veces al día para adquirir suficiente alimento (Gomes de Oliveira, 1994). Hughes y Duncan (1988) sugieren que en estos casos la motivación para llevar a cabo conductas de forrajeo permanece alta y que ésta motivación; cuando se le remueven sus consecuencias funcionales, puede atrapar al animal en una retroalimentación de vía corta, en donde la conducta se presenta más frecuentemente en un patrón estereotipado (Mellen et al., 1998; Shepherdson et al., 1993). A pesar de la importancia que la búsqueda y cacería del alimento juega en el repertorio conductual de los felinos (Lindburg, 1989; Lyons et al., 1997; McPhee, 2002), las colecciones zoológicas generalmente los alimentan una sola vez al día, con muy pocas variaciones en la presentación y composición de la ración diaria y esto podría ser la causa de la alta proporción de estereotipias presentes en la hora previa al horario regular de alimentación (Carlstead, 1996).

Por otro lado, todos los animales que estaban en albergues simples utilizaron el cajón de madera que se les proporcionó, tanto para descansar en él, como para observar lo que ocurría a su alrededor. Esto mismo fue reportado por Carlstead (1992, 1993) en un trabajo con gatos leopardo, donde además encontró una disminución significativa del nivel de cortisol urinario en los animales a los que se les proporcionó el cajón, después de haberlo utilizado durante varias semanas, concluyendo que existe una necesidad de los felinos pequeños por contar con algo que cumpla las funciones de la cobertura vegetal que buscan en sus ambientes naturales (Gomes de Oliveira, 1994).

Con respecto al hecho de que los cambios en la rutina de alimentación o el incluir el cajón e madera no provocaron una disminución en el nivel de los metabolitos fecales de cortisol; esto probablemente puede deberse a

la actividad física generada por ellas, a la novedad causada por las mismas, o el estímulo agudo ocasionado por el cambio repentino en la rutina diaria de alimentación a la que ya estaban acostumbrados los animales (Broom y Jonson, 1993; Manteca, 1998). Pero también es necesario recordar que estímulos placenteros, como la adquisición de alimento, el juego o cortejo provocan aumento de cortisol (Broom, 1988; Dantzer, 1994). Incluso, Mason (1993) demostró que la activación adrenocortical dependía del estado emocional con que se percibe el estímulo externo, con relación a las características genéticas y las experiencias previas (García-Belenguer y Mormede 1993).

En el caso de la pareja de jaguarundis del zoológico que cerró por remodelación, después de año y medio se observó una disminución drástica en el tiempo dedicado a estereotipias de locomoción, en el nivel promedio de metabolitos fecales de cortisol y una gran mejoría en la condición general de los animales. Aparentemente la falta de público puede haber compensado la falta de espacios para esconderse o lo reducido del albergue, disminuyendo la presión sobre los animales. Esto sugiere que la posibilidad de estar fuera de la vista del público, puede reducir las estereotipias de locomoción y los niveles de cortisol de los felinos mantenidos en cautiverio a través de proporcionar la oportunidad para desarrollar ciertos patrones conductuales como esconderse (Carlstead, 1992; Mellen et al., 1998), a pesar de ser mantenidos en un albergue muy reducido. Un cambio tan claro en los indicadores del nivel de bienestar evaluados en este estudio podría ser explicado por el tiempo transcurrido entre la primera y la segunda medición. Este hallazgo también puede ser muy importante para el éxito reproductivo de estas especies en cautiverio, particularmente para aquellas en donde tendría que evaluarse si el

impacto causado por la presencia del público pudiese relacionarse con la poca actividad reproductiva observada hasta el momento.

**d) Diferencias individuales y su relación con el bienestar animal y los programas de enriquecimiento ambiental en las colecciones zoológicas**

Al analizar los resultados de comportamiento y metabolitos fecales de cortisol se observó una gran variación individual y esto se reflejó en las respuestas observadas ante las manipulaciones alimenticias realizadas.

En los inicios del desarrollo de la etología se consideraba que todos los miembros de una especie se comportarían de la misma manera, con algunas diferencias de acuerdo a su edad y sexo. En la medida que la conducta de un individuo se separaba del etograma desarrollado para la especie, se pensaba que únicamente reflejaba la variación que debería esperarse en cualquier sistema biológico (Feaver et al., 1986). Sin embargo, hoy en día se considera que la mayoría de las diferencias que se observan entre individuos tienen un significado adaptativo, y la identificación de formas alternativas o estrategias alternativas es cada vez más común (Jensen, 1994). En los estudios con animales domésticos se ha evaluado el efecto de estas diferencias sobre la producción o el nivel de bienestar (Broom 1998; Manteca 1994); pero las variaciones individuales han recibido poca atención en el área de la conservación de los animales de zoológico (Gold y Maple, 1994; Wielebnowsky, 1999).

Existen diversas causas para explicar las variaciones individuales, entre las que destacan efectos genéticos, el papel de la madre, las experiencias tempranas y los eventos negativos (Manteca, 1991) y en los felinos de este trabajo existe mucha información desconocida al respecto

en cada individuo. Uno de los factores que podrían haber tenido repercusión sobre el temperamento es el hecho de que muchos de estos animales fueron capturados siendo cachorros para ser vendidos en el mercado ilegal de mascotas y esta condición modificó el tipo de experiencias y el efecto de la madre en el periodo sensible del cachorro. Aunque no existen datos específicos en estas especies de felinos silvestres, si existen evidencias de los efectos de separación temprana de la madre en gatos domésticos (Bateson y Young, 1981; Feaver et al., 1986; Bradshaw 1992; Mellen 1992) y animales de laboratorio (Levine et al., 1991; Levine 1994; Francis et al., 1999; Francis y Meaney, 1999; Levine 2001). En consecuencia, esto podría reflejarse sobre la forma en que cada individuo enfrenta los estímulos del ambiente e incluso, las manipulaciones realizadas en el enriquecimiento ambiental.

