

UNIVERSIDAD DEL MAR

CAMPUS PUERTO ESCONDIDO



Estrategias de enriquecimiento y balance nutricional para el manejo de una población de mono araña (*Ateles geoffroyi*) en el Zoológico del Altiplano, Tlaxcala

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Maestra en Ciencias: Manejo de Fauna Silvestre

Presenta:

Alejandra Hernández Pardo

Director de Tesis:

M.C. León Vélez Hernández

Co-director:

Dr. José Luis Arcos García

Puerto Escondido, Oaxaca
2016

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, toda (sin distinción de especie), porque soy lo que soy gracias a ellos.

A Martín, Allita, Berna, Oscarín y Allancito, porque han hecho de mis sueños los suyos, me han impulsado a ser y hacer lo que yo quiera, sin importar que eso implique soportar mis rarezas de bióloga y fan declarada de los animales desde que tengo uso de razón

A Ivette, Caro y Edith, mi familia de Puerto, han hecho de mí, a base de paciencia y carcajadas, una mejor versión que la que salió del D.F.

A todos en el Zoológico del Altiplano, al médico César Toriz por darme la oportunidad de trabajar mi tesis ahí; a los trabajadores de todas las áreas porque compartieron sus conocimientos conmigo y me trataron increíble, especialmente a los medicazos Rodrigo Gutiérrez y Florencio Rivera, que más que maestros, se convirtieron en amigos; a los chicos de servicio social de Biología y Veterinaria, y los de prepa, porque me echaron la mano con mis enriquecimientos y me hicieron pasar muy buenos ratos.

A mis profesores de la UMAR, en especial a mi director de tesis, el Maestro León Vélez, a mi co-director, el Dr. José Luis Arcos, y a mis asesores, la Maestra Fátima Delgado, el Dr. Roberto López y el Dr. Juan Meraz, por su paciencia y grandísima ayuda.

A todos mis amigos chilangos que de una forma u otra han estado apoyándome desde lejos. También a mis compas costeños, porque sin duda han hecho de mi estancia aquí algo tan bueno como para querer hacerla permanente.

Finalmente, y porque no podría ser de otro modo para mí, agradezco a mis monitos por darme el chance de estudiarlos y aprender de ellos, así como a todos los demás camaradas con pelos, plumas o escamas que han formado parte de mi vida y la han hecho más bonita.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	ANTECEDENTES	2
2.1	Generalidades del mono araña	2
2.2	Clasificación taxonómica.....	2
2.3	Aspectos reproductivos.....	3
2.4	Categorías de edad.....	4
2.5	Organización social.....	4
2.6	Alimentación	5
2.7	Hábitos y conducta en vida libre	6
2.8	Distribución y hábitat.....	7
2.9	Estatus de conservación	8
2.10	Uso en laboratorio del mono araña	8
2.11	Bienestar animal	9
2.12	Requerimientos del albergue para monos araña en cautiverio	10
2.13	Alimentación en cautiverio	12
2.14	Enriquecimiento animal.....	14
2.15	Tipos de enriquecimiento	15
2.16	Historia de los zoológicos	17
2.17	Marco histórico del bienestar animal en cautiverio	18
2.18	El bienestar animal en México	19
2.19	El estudio de primates en México	21
III.	JUSTIFICACIÓN.....	22
IV.	OBJETIVOS.....	24
4.1	General:	24
4.2	Específicos:.....	24
V.	MATERIAL Y MÉTODOS	25
5.1	Área de estudio	25
5.2	Población de estudio.....	25
5.3	Condiciones del encierro.....	26
5.4	Evaluación de la dieta y diseño de dieta balanceada	26
5.5	Elaboración del etograma de la población de monos araña del Zoológico del Altiplano	27
5.6	Evaluación del programa de enriquecimiento	27

5.7	Análisis estadístico.....	28
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
6.1	Evaluación de la dieta	29
6.2	Dieta formulada.....	30
6.3	Etograma	34
6.4	Programa de enriquecimiento	35
VII.	CONCLUSIONES	42
	REFERENCIAS:	43
	APÉNDICE DE TABLAS	54
	Tabla 1. Dieta (base húmeda) ofrecida a la población de <i>A. geoffroyi</i> del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.....	55
	Tabla 2. Programa de enriquecimiento aplicado a la población de <i>A. geoffroyi</i> del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.	56
	Tabla 3. Evaluación de la dieta ofrecida a la población de <i>A. geoffroyi</i> del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.....	57
	Tabla 4. Propuesta de dieta formulada (base seca) para la población de <i>A. geoffroyi</i> del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.....	58
	Tabla 5. Etograma de la población de <i>A. geoffroyi</i> del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.....	59
	Tabla 6. Propuesta de dieta con ajustes para el enriquecimiento “mini piñatas” para la población de <i>A. geoffroyi</i> del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.....	62
	Tabla 7. Propuesta de dieta con ajustes para el enriquecimiento “manojitos aromáticos” para la población de <i>A. geoffroyi</i> del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.....	63
	Tabla 8. Propuesta de dieta con ajustes para el enriquecimiento “pelotas dulces” para la población de <i>A. geoffroyi</i> del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.....	64
	Tabla 9. Propuesta de dieta con ajustes para el enriquecimiento “alimento en el techo” para la población de <i>A. geoffroyi</i> del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.....	65
	Tabla 10. Propuesta de dieta con ajustes para el enriquecimiento “tubos con alimento” para la población de <i>A. geoffroyi</i> del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.....	66
	Tabla 11. Valores de la prueba Wilcoxon para la frecuencia promedio de las conductas presentadas por la población de <i>A. geoffroyi</i> del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.....	67
	APÉNDICE DE FIGURAS	68
	Figura 1. Distribución de <i>Ateles geoffroyi</i> en México. Fuente: CONABIO (2010).....	69

Figura 2. Población de 1 macho y 3 hembras <i>Ateles geoffroyi</i> adultos del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.	70
Figura 3. Zona alopécica en la cola de un ejemplar de <i>Ateles geoffroyi</i> del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.	71
Figura 4. Interior del exhibidor de los monos araña del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.	72
Figura 5. Aplicación del enriquecimiento “Mini piñatas” en el Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.	73
Figura 6. Aplicación del enriquecimiento “Manojitos aromáticos” en el Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.	74
Figura 7. Aplicación del enriquecimiento “Pelotas dulces” en el Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.	75
Figura 8. Aplicación del enriquecimiento “Alimento en el techo” en el Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.	76
Figura 9. Aplicación del enriquecimiento “Tubos con alimento” en el Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.	77
Figura 10. Conducta patológica: “Morderse”, presente en la hembra con alopecia en la cola.	78

I. INTRODUCCIÓN

México cuenta con una gran diversidad de fauna silvestre, los usos que se le dan a algunas especies, en muchos casos implica la extracción o cacería, lo que sumado al deterioro del hábitat, ha mermado sus poblaciones. Tal es el caso del mono araña (*Ateles geoffroyi*), una de las tres especies de primates no humanos que se distribuyen en México (Benítez *et al.* 1990), y que debido a su extracción para ser comercializado como mascota, a la caza y a la pérdida de su hábitat, se encuentra en peligro de extinción de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana de Especies en Riesgo, NOM-ECOL-059-SEMARNAT-2010 (DOF 2010).