En el gato doméstico el destete temprano genera grandes diferencias en el comportamiento unas semanas después (Bateson y Young, 1981), aún no se sabe si estas diferencias reflejan rutas alternas para el mismo punto final o si ellas anticipan modos alternativos de la conducta adulta. Debido a que el momento del destete parece ser tan sensible a los efectos del ambiente y es una transición muy importante en el desarrollo, parece que puede influir en el estilo del comportamiento de un animal adulto (Feaver et al., 1986), sugiriéndose que los animales que crecen en ambientes socialmente deficientes podrían ser menos capaces de enfrentar los estímulos nuevos (Carlstead y Shepherdson, 1994). Sería necesario evaluar en el futuro las diferentes variables de esta situación para tratar de evaluar el impacto de esta situación con la falta de éxito reproductivo en cautiverio para muchas especies de felinos silvestres, ya que Mellen (1992) reportó que los gatos domésticos que no son criados por

su madre tienen muchas dificultades para reproducirse y criar adecuadamente a sus cachorros.

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que es posible utilizar la evaluación conductual y de la actividad adrenocortical en las tres especies de felinos pequeños mexicanos mantenidos en cautiverio y que, al realizarse a través de muestras obtenidas en forma no invasiva, pueden brindar información valiosa sobre el nivel de bienestar de los individuos mantenidos en las colecciones zoológicas. La disponibilidad de este tipo de técnicas permitirá en el futuro mejorar el éxito reproductivo y la salud de los felinos pequeños mantenidos en cautiverio al elevar el nivel de bienestar en el que se encuentran dentro de las colecciones zoológicas.

Sin embargo, considerando los cambios observados en conducta y metabolitos fecales de cortisol al evaluar el efecto del enriquecimiento ambiental, es probable que el tiempo que se llevaron a cabo estas manipulaciones no fue suficiente para reflejarse en una disminución del nivel de metabolitos fecales de cortisol, aunque si existieron cambios favorables en el comportamiento.

Además, existieron grandes diferencias individuales en la respuesta a las manipulaciones, lo que dificultó obtener conclusiones generales para toda la muestra de felinos evaluada. Por esto, los perfiles adrenocorticales y su relación con el comportamiento deberían ser evaluados considerando las diferencias entre individuos para poder cuantificar el impacto real de las diferentes actividades realizadas en los programas de enriquecimiento ambiental sobre el bienestar de los animales mantenidos en las colecciones zoológicas. Falta mucho por descubrir acerca de las formas

en la que los animales enfrentan las condiciones difíciles; porque aún cuando cada individuo tiene a su disposición el mismo repertorio de respuestas biológicas disponibles para manejar los estímulos del ambiente, cada uno puede usar un tipo distinto de respuesta biológica dependiendo de una variedad de factores como la experiencia previa, genética, edad o estado fisiológico (Rushen, 1991).

También es necesario recordar que la actividad de la corteza adrenal y el desarrollo de conductas consideradas como atípicas, son capacidades evolutivas que están presentes para ayudar al animal a manejar de una manera exitosa los diferentes estímulos que enfrenta (Clark et al., 1997) y no necesariamente son evidencia de un efecto negativo del estímulo sobre el animal, o una indicación de que éste experimenta distrés (Barnett y Hemsworth, 1990).

Con base en lo anterior, sería necesario cambiar el enfoque tradicional de los programas de enriquecimiento ambiental poniendo en contexto el objetivo real, que puede ser, aumentar la actividad del animal para que el público lo vea, disminuir ciertas conductas consideradas como indeseables, o aumentar el conocimiento sobre el comportamiento típico de la especie y su plasticidad ante diversas circunstancias, antes de asumir que estas actividades mejoran el nivel de bienestar y ayudan a la conservación de las especies en cautiverio.

Actualmente, una de las principales preocupaciones de los zoológicos es lograr la conservación de una infinidad de especies silvestres; sin embargo, la mayor parte de los esfuerzos se han enfocado al registro de linajes como una estrategia para preservar la diversidad genética e implementar programas apropiados de reproducción en cautiverio. En la mayoría de los casos, se ha puesto especial interés en la conservación de

genotipo, asumiendo que la expresión del fenotipo de genes adecuadamente seleccionados dará como resultado animales mejor dotados para sobrevivir. Lo que se ha olvidado en este enfoque es la importancia de la selección a nivel de organismo y la capacidad de desarrollar habilidades a través de estar expuesto a ambientes ricos en estímulos para la perpetuación de individuos suficientemente capaces de asegurar la supervivencia de la especie (Shepherdson, 1994; Markowitz, 1997). Para lograrlo sería necesaria la conservación de las conductas típicas de esa especie y para poder llevarlo a cabo en cautiverio sería necesario realizar una identificación cuidadosa de cuales son los estímulos importantes en la vida de esa especie en la naturaleza y poder lograr el establecimiento de circunstancias similares en los ambientes de cautiverio, lo que permitiría mantener las respuestas apropiadas ante diferentes contingencias (Shepherdson, 1998).

### **ESTUDIOS A FUTURO**

Existen grandes diferencias individuales en la forma que cada animal enfrenta los diferentes estímulos del ambiente y el objetivo de aumentar el nivel de bienestar de los felinos mantenidos en las colecciones zoológicas a través de programas de enriquecimiento ambiental requerirá de sistemas que permitan identificar y evaluar estas diferencias; pero también de los factores que tienen un impacto negativo en cada individuo. Tomando en cuenta estas diferencias, los programas futuros deberían ser diseñados, implementados y evaluados individualmente.

Algunas de las investigaciones, que se han realizado para evaluar las diferencias en los procesos fisiológicos detrás de las conductas estereotipadas, están enfocadas a identificar los factores motivacionales

que pueden relacionarse con la propensión de ciertos individuos para desarrollar estereotipias. Esta área debería ser considerada como prioritaria para los estudios a futuro en relación a estereotipias (Rushen et al., 1993) y su interpretación como indicadores del nivel de bienestar, incluso en los animales mantenidos en las colecciones zoológicas.

Además, se requieren estudios que evalúen los efectos potenciales de la estación del año, alimentación, estado reproductivo y almacenamiento de las muestras sobre la concentración de corticoides fecales; así como las diferencias encontradas entre especies. Tomando en cuenta que las respuestas fisiológicas varían considerablemente dependiendo del tipo de estímulo (Moberg, 1991), si se usan con cautela la combinación de evaluaciones adrenocorticales con otras basadas en comportamiento, fisiología, inmunología y patología podrían proporcionar información valiosa sobre la mejor forma de manejar en cautiverio las diferentes especies de felinos (Graham y Brown, 1996).