Uno de los principales métodos de conservación *ex situ* que se ha utilizado para el mantenimiento de las poblaciones de mono araña y otras especies, ha sido la reproducción dentro de zoológicos (López 2013). Sin embargo las condiciones de cautividad generan estrés en los animales, lo que repercute de manera negativa en la salud y bienestar de estos (Sutherland 1998).

Para estimar el estado de bienestar animal es útil llevar a cabo estudios sobre comportamiento y patrones de actividad, ya que los animales bajo condiciones estresantes suelen presentar conductas patológicas (Cardona *et al.* 2004).

Un método para reducir el estrés de la fauna en cautiverio es el enriquecimiento, consistente en técnicas, materiales y prácticas cuya finalidad es proveer un ambiente adecuado que estimule conductas naturales de cada especie y disminuya las conductas patológicas (Galindo & Brousset 1999).

Para el caso específico de la población de monos araña que se encuentran dentro de la colección del Zoológico del Altiplano en Tlaxcala, México, no se cuenta con un plan de manejo que incluya la aplicación de un programa de enriquecimiento que considere los requerimientos nutricionales de los ejemplares.

II. ANTECEDENTES

2.1 Generalidades del mono araña

El mono araña, *Ateles geoffroyi* Kuhl, 1820, es un primate perteneciente a la familia de los Atélidos (Cuarón *et al.* 2008). Son animales de cuerpo y extremidades alargadas que presentan cabeza pequeña. Su coloración es variable, pero en términos generales se caracterizan por tener un color negro en la parte superior y los costados más claros, alcanzan tonalidades marrones, la zona ventral es de color claro, de blanco a crema, todos los individuos presentan manos negras. Poseen extremidades largas y delgadas, una cola larga y prensil, y manos carentes de pulgar, debido a una adaptación evolutiva que les permite sujetarse y sostenerse de las ramas para facilitar la locomoción (Hines 2005). Tienen un peso de 4.5 a 7.5 kg (Coates-Estrada & Estrada 1986), en términos generales son más pesados los machos que las hembras (Rodríguez 2007). El rango de medidas registradas para ambos sexos es de 33 a 58 cm del cuerpo y de 52 a 79 cm de la cola (CONABIO 2011). Viven alrededor de 20 a 25 años en vida libre, en cautiverio su longevidad promedio es de 30 años (Chávez 2012).

2.2 Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de los monos araña (ITIS 2015) es la siguiente:

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Clase: Mammalia

Orden: Primates

Suborden: Haplorrhini

Familia: Atelidae

Subfamilia: Atelinae

Género: *Ateles*

Especie: *Ateles geoffroyi*

Nombre común: mono araña centroamericano

La familia Atelidae está representada por los monos más grandes de América. Todos tienen cola prensil con su extremo ventral desnudo para un mejor agarre. En total se reconocen 21 especies, pertenecientes a cinco géneros y dos subfamilias. La subfamilia Atelinae incluye a *Ateles* (Wallace & Rumiz 2010).

2.3 Aspectos reproductivos

El dimorfismo sexual no es muy marcado, sin embargo, las hembras presentan un clítoris largo y conspicuo (Coates-Estrada & Estrada 1986), notoriamente más grande que el pene flácido del macho. Esta característica es la más útil para determinar el sexo de animales a la distancia (Wallace & Rumiz 2010). Alcanzan la madurez sexual, entre los 4 a 5 años y medio de edad (Rodríguez 2007).

No se considera a *Ateles* como un reproductor estacional, sin embargo, se han observado picos en la frecuencia de nacimientos asociados a la época con abundancia de frutos carnosos disponibles (Wallace & Rumiz 2010). Las cópulas siempre inician por acción de las hembras (López 2013), mismas que copulan con más de un macho durante un período de receptividad (8-10 días). La cópula dura entre 14-17 minutos como rango promedio (Wallace & Rumiz 2010) y se presenta sin observaciones de un ritual precopulatorio (López 2013).

Los monos araña presentan una baja tasa reproductiva, registrándose en algunas poblaciones de *A. geoffroyi* 0.38 nacimientos/hembra adulta al año (Ramos 2000). Esta baja tasa está relacionada con períodos extendidos de dependencia de las crías y a intervalos largos entre nacimientos; estudios a largo plazo indican que el promedio entre nacimientos generalmente es de tres años y el mínimo observado fue de dos años, se espera que la ocurrencia de nacimientos responda a variaciones predecibles en la disponibilidad de alimento o, menos frecuentemente, a factores de mortalidad de infantes (depredación e infanticidio). La gestación tiene una duración de 200 a 232 días (Wallace & Rumiz 2010) y generalmente tiene como resultado sólo una cría por embarazo

(Coates-Estrada & Estrada 1986), aunque excepcionalmente pueden tener mellizos (Wallace & Rumiz 2010).

2.4 Categorías de edad

De acuerdo con los criterios de clasificación por edades de Glander (1981) y Clarke (1990), los monos se dividen en cuatro categorías, algunas de ellas con subcategorías: 1) infante, infante 1 (0-3 meses), infante 2 (4-6 meses), infante 3 (7-12 meses); 2) juvenil, juvenil 1 (13-20 meses), juvenil 2 (21-36 meses); 3) subadulto (37-48 meses) y 4) adulto (más de 49 meses) (Rodríguez & Cortés 1995).

El destete es el proceso que marca la transición de infante a juvenil, se da de manera gradual (Wallace & Rumiz 2010), iniciando la ablactación, es decir la introducción de alimentos sólidos en la dieta del lactante, a los 3 meses de edad y el destete a los 12 meses (Tello 2009). A partir de los 14 meses, las madres pueden empezar a rechazar juveniles que quieren lactar. De allí, el juvenil interactúa más con otros individuos aunque puede seguir durmiendo con su madre. Se les considera subadultos cuando comienzan a mostrar las características sexuales secundarias y después se convierten en adultos cuando alcanzan la madurez sexual (Wallace & Rumiz 2010).

2.5 Organización social

Poseen una organización social con una dinámica de alta fisión-fusión (Davis 2009) observada también en chimpancés (*Pan troglodytes*), que consiste en un grupo que se divide en subgrupos más pequeños de acuerdo a la distribución y disponibilidad de alimentos (Hines 2005), esto como estrategia para minimizar la competencia intraespecífica y explotar con mayor eficiencia los recursos (Ortíz *et al.* 2012). Estos pequeños subgrupos se dispersan en busca de alimento, sin embargo se mantienen en contacto cercano por medio de vocalizaciones (Hines 2005).

Viven en comunidades multi-machos/multi-hembras (Davis 2009). En la mayoría de los primates, los machos son quienes emigran del grupo cuando son subadultos o llegan a ser adultos jóvenes. Sin embargo, en el caso de *Ateles*, son las hembras quienes emigran de su grupo natal entre los 4.9 y 6.3 años de edad. Por otro lado, los machos quedan en su grupo natal toda la vida (Wallace & Rumiz 2010).