## CAPÍTULO 8: REFERENCIAS

1. Acu Na M. Fun with snake sheds. *Shape of Enrich* 1995; 4:7-8.
2. Álvarez del Toro. Los mamíferos de Chiapas. Consejo Estatal de Fomento a la Investigación y Difusión de la Cultura. DIF-Chiapas/Instituto Chiapaneco de Cultura; 1991.
3. Asa CS. Reproductive Physiology. In Kleiman DG, Allen ME, Thompson KV, Lumpkin S editors. *Wild mammals in captivity*. Chicago Press 1996; 390-417.
4. Axelrod J, Reisine TD. Stress hormones: their interaction and regulation. *Science* 1984; 224:452-459.
5. Baer JF. A veterinary perspective of potential risk factors in environmental enrichment. In Shepherdson DJ, Mellen JD, Hutchins M editors. *Second nature, environmental enrichment for captive animals*. Washington Smithsonian Institution Press, 1998; 277-301.
6. Bambino TH, Hsueh AJW. Direct inhibitory effect of glucocorticoids upon testicular luteinizing hormone receptor and steroidogenesis in vivo and in vitro. *Endocrinol* 1981; 108:2142-2148.
7. Barnett JL and Hemsworth PH: The validity of physiological and behavioural measures of animal welfare. *Appl Anim Behav Sci* 1990; 25:177-187.
8. Bateson P and Young M: Separation from the mother and the development of play in cats. *Anim Behav* 1981; 29:173-180.
9. Becker BA, Ford JJ, Christenson RK, Manak RC, Hahn GI and Deshazer JA: Cortisol response of gilts in tether stalls. *J Anim Sci* 1985; 60:264-270.
10. Beltran J, Delibes M: Environmental determinants of circadian activity of free ranging Iberian lynxes. *J Mammal* 1994; 75: 382-393.
11. Bond J, Lindburg D. Carcass feeding of captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*): the effects of naturalistic feeding program on oral health and psychological well-being. *Appl Anim Behav Sci* 1990; 26:373-382.
12. Bradshaw JWS: The behaviour of the domestic cat. CAB International editions, United Kingdom 1992; Pp 196-197.
13. Broom DM and Johnson KG: Stress and animal welfare. Chapman and Hall editions, London 1993; Pp87-144.
14. Broom DM: The scientific assessment of animal welfare. *Appl Anim Behav Sci* 1988; 20:5-19.
15. Brousset DM y Galindo F: Enriquecimiento ambiental en zoológicos. En *Comportamiento y Bienestar Animal*, eds. Galindo F y Orihuela A, FMVZ-UNAM (En prensa).
16. Brown JL, Terio KA, Graham LH. Fecal androgen metabolite analysis for non invasive monitoring of testicular steroidogenic activity in felids. *Zoo Biol* 1996; 15:425-434.
17. Brown JL, Wasser SK, Howard JG, Wells S, Lang K, Collins L, Raphael B, Schwartz R, Evans M, Hoyt R, Volk T, Wildt DE, Graham LH.

- Development and utility of fecal progesterone analysis to assess reproductive status in felids. Proceedings of the American Association of Zoo Veterinarians, USA 1993; 273-278.
18. Brown JL, Wasser SK, Wildt DE, Graham LH, Monfort SL. Faecal steroid analysis for monitoring ovarian and testicular function in diverse wild carnivore, primate and ungulate species. Proceedings of the 1<sup>st</sup> International Symposium on Physiology and Ethology of Wild and Zoo Animals. Berlin, Germany 1996a; 27-31.
  19. Brown JL, Wasser SK, Wildt DE, Graham LH. Comparative aspects of steroid hormone metabolism and ovarian activity in felids, measured noninvasively in feces. Biol Reprod 1994; 51:776-786.
  20. Brown JL, Wildt DE. Assessing reproductive status in wild felids by noninvasive faecal steroid monitoring. Int Zoo Yb 1997; 35:173-191.
  21. Carey S and Farnsworth RJ: The effect of environmental change on the behavior of confined African lions (*Panthera leo*). J Zoo Anim Med 1983; 14:98-102.
  22. Carlstead K, Brown JL, Monfort SL, Killens R, Wildt DE. Urinary monitoring of adrenal responses to psychological stressors in domestic and nondomestic felids. Zoo Biol 1992; 11:165-176.
  23. Carlstead K, Brown JL, Seidensticker J: Behavioral and adrenocortical responses to environmental changes in leopard cats (*Felis bengalensis*). Zoo Biol 1993a; 12:321-331.
  24. Carlstead K, Brown JL, Strawn W. Behavioral and physiological correlates of stress in laboratory cats. App Anim Behav Sci 1993b; 38:143-158.
  25. Carlstead K, Shepherdson D. Effects of environmental enrichment on reproduction. Zoo Biol 1994; 13:447-458.
  26. Carlstead K. Effects of captivity on the behavior of wild mammals. In Kleiman DG, Allen ME, Thompson KV, Lumpkin S, editors. Wild mammals in captivity. Chicago Press 1996; 317-333.
  27. Caro TM. Behavioral solutions to breeding cheetahs in captivity: insights from the wild. Zoo Biol 1993; 12:19-30.
  28. Caso A. Home range and habitat use of three Neotropical carnivores in northeast Mexico. Disertación para obtener el grado de Master in Science por la Universidad de Texas A & M, Kingsville, Estados Unidos; 1994.
  29. Chamove AS. Environmental enrichment; a review. Anim Technol 1989; 40:155-178.
  30. Clark JD, Rager DR, Calpin JP: Animal well-being I. General considerations. Lab Anim Sci 47 (6), Dec 1997a; 564-570.
  31. Clark JD, Rager DR, Calpin JP: Animal well-being II. Stress and distress. Lab Anim Sci 47 (6), Dec 1997b; 570-584.
  32. Clark JD, Rager DR, Calpin JP: Animal well-being III. An overview of assessment. Lab Anim Sci 47 (6), Dec 1997c; 580-585.