2.6 Alimentación

La dieta de *A. geoffroyi* está compuesta en un 72% por frutos maduros, 22% de hojas (Milton 1993), principalmente brotes y hojas nuevas (Wallace & Rumiz 2010) y 6% de flores (Milton 1993), ocasionalmente consumen insectos y huevos de aves (Coates-Estrada & Estrada 1986), además de algunos otros elementos como hongos y corteza de árboles (Wallace & Rumiz 2010).

Se alimentan aproximadamente cuatro veces al día (Rodríguez 2007), dedican entre 29 y 36 por ciento de su tiempo en la actividad de forrajeo, lo que depende de la época del año (Cardona *et al.* 2004), inclusive se ha reportado un 57% para esta actividad (Hines 2005). En términos generales, el resto del tiempo, lo ocupan para desplazarse distancias considerables para obtener frutos dulces y de consistencia carnosa, que son los preferidos (CONABIO 2011). Aparentemente, se especializan en el consumo de frutos con altas concentraciones de lípidos (Wallace & Rumiz 2010), mismos que son escasos, en condiciones naturales, y se encuentran en áreas lejanas entre sí (Lambruschi & Halloy 2010). Cubren un ámbito hogareño de entre 1 a 4 km² (CONABIO 2011).

Una revisión acerca de la diversidad de especies que forman parte de la dieta de los monos araña, menciona entre 40 y 243 morfoespecies de plantas (Di Fiore *et al.* 2008). Sin embargo, algunas especies dominan la dieta de *Ateles*, siendo las familias más consumidas: Moraceae, Ulmaceae, Anacardiaceae, Arecaceae, Malpighiaceae, Myrtaceae, Sapotaceae y Ulmaceae (Wallace & Rumiz 2010).

Algunas especies vegetales de importancia alimenticia para el mono araña son chicozapote (*Achras zapota*), cacahuatate (*Licania arborea*), tamarindo silvestre (*Dialium guianense*), tempequixtle (*Bumelia persimilis*), ajuate (*Aphananthe monoica*), árbol drago (*Pterocarpus acapulcensis*), ramón (*Brosimum alicastrum*), indio desnudo o chaká (*Bursera simaruba*) cicaquite (*Lysiloma divaricatum*), cacalósúchil (*Plumeria rubra*), y árboles de higo (*Ficus spp.*) (CONABIO 2011).

Cabe mencionar que los monos araña han sido observados utilizando salitrales, tanto en el suelo del bosque, como en barrancas y acantilados de serranías, donde ingieren suelo arcilloso y toman agua; sin embargo, no se sabe con exactitud si el consumo de suelos en salitrales es para acceder a nutrientes faltantes en la dieta, como en el caso de loros y guacamayas que obtienen sodio y magnesio, o para mitigar el efecto tóxico de compuestos secundarios que contienen algunas de las plantas que consumen, como lo hacen los elefantes (Wallace & Rumiz 2010).

2.7 Hábitos y conducta en vida libre

Tienen hábitos diurnos y estrictamente arbóreos (Cardona *et al.* 2004), rara vez bajan al suelo, ya que los árboles son el nicho ecológico de la especie (CONABIO 2011) y es en el estrato superior de la vegetación donde encuentran la mayor parte de su alimento (Lambruschi & Halloy 2010), lo que se ve reflejado en algunas de sus características morfológicas (Hines 2005).

Utilizan un intervalo de altura que va desde los 5 hasta los 30 m, siendo de 20 a 25 m el intervalo de alturas más utilizado para llevar a cabo todas sus actividades (Benítez *et al.* 1990). Evitar el desplazamiento a nivel del suelo podría estar relacionado con la amenaza real o percibida respecto de depredadores terrestres (Lambruschi & Halloy 2010), por ello se desplazan entre los árboles utilizando una combinación de escalada, cuadrupedismo y braquiación asistida con la cola, en la que se balancean de rama en rama utilizando sus brazos y sosteniéndose con la cola (Torstensson 2009). Además,

los atélidos tienen una buena visión binocular que les da un sentido de profundidad, lo que les permite saltar entre las ramas del dosel (Wallace & Rumiz 2010).

En vida libre los monos araña dedican gran parte del día a descansar (aproximadamente el 50 %), en segundo lugar a forrajear y en tercer lugar a moverse (Lambruschi & Halloy 2010). A diario, los machos se desplazan distancias mayores que las hembras, ya que realizan patrullajes alrededor de los límites del territorio (Wallace & Rumiz 2010). Se ha reportado que las distancias recorridas diariamente entre machos y hembras de *Ateles belzebuth* presentan diferencias significativas, con un promedio de 1.96 km recorridos por machos y 0.98 km por hembras (Shimooka 2005).

2.8 Distribución y hábitat

El género *Ateles* presenta la distribución geográfica más septentrional en México (Figura 1), abarca los estados de Veracruz, Tabasco, Chiapas, Quintana Roo, Campeche, Yucatán, sur de Tamaulipas y parte de Oaxaca (Benítez *et al.* 1990), específicamente en las selvas perennifolias, subperennifolias y caducifolias, bosques mesófilos de montaña, así como manglares (Ortíz *et al.* 2012).

La destrucción de estos ecosistemas ha llevado a la desaparición de algunas poblaciones de primates en muchas zonas del sureste de México, particularmente en algunas áreas de la estación biológica de los Tuxtlas, en donde también se han obtenido datos de poblaciones con densidades muy bajas de 1 individuo/km² (Coates-Estrada & Estrada 1986), contrastando con áreas bien conservadas en donde se reportan densidades entre 10 y 60 individuos por km² (Ortíz *et al.* 2012). Un caso particular es el de una región bien conservada en Punta Laguna, Quintana Roo, donde en 2003 se estimaron 89.5 individuos por km² (CONABIO 2011; Ramos & Ayala 2003).

2.9 Estatus de conservación

Se considera que durante la primera mitad del siglo XX aproximadamente un 50% de los bosques tropicales desaparecieron (Priest 1999). Debido a esto, la distribución de los monos araña se redujo en un 80% y estas poblaciones remanentes, al estar en hábitats fragmentados, se encuentran en condiciones de aislamiento (Estrada & Mandujano 2003), por lo que es necesario conocer el estado de conservación de la especie.

En la Norma Oficial Mexicana de Especies en Riesgo (NOM-ECOL-059-SEMARNAT-2010), *A. geoffroyi* aparece en peligro de extinción (DOF 2010). La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) lo contempla dentro del apéndice I (CITES 2008). En el Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) se encuentra en la categoría de especie amenazada desde 2008 (Cuarón *et al.* 2008).