33. Clark JD, Rager DR, Calpin JP: Animal well-being IV. Specific assessment criteria. *Lab Anim Sci* 47 (6), Dec 1997d: 586-597.
34. Collier GE and O'Brien SJ. A molecular phylogeny of the felidae: immunological distance. *Evolution* 1985; 39(3):473-487.
35. Conservación, Análisis y Manejo Planificado (CAMP) para los felinos de México. Editado por Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza/SCC, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia/UNAM, Instituto de Ecología A.C., Universidad Veracruzana, Zoológico Africam Safari y Asociación de Zoológicos, Criaderos y Acuarios de la República Mexicana. Puebla, México; 1995.
36. Crockett C.M.: Data collection in the zoo setting, emphasizing behavior. In Kleiman DG, Allen ME, Thompson KV, Lumpkin D editors. *Wild mammals in captivity*. Chicago Press 1996: 546-565.
37. Dantzer R, Mormede P. Stress in farm animals: a need for reevaluation. *J Anim Sci* 1983; 57(1):6-18.
38. Dantzer R: Animal welfare methodology and criteria. *Rev Sci Tech. Off Int Epiz* 1994; 13(1):291-302.
39. Dantzer R: Behavioral, physiological and functional aspects of stereotyped behavior: a review and a re-interpretation. *J Anim Sci* 1986; 62:1776-1786.
40. Dawkins MS: From an animal's point of view: motivation, fitness and animal welfare. *Behav and Brain Sci* 1990; 13:1-9.
41. Deroo M. Enrichment through vertical and horizontal spacing. *Shape of Enrich* 1993; 2:9-10.
42. Emmons LH. Comparative feeding ecology of felids in neotropical rainforest. *Behav Ecol Sociobiol* 1987; 20:271-283.
43. Feaver J, Mendl M and Bateson P: A method of rating the individual distinctiveness of domestic cats. *Anim Behav* 1986; 34:1016-1025.
44. Feldman and Nelson. Hyperadrenocorticism. In Feldman and Nelson editors. *Canine and feline endocrinology and reproduction*. W.B. Saunders Co. 1987:137-194.
45. Francis D, Diorio J, Liu D and Meaney MJ: Nongenomic transmission across generations of maternal behavior and stress responses in the rat. *Science* 1999; 286:1155-1158.
46. Francis DD and Meaney MJ: Maternal care and the development of stress responses. *Current Opinion in Neurobiology* 1999; 9:128-134.
47. Friend TH. Symposium response of animals to stress: behavioral aspects of stress. *J Dairy Sci* 1991; 74:292-303.
48. García-Belenguer S y Mormede P: Nuevo concepto de estrés en ganadería: psicobiología y neurobiología de la adaptación. *Invest Agr: Prod Sanid Anim* 1993; 8 (2):87-109.
49. Garza FJ, Díaz SV, Vázquez SA, Brandels A, Romero C: El radioinmunoanálisis y su control de calidad. Editado por Zambrano

- AF y Díaz SV, edición apoyada por el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, México 1996; Pp 1-37.
50. Gold KC and Maple TL: Personality assessment in the gorilla and its utility as a management tool. *Zoo Biol* 1994; 13:509-522.
  51. Gomes de Oliveira T. Neotropical cats: ecology and conservation. EDUFMA Press of Universidade Federal do Maranhao, Brazil; 1994.
  52. Goossens M, Meyer HP, Voorhout G, Sprang EPM. Urinary excretion of glucocorticoids in the diagnosis of hyperadrenocorticism in cats. *Dom Anim Endocrinol* 1995; 12:355-362.
  53. Graham LH, Brown JL. Cortisol metabolism in the domestic cat and implications for noninvasive monitoring of adrenocortical function in endangered felids. *Zoo Biol* 1996; 15:71-82.
  54. Graham LH, Goodrowe KL, Raeside JI, Liptrap RM. Non-invasive monitoring of ovarian function in several felid species by measurement of fecal estradiol-17 $\beta$  and progestins. *Zoo Biol* 1995; 14:223-237.
  55. Graham LH, Raeside JI, Goodrowe KL, Liptrap RM. Measurements of faecal oestradiol and progesterone in non-pregnant domestic and exotic cats. *J Reprod Fert Suppl* 1993; 47:119-120.
  56. Gross TS. Faecal steroid measurement in several carnivores. In the 1<sup>st</sup> International Symposium of Faecal Steroid Monitoring in Zoo Animals, ed. E. Bamberg, Rotterdam, Holanda 1992; 55-61.
  57. Hediger H. The psychology and behaviour of animals in zoos and circuses. 1968 New York: Dover Publications.
  58. Hodges JK. Determining and manipulating female reproductive parameters. In Kleiman DG, Allen ME, Thompson KV, Lumpkin D editors. *Wild mammals in captivity*. Chicago Press 1996; 418-428.
  59. Houpt KA. Animal behavior and animal welfare. *JAVMA* 1991; 198 (8):1355-1360.
  60. Howanitz J.H., Howanitz P.J.: Radioimmunoassay and related techniques. In Henry J.B. editor. *Clinical diagnosis and management of laboratory methods*. W.B. Saunders Co. 1979; 385-476.
  61. Hughes BO, Duncan IJH. The notion of ethological "need" models of motivation and animal welfare. *Anim Behav* 1988; 36:1696-1707.
  62. Hutchinsón M, Fascione N. Ethical issues facing modern zoos. Proceedings of the Annual Meeting of the American Association of Zoo Veterinarians. Philadelphia, USA, American Association of Zoo Veterinarians 1991; 56-64.
  63. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Cuadernos estadísticos de la delegación Miguel Hidalgo y Gustavo A. Madero (México DF) y anuario estadístico del Estado de Chiapas, México. INEGI, 1998.