2.10 Uso en laboratorio del mono araña

Los humanos pertenecemos al orden de los primates, igual que los monos y los grandes simios, siendo estos últimos los más cercanos genéticamente a las personas. Los chimpancés (*Pan troglodytes*) y bonobos (*Pan paniscus*) difieren en su genoma del humano en tan sólo 1.2%. En cuanto a los monos, los más similares genéticamente a los humanos, son los cercopitécidos o monos del viejo mundo, tal es el caso del macaco Rhesus (*Macaca mulatta*), cuyo genoma difiere del humano en un 7% (Smithsonian, 2015).

Debido a esta proximidad genética, los primates no humanos son excelentes modelos de estudio en el área de la medicina para producción y prueba de vacunas virales, evaluar la toxicidad de nuevas drogas y en varios tipos de pruebas en las áreas de parasitología, reproducción y nutrición, entre otras (Holm *et al.* 2007).

Dada la mayor similitud entre los genomas de humanos y de especies del “Viejo Mundo”, los estudios más comunes en primates, han sido llevados a cabo en organismos tales como chimpancés (*P. troglodytes*), gorilas (*Gorilla gorilla*) y macacos (*Macaca spp*). Por otro lado, especies americanas, más alejadas evolutivamente del hombre, incluido el mono araña, han sido menos estudiadas (Lambruschi & Halloy 2010), situación que no disminuye la necesidad de asegurar el bienestar de los ejemplares.

2.11 Bienestar animal

El bienestar animal se define, de acuerdo con la Ley Federal de Sanidad Animal, como el conjunto de actividades encaminadas a proporcionar comodidad, tranquilidad, protección y seguridad a los animales durante su crianza, mantenimiento, explotación, transporte y sacrificio (Ley Federal de Sanidad Animal 2012). Este concepto incluye proveer a los individuos en cautiverio las condiciones para alcanzar un estado de satisfacción de las necesidades biológicas, ambientales y psicológicas necesarias para que pueda desarrollarse, vivir sanamente, reproducirse y expresar su conducta natural (AZCARM 2004).

Desde el punto de vista físico, el bienestar animal se refiere en términos generales a la ausencia de enfermedad; sin embargo, el aspecto psicológico es más complejo, ya que incluye una buena salud mental, que los individuos se encuentren libres de estrés, que posean la habilidad de adaptarse efectivamente al ambiente y el despliegue de las conductas típicas de la especie (Swanson 1995).

Es importante tener en cuenta que no todas las conductas son igualmente importantes en lo que al bienestar del animal se refiere, desde un punto de vista práctico, la indicación más clara de que una conducta es importante en sí misma, es el hecho de que el animal muestra una respuesta de estrés o manifiesta conductas anormales cuando no puede expresar dicha conducta (FAWEC 2012). Dentro de los indicadores más utilizados para evaluar el bienestar animal se

encuentran los aspectos del comportamiento (Swanson 1995), ya que bajo condiciones de estrés es común que se altere el sistema endocrino de los animales, lo que produce cambios conductuales, movimientos estereotipados, excesiva inactividad, actividades de desviación sexual y cuidado materno anormal, los cuales son frecuentes conductas indicadoras de estrés (Cardona *et al.* 2004).

Para asegurar el bienestar de todos los animales, éstos deben recibir un trato digno y respetuoso, que de acuerdo a la Ley General de Vida Silvestre, se refiere a las medidas para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, tratamiento médico, comercialización y sacrificio (Ley General de Vida Silvestre 2013). El concepto de trato digno incluye a todos los animales, sin embargo debido a la estrecha relación que tienen con el ser humano, los primates son considerados de manera especial (López 2013) tanto por su proximidad genética como por sus desarrolladas habilidades sociales (Holm *et al.* 2007).

De acuerdo al código de ética de la Asociación de Zoológicos, Criaderos y Acuarios de México, dentro del concepto de bienestar animal, se consideran los aspectos de: albergues, manejo rutinario, control de enfermedades infecciosas, higiene, nutrición, manejo de animales enfermos y enriquecimiento animal (AZCARM 2004).

2.12 Requerimientos del albergue para monos araña en cautiverio

En cautiverio, los albergues para monos araña deben ser provistos de estructuras ubicadas a diferentes alturas, que les permitan colgarse, intentando abarcar distintos estratos con alturas mayores a 5 m, y faciliten la locomoción braquial, natural en esta especie (Lehner 1984). Por otra parte, su compleja organización social, es un factor que debe ser considerado dentro de sus requerimientos en cautiverio (Davis 2009), por lo que los encierros que albergan

especies sociales o gregarias deben poder albergar a más de un individuo (DOF 2014).

El espacio mínimo que se debe proporcionar a cada uno de los primates no humanos, ya sean alojados individualmente o con otros primates, será determinado por el peso típico de los animales de su especie, con excepción de las especies braquiadoras, ya que requieren espacio vertical adicional para el desarrollo del comportamiento arbóreo típico de estas especies (Chávez 2012), para estos casos, establecer un tamaño mínimo de jaula tiene un valor limitado, pues es más importante la calidad del espacio que la cantidad del mismo. El encierro debe tener un área suficiente que permita al animal mantener una postura normal, cambiar de posición y realizar movimientos típicos de la especie tanto a nivel de piso, como por encima de éste (Reinhardt *et al.* 1996). La Guía para el cuidado y uso de animales de laboratorio, publicada por el National Research Council, indica que para el caso de especies de primates braquiadoras, la altura mínima que debe tener una jaula es aquella en la que el individuo completamente extendido, pueda balancearse del techo, sin que sus pies toquen el piso. En cuanto al área del piso de la jaula que se recomienda para especies de primates con pesos de entre 3 y 10 kg, rango que incluye a *A. geoffroyi*, ésta debe ser de 0.28 m² por animal encerrado (NRC 2011).

Con la finalidad de reducir el estrés de los animales, es importante que el albergue cuente con un área que permita que los ejemplares puedan alejarse de la vista de los visitantes. Un estudio realizado en el Zoológico de Chester, en el Reino Unido, demostró que cuando los monos araña no tienen la oportunidad de esconderse de la vista del público, sus niveles de estrés incrementan (Dawson 2009).

Se recomienda que para la seguridad del personal, las instalaciones limiten el contacto directo con los individuos durante las actividades cotidianas como la limpieza, alimentación y observación (López 2013). Según la Norma Mexicana

que establece los requisitos para la certificación con respecto al bienestar animal, conservación, investigación, educación y seguridad en los zoológicos (NMX-AA-165-SCFI-2014), las instalaciones deben contar con puertas dentro del área de manejo que abran hacia adentro, además de permitir visibilidad total al interior. De tratarse de puertas de guillotina o corredizas, deben contar con un mecanismo que las detenga en cuanto se detecte el paso de un animal o una persona (DOF 2014).

En vida libre, los animales deben adaptarse a ambientes complejos, en donde deben lidiar con amenazas y algunas privaciones, por ejemplo depredadores, parásitos, falta de alimentos o una dieta pobre en nutrientes, falta de refugio, inclemencias del clima, entre otros (ACC & CCAC 2008). Cuando se encuentran cautivos, como en el caso de los zoológicos, carecen de estos estímulos ambientales que promuevan y mantengan las conductas típicas de las especies en vida silvestre. Algunos ejemplos de encierros con bajos niveles de complejidad, incluyen encierros con espacios más pequeños de lo recomendado para la especie en cuestión, con poco mobiliario en su interior (Dawson 2009), como juguetes, postes, aparatos para trepar, tubos de PVC para la privacidad y el juego, entre otros (Olfert *et al.* 1998); y/o condiciones en las que se provee el alimento en horarios establecidos y en un mismo lugar siempre (Dawson 2009). Para el caso de los monos araña, las jaulas deben ser provistas de un ambiente con accesorios móviles y fijos para incrementar la complejidad de la jaula (López 2013), proporcionando estructuras que simulen el espacio arbóreo (Cisneros 2006).

2.13 Alimentación en cautiverio

Los monos araña han sido mantenidos en condiciones de cautiverio con una amplia variedad de dietas, que incluyen alimento comercial en forma de croquetas o pellets para monos, adicionadas con vitamina D₃ (Lehner 1984) y con alto contenido de proteínas, que van de un 18% a un 22% (Nijboer 2015). También es importante considerar que todos los primates requieren de una

fuelle de vitamina C (Henrickson 1984), misma que en la mayoría de las ocasiones es provista a través de dietas comerciales y suplementos alimenticios, debido a que la ingesta de esta vitamina a partir de los alimentos naturales generalmente no es suficiente (Nijboer 2015).

Por otro lado, la variación en la ubicación y el tiempo en que se proporciona el alimento a los individuos cautivos, es una estrategia empleada para añadir variabilidad a la vida de los animales. Para incrementar la complejidad en la obtención de los alimentos, se ocupan técnicas consistentes en la modificación de la presentación de la dieta, por ejemplo, la presentación de alimentos enteros o difíciles de procesar antes de ingerir, por ejemplo frutos con cáscara dura (Rodríguez 2007), o la adición de alimentos muy llamativos dentro de un objeto novedoso que el animal deberá manipular para poder obtenerlos. En primates, por ejemplo, se añaden estos alimentos llamativos dentro de bloques de hielo, de modo que los animales deben investigar y manipular el hielo para poder consumir el premio (Priest 1999).

Proporcionar una dieta adecuada, que cubra los requerimientos nutricionales de los animales silvestres en cautiverio, es un aspecto muy importante que debe ser considerado para mantener a los individuos saludables y con un potencial reproductivo adecuado (Cisneros 2006). De acuerdo con la Norma Mexicana que establece los requisitos para la certificación con respecto al bienestar animal, conservación, investigación, educación y seguridad en los zoológicos (NMX-AA-165-SCFI-2014), los zoológicos deben suministrar alimentación, acorde a los requerimientos nutricionales de cada especie e individuo, incluyendo los suplementos necesarios, de acuerdo a la etapa fisiológica y de salud, fomentando la conducta natural de forrajeo y evitando la monopolización y competencia por el alimento (DOF 2014).

2.14 Enriquecimiento animal

El término enriquecimiento, en el ámbito de la fauna es relativamente nuevo, hasta antes de 1982, esta palabra no estaba relacionada con los animales en cautiverio (Priest 1999). En un aspecto amplio se refiere al acto de mejorar las condiciones a través de la adición o incremento de algún atributo o característica deseable (Galindo & Brousset 1999), puede valerse del uso de objetos, naturales o no, en una instalación que resguarde fauna con el objetivo primordial de mejorar la calidad de vida de estos (Cisneros 2006).

Los métodos de enriquecimiento abarcan desde la aplicación de un solo estímulo, hasta la incorporación de una gran cantidad de herramientas ambientales dentro del albergue (Galindo & Brousset 1999). Puede utilizarse para promover la actividad, evitar el desarrollo de estereotipias o estimular la interacción con sus conespecíficos (Cisneros 2006).

En la actualidad, para aumentar las conductas naturales, el método de enriquecimiento es aplicado por muchos zoológicos, cuyas metas más comunes incluyen eliminar conductas indeseables como estereotipias, inactividad, automutilación, coprofagia, excesiva excitabilidad y otras conductas redirigidas. A largo plazo, en especies amenazadas o en peligro de extinción, se pretende facilitar la reproducción y mantener la variabilidad genética de las poblaciones cautivas, así como conservar los repertorios conductuales determinados filogenéticamente, que permitan la reintroducción de individuos nacidos en cautiverio a la vida silvestre (Galindo & Brousset 1999).

Los programas de enriquecimiento incluyen varias técnicas, materiales y prácticas que buscan proveer un adecuado ambiente social, mantener a los individuos ocupados, para permitir la aparición de conductas en respuesta a un medio ambiente estimulante (Sheperdson 2010). Dentro de las técnicas de enriquecimiento se incluyen las manipulaciones del ambiente físico, como las modificaciones a las características del albergue, la introducción de objetos

novedosos y juguetes, presencia de estímulos (visuales, olfativos, auditivos), entrenamiento y aspectos de la alimentación, como variedad de contenido y presentación (Galindo & Brousset 1999). También se puede alternar la ubicación donde se proporcionan los alimentos, esconder algunos elementos de la dieta o dificultar su obtención, con la finalidad de incrementar las conductas exploratorias (Dawson 2009).

2.15 Tipos de enriquecimiento

El enriquecimiento en términos generales se puede clasificar en las siguientes categorías:

- **Enriquecimiento del ambiente físico o estructural:** se refiere particularmente al lugar donde es albergado el ejemplar en cuanto a la forma, tamaño, objetos, grado de complejidad y de elección tanto en su casa de noche (área anexa al exhibidor donde generalmente los animales son alojados para dormir), como en el exhibidor (Martínez 2013). En este caso, el tamaño es importante; sin embargo, es más la utilización del espacio dentro del recinto y cuán complejo puede ser. Es vital que se provean elementos que permitan cubrir las necesidades naturales del animal, ofreciendo oportunidades para el comportamiento típico de la especie, como estructuras para escalar o esconderse, sustratos que les permitan explorar y anidar, entre otros (Khoshen 2013).
- **Enriquecimiento alimenticio:** la alimentación de los animales en cautiverio es sistemática y monótona, lo que la hace de fácil predicción para el ejemplar, esto conlleva a un incremento en el tiempo de estereotipias de locomoción antes de la hora de comer (Martínez 2013). El enriquecimiento alimenticio ayuda a los animales a ganar control sobre su entorno, agregando estímulos, novedad y variedad (Khoshen 2013), mediante la diversidad de presentación, tipo y periodicidad en que se proporciona la dieta, haciendo uso de diferentes estrategias y materiales, que pueden o

no proporcionar alimento extra a su dieta (Martínez 2013), lo que permite al ejemplar buscar y manipular su comida hasta que sea adecuada para su consumo, tal y como lo haría en vida libre (Khoshen 2013).