64. IUCN, Cat Specialist Group, wild cats. Red list of threatened animals, International union for the conservation of nature. Gland Switzerland and Cambridge Press, UK 1990.
65. Johnson WE, Brousset DM, Yarto E, O'Brien SJ. Biogeographical patterns of mitochondrial DNA variability within two small central and South American cats ocelot (*Leopardus pardalis*) and margay (*Leopardus wiedii*). Proceedings of the seventh International Theriological Congress, México 1997a; 171.
66. Johnson WE, Slattery JC, Brousset DM, Eizirik E, Cambre R, Citino S, Crawshaw PG, Laundre T, Moraisó R, Nelson H, Nunes AL, Vie C, Yarto E, O'Brien SJ. Disparate phylogeographic patterns of mitochondrial DNA variation in South American small cat species. Proceedings of the seventh International Theriological Congress, México 1997b; 163.
67. Jurke MH, Czekala NM, Lindburg DG, Millard SE. Fecal corticoid metabolite measurement in the cheetah (*Acinonyx jubatus*). Zoo Biol 1997; 16:133-147.
68. Kemppaine RJ, Behrend E. Adrenal physiology. In Kemppaine RJ, Behrend E, editors, The Veterinary Clinics of North America 1997; 27(2)
69. Kleiman DG. Animal behavior studies and zoo propagation programs. Zoo Biol 1994a; 13:411-412.
70. Kleiman DG. Mammalian sociobiology and zoo breeding programs. Zoo Biol 1994; 13:423-432.
71. Knapik D. Environmental enrichment for felines. Shape of Enrich 1995; 4:6.
72. Knights E. Vegetarian enrichment for carnivores. Shape of Enrich 1995; 4:3-5.
73. Knol BW. Stress and the endocrine hypothalamus-pituitary-testis system: a review. Vet Quarterly 1991; 13(2):104-114.
74. Konecny MJ. Movement patterns and food habits of four sympatric carnivore species in Belize, Central America. In Advances in Neotropical mammalogy, KH Redford and JF Eisenberg eds: Sandhill Crane Press, Gainesville, Florida 1989; Pp 243-264.
75. Kopin IJ. Definitions of stress and sympathetic neuronal response. In Stress, basic mechanism and clinical implications; Annals of the New York Academy of Science, Vol 771-Dec, 1995; Pp 19-30.
76. Kreger MD, Mench JA. Visitor-animal interactions at the zoo. Anthrozoos 1999.
77. Kvetnansky K, Pacak K, Fukuhara E, Viskupic B, Hiremagalur B, Nankova B, Goldstein DS, Sabban EL and Kopin IJ: Sympathoadrenal system in stress: interaction with the hypothalamis-pituitary-adrenocortical system. In Stress, basic mechanism and clinical implications; Annals of the New York Academy of Science, Vol 771-Dec, 1995; Pp 131.

78. Landsberg G: Feline behavior and welfare. *JAVMA* 1996; 208(4):502-505.
79. Lasley BL, Kirkpatrick JF. Monitoring ovarian function in captive and free-ranging wildlife by means of urinary and fecal steroids. *J Zoo Wildl Med* 1991; 22(1):23-31.
80. Laule G and Desmond T: Positive reinforcement training as an enrichment strategy. In Shepherdson DJ, Mellen JD, Hutchins M editors. *Second nature, environmental enrichment for captive animals*. Washington Smithsonian Institution Press, 1998; 302-313.
81. Law G. Cats: enrichment in every sense. *Shape of Enrich* 1993; 2:3-4.
82. Lehner P.N.: *Handbook of ethological methods*. Cambridge University Press, 2nd edition 1996; 181-338.
83. Levine S, Huchton DM, Wiener SG and Rosenfeld P: Time course of the effect of maternal deprivation on the hypothalamic-pituitary-adrenal axis in the infant rat. *Developmental Psychobiology* 1991; 24:547-558.
84. Levine S: The ontogeny of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis; the influence of maternal factors. *Annals of the New York Academy of Sciences*; 1994; 746:289-293.
85. Levine S: Primary social relationships influence the development of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis in the rat. *Physiol and Behav* 2001; 73:255-260.
86. Lewis C. Cat nips. *Shape of Enrich* 1992; 1:1-2.
87. Lindburg D. Improving the feeding of captive felines through the application of field data. *Zoo Biol* 1988; 7:211-218.
88. Lindburg DG, Fitch-Snyder H. Use of behavior to evaluate reproductive problems in captive mammals. *Zoo Biol* 1994; 13:433-445.
89. Ludlow ME and Sunquist ME: Ecology and behavior of ocelots in Venezuela. *National Geographic Research*, 1987; Pp 447-461.
90. Lyons J, Young RJ, Deag JM: The effects of physical characteristics of the environment and feeding regime on the behavior of captive felids. *Zoo Biol* 1997; 16:71-83.
91. Manteca J: Individual variation in behaviour with particular reference to domestic animals. Dissertation M Sc in Applied animal behaviour and animal welfare, The University of Edimburgh, Scotland, 1991.
92. Manteca X, Deag JM: Individual variation in response to stressors in farm animals; implications for experiments. *Anim Welfare* 1994; 2:247-268.
93. Manteca X: Neurophysiology and assessment of welfare. *Meat Sci* 1998; 49 (Suppl 1); S205-218.
94. Maple TL, Perkins LA. Enclosure furnishing and structural environmental enrichment. In Kleiman DG, Allen ME, Thompson KV, Lumpkin S editors. *Wild mammals in captivity*. Chicago Press 1996; 212-222.

95. Markowitz H, Aday D, Gavazzi A. Effectiveness of acoustic "prey"; environmental enrichment for a captive African leopard (*Panthera pardus*) Zoo Biol 1995; 14:371-379.
96. Markowitz H, LaForse S. Artificial prey as behavioral enrichment devices for felines. Appl Anim Behav Sci 1987; 18:31-43.
97. Markowitz H: The conservation of species-typical behaviors. Zoo Biol 1997; (16)1-2.
98. Martin P. and Bateson P.: Measuring behaviour; an introductory guide. Cambridge University Press, 2<sup>nd</sup> edition 1993; 56-112.
99. Mason G and Mendl M. Why is there no simply way of measuring animal welfare? Anim Welfare 1993; (2): 310-319.
100. Mason G. Forms of stereotypic behaviour. In Lawrence A, Rushen J. editors. Stereotypic animal behaviour; fundamentals and application to welfare. Tucson University of Arizona press; 1993:7-40.
101. Mason G. Stereotypes; a critical review. Anim Behav 1991; 41:1015-1037.
102. McBride G: adaptation and welfare at the man-animal interface. In Behaviour in relation to reproduction, management and welfare of farm animals. M Wodzicka-Tomaszewska, TN Edey and JJ Lynch (editors), Review in rural science IV, The University of New England, Pp 195-198.
103. McPhee ME: intact carcasses as enrichment for large felids, effects On and Off-exhibit behaviors. Zoo Biol 2002; 21:37-47.
104. Mellen J and Sevenich Mc P M: Philosophy of environmental enrichment: past, present and future. Zoo Biol 2001; 20:211-226.
105. Mellen JD, Hayes MP, Shepherdson DJ: Captive environments for small felids. In Shepherdson DJ, Mellen JD, Hutchins M editors. Second nature, environmental enrichment for captive animals. Washington Smithsonian Institution Press, 1998; 184-201.
106. Mellen JD, Shepherdson DJ: Environmental enrichment for felids: an integrated approach. Int Zoo Yb 1997; 35:191-197.
107. Mellen JD. Factors influencing reproductive success in small captive exotic felids (*Felis* spp): a multiple regression analysis. Zoo Biol 1991; 10:95-110.
108. Mellen JD. Life history information on small cats. In Mellen JD, Wildt DE editors, Husbandry manual for small felids. American Zoo and Aquarium Association, Felid Taxon Advisory Group. USA; 1998.
109. Mellen JD. Optimal environment for captive felids. In Mellen JD, Wildt DE editors, Husbandry manual for small felids. American Zoo and Aquarium Association, Felid Taxon Advisory Group. USA; 1998b.
110. Mellen JD. Reproductive behaviour of small captive exotic cats (*Felis* spp). Thesis for the degree of Doctor of Philosophy, University of California, Davis Ca., USA; 1989.

111. Mellen JD. Zoo standards for keeping small felids in captivity. Housing standards for American Zoo and Aquarium Association. Bethesda MD. USA
112. Mench JA, Kreger MD. Ethical and welfare issues associated with keeping wild animals in captivity. In Kleiman DG, Allen ME, Thompson KV, Lumpkin S editors. Wild mammals in captivity. Chicago Press 1996; 5-15.
113. Meyer-Holzapfel: Abnormal behavior in zoo animals. In Fox, MX (ed). Abnormal behaviour in animals, Saunder, London, 1968; Pp 476-503.
114. Michel J. A new habitat for cats. Shape of Enrich 1994; 3:11-12.
115. Moberg GP. How behavioral stress disrupts the endocrine control of reproduction in domestic animals. J Dairy Sci 1991; 74:304-311.
116. Moodie EM, Chamove AS. Brief threatening events: beneficial for captive tamarins? Zoo Biol 1990; 9:275-286.
117. Mondolfi E. Notes on the biology and status of the small cats in Venezuela. In cats of the world: biology, conservation, management; Miller S and Everett DD eds. National Wildlife Federation, Washington, DC, 1986; Pp 501.
118. Morais, RN, Mucciolo RG, Gomes ML, Lacerda O, Moraes W, Moreira N, Swanson WF, Brown JL. Adrenal activity assessed by fecal corticoids and male reproductive traits in three South American felid species. Proceedings of the American Association of Zoo Veterinarians, Puerto Vallarta, México 1996; 220-223.
119. Morton DJ, Anderson E, Foggin CM, Kock MD and Tiran EP: Plasma cortisol as an indicator of stress due to capture and translocation in wildlife species. Vet Rec 1995; 136:60-63.
120. Newberry RC, Estevez I. A dynamic approach to the study of environmental enrichment and animal welfare. Appl Anim Beh Sci 1997; 54:53-57.
121. Newberry RC. Environmental enrichment; bringing nature to captivity. Proceedings of the 28<sup>th</sup> International congress of the ISAE; 1994 August 3-6, Denmark. International Society of Applied Ethology, 1994; 51-67.
122. Newberry RC. Environmental enrichment; increasing the biological relevance of captive environments. Appl Anim Behav Sci 1995; 44:229-243.
123. Nogueira GP and Silva JCR: Plasma cortisol levels in captive wild felines after chemical restraint. Braz J Med Biol Res. 1997; 30(11); 1359-1361.
124. Norma Oficial Mexicana. NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a

- protección especial y que establece específicamente para su protección. México (DF): SEDESOL, 16 de Mayo de 1994.
125. Nowell K and Jackson P (recopiladores y editores): Wild Cats: Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN /SSC Cat Specialist Group, Switzerland, 1996.
  126. Olney PJS and Mace GM. Endangered species. In Olney PJS, Mace GM and Feistner ATC editores. Creative conservation: interactive management of wild captive animals. Chapman & Hall, Great Britain, 1994; 15-34.
  127. Overall KL: Fear, anxieties and stereotypies in Clinical behavioral medicine for small animals. Mosby Inc. 1997: USA. Pp: 209-250.
  128. Palme R, Fischer P., Schildorfer H., Ismail M.N.: Excretion of infused <sup>14</sup>C-steroid hormones via feces and urine in domestic livestock. Anim. Reprod. Sci. 1996; 43:43-63.
  129. Peter AT, Crister JK, Kapustin N. Analysis of sex steroid metabolites excreted in the feces and urine of nondomesticated animals. Comp Cont Educ 1996; 18(7):781-792.
  130. Pfeifer S. Dispersal and captive mammal management. In Kleiman DG, Allen ME, Thompson KV, Lumpkin S editors. Wild mammals in captivity. Chicago Press 1996; 284-289.
  131. Plan Regional para el Manejo y la Conservación de los Félidos Mesoamericanos. Editado por el grupo de Especialistas en Conservación y Reproducción (CBSG) de la Comisión para la Supervivencia de las Especies (SCC) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Asociación Mesoamericana de Zoológicos, San José de Costa Rica. 1997.
  132. Poole TB: Meeting mammals psychological needs. In Shepherdson DJ, Mellen JD, Hutchins M editors. Second nature, environmental enrichment for captive animals. Washington Smithsonian Institution Press, 1998; 83-94.
  133. Rivier C, Rivest S. Effect of stress on the activity of the hypothalamic-pituitary-gonadal axis: peripheral and central mechanism; a review. Biol of Reprod 1991; 45:523-532.
  134. Ruiz-Miranda CR, Wells SA, Golden R, Seidensticker J. Vocalization and other behavioral responses of male cheetahs (*Acinonyx jubatus*) during experimental separation and reunion trials. Zoo Biol 1998; 17:1-16.
  135. Rushen J, Lawrence AB and Terlouw EMC: The motivational basis of stereotypies. In Stereotypic animal behaviour, fundamentals and applications to welfare, edited by Lawrence AB and Rushen J. CAB International, UK. 1993; Pp 41-64.