- Enriquecimiento ocupacional: consiste en la introducción de elementos en el encierro con el objeto de potenciar las capacidades cognitivas y motoras de los animales, mejorando así sus habilidades físicas y psicológicas (Soriano 2012). Es el más utilizado ya que incluye todo tipo de objetos manipulables de fácil adquisición y a bajos costos que consiguen proporcionar diversión y aprendizaje tanto al ejemplar como al espectador (Martínez 2013). Siendo esto de gran importancia, ya que uno de los principales objetivos de los zoológicos, además de la conservación y la investigación científica, es la educación del público (Collados 1997).
- Enriquecimiento sensorial: pretende estimular aquellos sentidos que los animales han desarrollado a través de la adaptación biológica. Dependiendo de los sentidos implicados, puede ser de tipo visual (imágenes, videos, observación directa de individuos de su misma especie o de una especie diferente), gustativo (nuevos sabores), olfativo (exposición a aromas como perfumes, esencias naturales, especias, heces de otros animales), táctil (presentación de diversas texturas) y auditivo (música, vocalizaciones) (Soriano 2012).
- Enriquecimiento social: es importante que los animales puedan expresar su repertorio normal de comportamientos sociales en cautiverio, como acicalamiento, juego, cortejo y comportamientos de dominancia. El enriquecimiento social incluye la presencia de compañeros dentro de un mismo recinto, y en algunos casos de otras especies compatibles. Se debe evitar la vivienda solitaria de animales sociales debido a los efectos nocivos para su salud y bienestar (Khoshen 2013).

- Entrenamiento: es un medio de enriquecimiento útil, ya que estimula las capacidades físicas y cognitivas del animal. El objetivo es interactuar con el animal causándole el mínimo estrés y utilizando siempre la técnica del refuerzo positivo (Soriano 2012). Es empleado con la finalidad de reducir el estrés ante la interacción con las personas sobre todo cuando se pretenden hacer manejos médicos rutinarios o emergentes (Martínez 2013). El entrenamiento también evita el aburrimiento, estimulando al animal mentalmente, sacándolo de la rutina diaria (Khoshen 2013).

En algunos escritos suelen encontrarse: el enriquecimiento mixto, que es la integración de varias de las técnicas descritas previamente, lo que sin duda brinda una mayor complejidad al entorno (Martínez 2013).

2.16 Historia de los zoológicos

Desde hace mucho tiempo, los animales silvestres han sido mantenidos en cautiverio en colecciones tipo zoológico. En el año 1500 A.C. en Egipto existía una colección de animales silvestres que se mantenían y reproducían en cautiverio con fines religiosos y económicos. Por otro lado, 500 años después, en China, el emperador Wen Wang, mandó construir “El Parque de la Sabiduría” donde se exhibían animales exóticos como rinocerontes y tigres. En México, durante el gobierno de Moctezuma (1502-1520), éste mando construir “La Casa de las Fieras” el primer zoológico de América y uno de los primeros en el mundo (Gual *et al.* 2006). Cuando los españoles llegaron en 1519, calificaron este lugar de acuerdo a sus estándares europeos como un zoológico muy bien desarrollado (Priest 1999).

A pesar de que las colecciones de animales silvestres en cautiverio existían desde hace mucho tiempo, el concepto de parque o jardín zoológico en el que los animales tienen libertad de movimiento es relativamente moderno (Gual *et al.* 2006).

En los inicios de los zoológicos, el público sabía muy poco acerca de la biología de las especies que observaban; desconocían su hábitat natural, así como el comportamiento típico, ya que simplemente eran exhibidos en jaulas. Fue a principios del siglo XX que el comerciante de animales Carl Hagenbeck planteó que los animales deberían ser exhibidos en espacios abiertos, donde el exhibidor simulara el hábitat de origen (Priest 1999). En 1925, el primatólogo Robert Yerkes sugirió que la mayor probabilidad de una mejora para los primates cautivos depende de la instalación de aparatos que puedan ser utilizados por ellos para jugar y trabajar (Kulpa-Eddy *et al.* 2005). En 1970, el doctor Hall Markowitz propuso que los animales tuvieran la oportunidad de ejercer cierto control sobre sus horarios de alimentación, bebida y ejercicio (Priest 1999).

En 1976 los arquitectos de paisaje Jon Coe y Grant Jones, y el biólogo Dennis Paulson, desarrollaron el concepto de “exhibición de inmersión”, estas exhibiciones muestran a los animales en ambientes similares al medio natural, con elementos como vegetación, rocas, agua e incluso otras especies de animales; pero lo más importante, introducen al visitante dentro del ambiente exhibido (Collados 1997).

En 1993 la Asociación Mundial de Zoológicos y Acuarios publicó la primera edición de la Estrategia Mundial de Conservación en Zoológicos y Acuarios, que integra el papel de los zoológicos y acuarios en la conservación global. En 2005 se publicó una segunda versión de este documento que refleja los cambios en las estrategias y prioridades de las organizaciones conservacionistas, estableciendo a los zoológicos como modelos de conservación (Gual *et al.* 2006).

2.17 Marco histórico del bienestar animal en cautiverio

El inicio de los movimientos en pro del trato humanitario hacia los animales comenzó en Estados Unidos con la Ley Mosaica en 1641, que prohibía la

crueidad contra los animales y en Gran Bretaña con el Acta de Crueldad Animal, aprobada por el parlamento en 1876 (Priest 1999).

Por otro lado, en Estados Unidos se formó la Sociedad Americana para Prevenir la Crueldad Animal en 1869; más adelante, en 1883, con el avance en las investigaciones médicas, surgió una creciente preocupación por los animales utilizados para este fin, y con ella apareció la Sociedad Americana Antiviviseccionista. A partir de esto, a finales del siglo XIX, comenzaron a aparecer asociaciones en contra de la vivisección en América y Europa, principalmente en Gran Bretaña, que dieron fuerza al movimiento humanitario. En 1952 apareció el Instituto de Bienestar Animal que exigía mejores condiciones para los animales de granja y de laboratorio (Silberman 1988).

Fue en el año de 1966 que el congreso americano aprobó el Acta de Bienestar Animal, misma que sufrió modificaciones en 1970, 1976 y 1985. En esta acta se regula el manejo de animales que se encuentran cautivos bajo distintas categorías: comercio, exhibición e instituciones de investigación (Olsen 1989). Dentro de las modificaciones que se hicieron al acta en 1985, se anexaron disposiciones relacionadas con el enriquecimiento ambiental, que incluyen la mejora del ambiente para promover el bienestar psicológico de los primates no humanos (Kulpa-Eddy *et al.* 2005).

En 1992, el congreso de Estados Unidos aprobó una ley que regula el tratamiento a los primates, decretando que en condiciones de cautiverio se deben tomar las medidas necesarias para asegurar su bienestar psicológico (Priest 1999).

2.18 El bienestar animal en México

Acciones relacionadas con el bienestar animal fueron contempladas en la legislación mexicana por primera vez dentro del sector agropecuario, en la publicación de la Ley de Sanidad Fitopecuaria, publicada en 1940, ésta

establecía en su artículo 11 que los dueños y encargados de ganado eran responsables de proveer los cuidados necesarios para mantener a los animales en las mejores condiciones de salud (DOF 1940). A continuación, esta ley fue abrogada en 1974 y dio origen a la Ley de Sanidad Fitopecuaria de los Estados Unidos Mexicanos, ésta incluía especies en cautiverio dentro de laboratorios y zoológicos, y regulaba una mayor cantidad de actividades, específicamente aquéllas relacionadas con el bienestar animal (DOF 1974). Posteriormente en 1992, en la Iniciativa con Proyecto de Decreto que expedía la Ley Federal de Sanidad Animal, se propuso la inclusión, como materia de sanidad animal, de un capítulo relativo al trato humanitario (Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2009).

Fue así que el día 25 de julio de 2007 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la vigente Ley Federal de Sanidad Animal, cuya última reforma se hizo el 07 de junio de 2012, y que incluye la obligatoriedad de procurar el bienestar animal (Ley Federal de Sanidad Animal 2012).

Dado que estas leyes se encuentran regulando el sector agropecuario, se refieren principalmente a animales domésticos; sin embargo, con la finalidad de normar a la fauna silvestre, se publicó el 28 de enero de 1988, con su última reforma el 07 de junio de 2013, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que contempla el bienestar que debe tener la fauna silvestre, ya sea en vida libre, cuando se encuentre sujeta a algún tipo de aprovechamiento extractivo o cuando sea utilizada simplemente como ornato (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 2013).

En 1998 se realizó un diagnóstico general en la colección animal del zoológico de Chapultepec en la Ciudad de México, dentro de los resultados de esta evaluación encontraron que algunas especies de primates presentaban cuadros de inactividad, conductas agonísticas, estereotipias y conductas sexuales desviadas. Como recomendaciones para disminuir estos problemas se propuso

un programa de enriquecimiento alimenticio y ambiental, que incluía aspectos de enriquecimientos olfativo, auditivo y visual. Algunas de las actividades que se propusieron y se pusieron en práctica con los primates de la colección fueron: suministrar la ración alimenticia en diferentes partes del exhibidor y casa de noche, variación de la composición de la dieta, colocar el alimento dentro de cajas decoradas, costales o cocos; colocar hierbas de olor o esencias frutales; instalación de cuerdas, redes, hamacas y camas de paja dentro del exhibidor y casa de noche; introducción ocasional de música, entre otras (Stoopen *et al.* 1999). Con la aplicación del Programa de Bienestar y Enriquecimiento Animal se han visto beneficiadas algunas especies de primates como: gorila de tierras bajas, orangután y chimpancé (Stoopen *et al.* 2012).

En 2001, se creó la Dirección de Bioética, Investigación y Conservación, y a través de ella se diseñan e implementan los programas de bioética de los zoológicos de la Ciudad de México, que incluyen el bienestar físico y mental de los animales silvestres en cautiverio a través de diversos programas como el de enriquecimiento (Gual *et al.* 2006).

2.19 El estudio de primates en México

En México, los estudios biológicos y ecológicos en primates son un campo que se ha desarrollado en los últimos 35 años. De acuerdo a lo reportado en el Foro de Primatología del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, celebrado en noviembre del 2002, las investigaciones en *A. geoffroyi* constituyen el 90% en áreas de ecología, población, conducta y fisiología, de éstas, el 44.4% corresponde a estudios con individuos en cautiverio. Los estudios etológicos se realizaron en su mayoría en individuos bajo condiciones de cautiverio, enfocándose en enriquecimiento ambiental, conductas de afiliación y procedimientos para evaluar el temperamento de los individuos. Para el caso de estudios de comportamiento en vida silvestre, sólo se reportó un estudio en la reserva de Punta Laguna, Yucatán (Estrada & Mandujano 2003).

III. JUSTIFICACIÓN

La conservación de la fauna silvestre se puede orientar *in situ* o *ex situ*. La conservación *ex situ* facilita la investigación en diferentes ramas biológicas lo que genera el conocimiento que se puede aplicar en los ejemplares de vida libre, fundamental para la recuperación de las especies silvestres (López 2013).

Los zoológicos son una importante sede de conservación *ex situ*, cuyo objetivo principal no se limita a la exhibición de fauna silvestre, sino a la educación, preservación y reproducción de especies que se encuentran en peligro de extinción (Cisneros 2006). Idealmente, cumplen con los aspectos de proporcionar entretenimiento, contribuir a la educación ambiental del público en general y ser centros de investigación científica. Por otro lado, han fungido como sedes para la cría, conservación y protección de animales silvestres, lo que se ha vuelto una necesidad debido al aumento en la destrucción del hábitat y al tráfico ilegal (Cardona *et al.* 2004), del que es objeto el mono araña, debido a que es capturado para ser comercializado como mascota o es víctima de la cacería como deporte o para el consumo de su carne como alimento e incluso con fines medicinales (Hines 2005).

En términos de manejo y salud animal, la fauna en cautiverio se ve sometida a condiciones que le generan estrés derivando de manera contraproducente en su calidad de vida y bienestar. El estrés puede reflejarse en comportamientos patológicos como cambio comportamental, movimientos estereotipados, excesiva inactivación, actividades de desviación sexual y cuidado maternal anormal (Cardona *et al.* 2004). Dentro de los grupos zoológicos con mayor tendencia a esta problemática se encuentran los primates debido a su desarrollada inteligencia (Shwartz 2007).

Con base en lo anterior se han propuesto estrategias, incluido el enriquecimiento, que permiten dar tratamiento al estrés y desviaciones de

conducta. La implementación de estos programas permite que la fauna que se encuentra viviendo en condiciones de cautiverio presente mejoras en su capacidad para enfrentar situaciones estresantes y en su repertorio conductual (Lambruschi y Halloy 2010). Por ello, zoológicos de todo el mundo han adoptado programas de enriquecimiento con el fin de que los animales cautivos expresen conductas características de la especie, disminuyendo al mismo tiempo la inactividad y la presencia de conductas patológicas, lo que incrementa el valor educativo de los ejemplares (Espinel 2007).

Una técnica fundamental para proporcionar enriquecimiento es a través de la alimentación, se basa en proveer una porción de la dieta con ciertas modificaciones para incrementar el interés del animal (Dawson 2009). Es común utilizar alimentos atractivos a modo de premios para estimular la inversión de tiempo en la búsqueda y obtención de alimento. Sin embargo, esto debe evaluarse minuciosamente pues este aporte extra de energía, es uno de los factores más importantes en la aparición de sobrepeso (Mariotti *et al.* 2009).

El Zoológico del Altiplano en Tlaxcala, México cuenta con una población de monos araña dentro de su colección, sin embargo, no existe un plan de enriquecimiento y hasta el momento no se han evaluado los aspectos nutricionales de la dieta provista.

Lo anterior resalta la importancia y necesidad de un adecuado manejo de esta especie en cautiverio para asegurar el bienestar de los ejemplares, a través de una dieta que provea los nutrientes necesarios y un programa de enriquecimiento que estimule las conductas naturales (Davis 2009).

IV. OBJETIVOS

4.1 General:

Proponer un programa de enriquecimiento con una dieta formulada para el manejo de una población de mono araña en el Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.