136. Rushen, J: Problems associated with the interpretation of physiological data in the assessment of animal welfare. *App Anim Behav Sci* 1991; 28:381-386.
137. Sandos A, Peeler J. Enrichment is a many splendid thing. North Carolina Zoological Park Environmental Enrichment Program. USA.
138. Schatz S and Palme R: Measurement of faecal cortisol metabolites in cats and dogs: a non-invasive method for evaluating adrenocortical function. *Vet Res Commun* 2001; 25(4):271-287.
139. Schwarzenberger F, Möstl E, Palme R, Bamberg E. Faecal steroid analysis for non-invasive monitoring of reproductive status in farm, wild and zoo animals. *Anim Reprod Sci* 1996; 42:515-526.
140. Seidensticker J, Doherty, JG. Integrating animal behavior and exhibit design. In Kleiman DG, Allen ME, Thompson KV, Lumpkin S editors. *Wild mammals in captivity*. Chicago Press 1996: 180-190.
141. Seidensticker J, Lumpkin S. *The great cats*. Rodale Press, Emmaus PA. 1991.
142. Shamim W, Yousufuddin M, Bakhai A, Coats AJ, Honour JW: Gender differences in the urinary excretion rates of cortisol and androgen metabolites. *Ann Clin Biochem* 2000; 37:770-774.
143. Shepherdson D, Carlstead K, Mellen JD, Seidensticker J. The influence of food presentation on the behavior of small cats in confined environments. *Zoo Biol* 1993; 12:203-216.
144. Shepherdson D. The role of environmental enrichment in the captive breeding and reintroduction of endangered species. In Olney PJS, Mace GM, Feistner ATC editors. *Creative conservation; interactive management of wild and captive animals*. Chapman & Hall Press 1994: 167-177.
145. Shepherdson DJ, Carlstead K, Mellen JD, Seidensticker J. The influence of food presentation on the behavior of small cats in confined environments. *Zoo Biol* 1993; 12:203-216.
146. Shepherdson DJ. Tracing the path of environmental enrichment in zoos. In Shepherdson DJ, Mellen JD, Hutchins M editors. *Second nature: environmental enrichment for captive animals*. Washington Smithsonian Institution Press, 1998: 1-12.
147. Shille VM, Haggerty MA, Shackleton C, Lasley BL. Metabolites of estradiol in serum, bile, intestine and feces of the domestic cat (*Felis catus*). *Theriogenology* 1990; 34(4):779-795.
148. Shille VM. Reproductive physiology and endocrinology of the female and male. In Ettinger SJ editor, *Textbook of veterinary internal medicine; diseases of the dog and cat*. W.B. Saunders Co. 3rd edition 1992: 1777-1791.
149. Shoemaker AH: Taxonomic and legal status of the felidae, 1996. In Mellen JD, Wildt DE editors. *Husbandry manual for small felids*. Felid

- taxon advisory group, American Zoo and Aquarium Association, Florida 1998.
150. Smith TE and French JA: Social and reproductive conditions modulate urinary cortisol excretion in black tufted-ear marmoset (*Callithrix kuhli*). *Am J Primatol* 1997; 42(4):253-267.
  151. Stillwell HJ, Brown JL, Graham LH. Assessment of a commercially available radioimmunoassay for the detection of fecal cortisol metabolites in several non domestic felid species. Proceedings of the American Association of Zoo Veterinarians, Puerto Vallarta, México 1996; 582-583.
  152. Stratakin CA and Chrousos GP: Neuroendocrinology and pathophysiology of the stress system. In *Stress, basic mechanism and clinical implications*; Annals of the New York Academy of Science, Vol 771-Dec, 1995; Pp 1-18.
  153. Swanson WF, Citino SB, Quigley KB, Brousset HD, Nogueira R, Moreira N, O'Brien SJ, Johnson WE. Reproductive survey of endemic felids in Latinamerican zoos: male reproductive status and implications for conservation. Proceedings of the American Association of Zoo Veterinarians. AAZV editors, Pittsburgh USA 1994; 374-380.
  154. Swanson WF, Wildt DE. Strategies and progress in reproductive research involving small cat species. *Int Zoo Yb* 1997; 35:152-159.
  155. Terio KA, Citino SB, Brown JL: Fecal cortisol metabolism analysis for noninvasive monitoring of adrenocortical function in the cheetah (*Acinonyx jubatus*) *J Zoo Wildl Med* 1999; 30(4) 484-491.
  156. Terlow EMC, Lawrence AB and Illius AW: influences of feeding level and physical restriction on development of stereotypes in sows. *Anim Behav* 1991; 42:981-992.
  157. Tewes ME and Everett DD: Status and distribution of the endangered ocelot and jaguarundi in Texas. In *Cats of the world: biology, conservation, management*; Miller S and Everett DD eds. National Wildlife Federation, Washington, DC, 1986; Pp 300.
  158. Wasser SK, Hunt KE, Brown JL, Cooper K, Crockett CM, Bechert U, Millspaugh JJ, Larson S, Monfort SL: A generalized fecal glucocorticoid assay for use in a diverse array of nondomestic mammalian and avian species. *Endocrinol* 2000; 120, 260-275.
  159. Wasser SK, Thomas R, Nair PP, Monfort SL. Controlling for effects of diet on excretion of fecal progestagens. *J Biol Reprod Suppl* 1992; 46:97 (abst. 188).
  160. Wayne RK, Benveniste RE, Janczewski DN and O'Brien SJ: Molecular and biochemical evolution of the carnivora. In *Carnivore behavior, ecology and evolution* edited by JL Gittleman. Cornell Univ Press, USA 1989; Pp 465-494.

161. Weller SH and Bennett CL: Twenty-four hour activity budgets and patterns of behavior in captive ocelots (*Leopardus pardalis*) Appl Anim Behav Sci 2001; (71):67-79.
162. Wemelsfelder F: The concept of animal boredom and its relationship to stereotyped behavior. In Stereotypic animal behaviour, fundamentals and applications to welfare, edited by Lawrence AB and Rushen J. CAB International, UK. 1993; Pp 65-95.
163. Whitten PL, Brockman DK, Stavisky RC: Recent advances in noninvasive techniques to monitor hormone-behavior interactions. Am J Phys Anthropol 1998; Suppl 27:1-23.
164. Whitten PL, Stavisky R, Aureli F, Russell E: Response of fecal cortisol to stress in captive chimpanzees (*Pan troglodytes*). Am J Primatol 1998; 44:57-69.
165. Wielebnowsky NC: Behavioral differences as predictors of breeding status in captive cheetahs. Zoo Biol 1999; 18:335-349.
166. Wielebnowsky NC, Fletchall N, Carlstead K, Busso JM and Brown JL: Noninvasive assessment of adrenal activity associated with husbandry and behavioral factors in the North American clouded leopard population. Zoo Biol 2002; 21:77-98.
167. Wiepkema PR: Behavioral aspects of stress. In Biology of stress in farm animals, an integrative approach. Wiepkema PR and Adrichem PWM (eds). 1987.
168. Wildt D.E. Male reproduction; assessment, management and control of fertility. In Kleiman DG, Allen ME, Thompson KV, Lumpkin D editors. Wild mammals in captivity. Chicago Press 1996; 429-450.
169. Williams GH, Dluhy RG. Diseases of the adrenal cortex. In Braunwald E, Isselbacher KJ et al. editors. Harrison's principles of internal medicine. Mc Graw Hill Book Co. 11 edition 1987; 1753-1774.
170. Wingfield JC, Hunt K, Breuner C, Dunlap K, Fowler GS, Freed L and Lepson J: Environmental stress, field endocrinology, and conservation biology. In "Behavioral approaches to conservation in the wild". Clemmons and Buchhols eds, Cambridge Univ Press, 1997; Pp 95-131.
171. Wingfield JC and Ramenofsky M: Hormones and the behavioral ecology of stress. In Stress physiology in animals edited by Balm PHM. Sheffield Academic Press-CRC Press England 1999; Pp 1-41.
172. Zambrano AF y Díaz SV: El radioinmunoanálisis y su control de calidad. Centro nuclear de México Nabor Carrillo e Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. México 1996.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 9. APÉNDICES

### Apéndice A: Antecedentes de los sujetos incluidos en el trabajo.

	Zoológico	Especie	Sexo	Origen	Albergue	# Anim.	Cap 3	Cap 4	Cap 5.1	Cap 5.2	Cap 6
Oc01HCh	A	Ocelote	Hembra	Mascota	Complejo	Pareja	+	+			
Oc02MCh	A	Ocelote	Macho	Mascota	Complejo	Pareja	+	+			
Oc03MAr	B	Ocelote	Macho	Mascota	Complejo	Pareja	+	+			
Oc04MAr	B	Ocelote	Macho	Mascota	Complejo	Solo	+	+			
Oc05HAr	B	Ocelote	Hembra	Mascota	Complejo	Pareja	+	+			
Oc06HZ	D	Ocelote	Hembra	Mascota	Complejo	Pareja	+	+			
Oc07MZ	D	Ocelote	Macho	No Mascota	Simple	Solo	+	+	+	+	
Oc08MZ	D	Ocelote	Macho	No Mascota	Simple	Solo	+	+	+	+	
Oc09MZ	D	Ocelote	Macho	No Mascota	Simple	Solo	+	+	+	+	
Oc10HZ	D	Ocelote	Hembra	No Mascota	Simple	Solo	+	+	+	+	
Oc11MZ	D	Ocelote	Macho	No Mascota	Complejo	Pareja	+	+			
Oc12MZ	D	Ocelote	Macho	Mascota	Simple	Solo	+	+	+	+	
Oc13MZ	D	Ocelote	Macho	No Mascota	Simple	Solo	+	+	+	+	
Oc14MZ	D	Ocelote	Macho	No Mascota	Simple	Solo	+	+			
Ja01Haf	C	Jaguarundi	Hembra	Mascota	Complejo	Grupo	+				
Ja02MAf	C	Jaguarundi	Macho	Mascota	Complejo	Grupo	+				
Ja03MAf	C	Jaguarundi	Macho	Mascota	Complejo	Grupo	+				
Ja04MAf	C	Jaguarundi	Macho	No Mascota	Complejo	Grupo	+				
Ja05HAr	B	Jaguarundi	Hembra	Mascota	Simple	Pareja	+		+		+
Ja06MAr	B	Jaguarundi	Macho	Mascota	Simple	Pareja	+		+		+
Ja07HZ	D	Jaguarundi	Hembra	No Mascota	Simple	Grupo	+		+		
Ja08MZ	D	Jaguarundi	Macho	Mascota	Simple	Solo	+		+		
Ja09HZ	D	Jaguarundi	Hembra	No Mascota	Complejo	Grupo	+		+	+	
Ja10HZ	D	Jaguarundi	Hembra	No Mascota	Complejo	Grupo	+				
Ja11HZ	D	Jaguarundi	Hembra	No Mascota	Complejo	Grupo	+				
Ja12HCh	A	Jaguarundi	Hembra	Mascota	Complejo	Pareja	+				
Ja13MCh	A	Jaguarundi	Macho	Mascota	Solo	Pareja	+		+		

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

	Zoológico	Especie	Sexo	Origen	Albergue	# Anim.	Cap 3	Cap 4	Cap 5.1	Cap 5.2	Cap 6
Ma01HCh	A	Margay	Hembra	Mascota	Complejo	Solo	+		+		
Ma02MZ	D	Margay	Macho	No Mascota	Complejo	Pareja	+		+	+	
Ma03HZ	D	Margay	Hembra	No Mascota	Complejo	Pareja	+		+	+	
Ma04HZ	D	Margay	Hembra	Mascota	Simple	Solo	+		+	+	
Ma05MZ	D	Margay	Macho	Mascota	Simple	Solo	+		+	+	
Ma06MZ	D	Margay	Macho	Mascota	Simple	Pareja	+		+	+	
Ma07HZ	D	Margay	Hembra	No Mascota	Simple	Pareja	+		+		

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 9. APÉNDICES

### **Apéndice B: catálogo de las categorías de conducta individual registradas** **(Modificado de Mellen 1989):**

- a) Locomoción: cualquier movimiento para desplazarse de un lugar a otro en el albergue. Incluye correr, caminar, trepar a los troncos o paredes, saltar como desplazamiento o trotar.
- b) Estereotipia de locomoción: patrón de conducta repetitiva, sin variación y sin una función u objetivo obvio (Fox 1965, Hutt and Hutt, 1965, Ödberg, 1965, citados por Mason 1991). En este caso corresponden a un movimiento ambulatorio con un recorrido específico, único de cada individuo, en un área determinada.
- c) Inactivo: en recumbencia lateral, esternal o dorsal, con los ojos cerrados.
- d) Prestar atención: sentado, echado, parado, etc. con los ojos abiertos y poniendo atención a lo que ocurre a su alrededor.
- e) Exploración: buscar, olfatear, acechar o manipular con los miembros anteriores.
- f) Consumo: comer o beber.
- g) Cuidado corporal: acicalarse con la lengua, afilarse las uñas, rascarse, morderse el pelo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