4.2 Específicos:

Calcular los aportes nutricionales de la dieta ofrecida a la población de mono araña en el Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.

Proponer una dieta que cubra las necesidades nutricionales de los monos araña y que contemple los ingredientes incluidos en el programa de enriquecimiento.

Elaborar el catálogo conductual para la población de mono araña en el Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.

Identificar las conductas patológicas de la población de mono araña en el Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.

Diseñar y evaluar un programa de enriquecimiento para la población de mono araña en el Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.

V. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Área de estudio

El trabajo experimental se realizó de octubre de 2014 a febrero de 2015, en el Zoológico del Altiplano, ubicado en la Carretera Apizaco-Puebla km 32.5, Municipio de Apetatitlán de Antonio de Carvajal, Tlaxcala, México. Se encuentra localizado al centro del estado y aproximadamente 6 km al este de la ciudad de Tlaxcala de Xicohténcatl, a una altitud de 2200 msnm. Esta zona presenta clima templado subhúmedo. La temperatura media anual es de 14°C, la temperatura máxima promedio es de 25°C y la temperatura mínima promedio es de 1.5°C. La precipitación media es de 720 mm anuales (INEGI 2011).

5.2 Población de estudio

Se trabajó con una población de 1.3.0 (un macho, tres hembras y cero ejemplares sin identificar) *Ateles geoffroyi* adultos (Figura 2), con un peso promedio de 6.5 kg, registrados en la colección del zoológico desde el 18 de octubre de 1994.

A través de un examen visual se observó que los individuos no mostraban signos evidentes de enfermedad, no presentaban secreciones en mucosas, su respiración se observaba normal y la constitución corporal no indicaba sobrepeso ni desnutrición. Al desplazarse no se apreciaban síntomas de dolor o dificultad para moverse. El pelaje de los individuos se observaba abundante y sin presencia visible de ectoparásitos, excepto en una hembra, quien presentaba alopecia en un área de la cola (Figura 3), atribuible a la conducta de morderse.

El manejo que se da a estos ejemplares por parte del equipo de médicos veterinarios del zoológico consiste en la observación diaria para detectar lesiones o enfermedad. Se aplican anualmente vacunas contra la rabia y tétanos, desparasitación dos veces al año y, cuando se tiene sospecha de presencia de ectoparásitos, se aplica de Frontline Plus. De manera preventiva, se aplicó este producto antes de iniciar con el estudio.

5.3 Condiciones del encierro

Los ejemplares se encuentran dentro de un exhibidor con paredes de cemento de 20 m de largo por 10 m de ancho, el techo se encuentra cubierto con malla ciclónica a 3.5 m de altura. En el interior se encuentran tarimas de madera, troncos, escaleras colgantes y cuerdas para permitir el desplazamiento de los monos (Figura 4), el piso es de tierra y cuenta con un bebedero de cemento. Adjunto al exhibidor, hay un anexo con medidas de 1.75 x 1.75 x 3 m, con paredes, piso y techo de cemento, donde se coloca el alimento a nivel de piso una vez al día generalmente en las mañanas, aunque no existe un horario estricto.

El aseo del anexo se lleva a cabo diariamente, utilizando agua y jabón para retirar las heces y restos de comida del día anterior. El aseo del exhibidor no se realiza con una agenda específica; se lleva a cabo cuando el encargado del área lo considera necesario, buscando mantener el bebedero y los cristales limpios.

5.4 Evaluación de la dieta y diseño de dieta balanceada

Se registró la dieta que se proporciona en el zoológico, se pesó por 15 días los ingredientes que la conforman (Tabla 1), por medio de una Báscula Electrónica de la marca Torrey (modelo EQB-50/100). Con el valor de la media de los datos obtenidos, se calcularon los aportes nutricionales con base en lo descrito en las Tablas de Composición de Alimentos (INCAP/OPS 2007). Se definió si la dieta proporcionada satisface las necesidades nutricionales de los monos araña de acuerdo con lo reportado por el National Research Council en Nutrient Requirements of Non-human Primates (NRC 2003) y a Gomis (2007).

Se formuló una dieta adecuada de acuerdo con las necesidades nutricionales de los monos, utilizando el software de Microsoft, Excel 2013. Del mismo modo, se formularon cinco variantes a esta dieta en las que se incluyeron los ingredientes adicionales para utilizarse dentro del programa de enriquecimiento.

5.5 Elaboración del etograma de la población de monos araña del Zoológico del Altiplano

Inicialmente, se realizaron 10 h de observación, en sesiones de 1 h, con un muestreo *ad libitum* (Altmann, 1974), que permitió dos cosas, 1) que los individuos se familiarizaran con la presencia del observador y 2) que se determinara el repertorio conductual de la población y así elaborar un etograma, identificando las conductas patológicas, de acuerdo a lo descrito en la literatura (Mason *et al.* 1975; Novak *et al.* 2012; Philbin 1998).

5.6 Evaluación del programa de enriquecimiento

Se diseñó un programa de enriquecimiento (Tabla 2), enfocado a disminuir la frecuencia de las conductas patológicas identificadas. Dicho programa incluyó cinco diferentes enriquecimientos de tipo mixto, ya que incluyen aspectos alimenticios, ocupacionales y sensoriales. Cada uno de ellos buscó estimular la locomoción aérea, por lo que fueron colocados en los estratos superiores del albergue (sobre la malla, en las plataformas, cuerdas o troncos).

La evaluación del enriquecimiento se llevó a cabo en dos etapas de observaciones, consistentes de 30 h de observación cada una, utilizando un método de muestreo de barrido y un registro temporal instantáneo con puntos muestrales cada minuto.

- La primera etapa se realizó antes de iniciar el programa de enriquecimiento, manteniendo la dieta original que se proporcionaba en el zoológico. Las sesiones de observación tuvieron duración de 1 h y éstas se distribuyeron en un horario de 08:00 a 17:00 h, de manera aleatoria.
- La segunda etapa fue durante la aplicación del programa de enriquecimiento. Las sesiones de observación tuvieron duración de 1 h y éstas se distribuyeron en un horario de 08:00 a 17:00 h, de manera

aleatoria. Las observaciones se iniciaron justo tras introducir alguno de los cinco enriquecimientos descritos en la Tabla 2: Mini piñatas (Figura 5), Manojitos aromáticos (Figura 6), Pelotas dulces (Figura 7), Alimento en el techo (Figura 8) y Tubos con alimento (Figura 9); (Minteguiaga & Corte 2005) cada uno de éstos contó con un total de seis repeticiones y el orden en el que se introdujeron se asignó al azar.

En esta última etapa se agregó a la dieta proporcionada por el zoológico los ingredientes que forman parte del programa de enriquecimiento (mandarina, manzanilla, mermelada de fresa, naranja, y pasas).

5.7 Análisis estadístico

Con los resultados obtenidos se midió y comparó la frecuencia de las conductas presentes en cada etapa para evaluar el aumento o disminución de las conductas patológicas. Se aplicó una prueba de Wilcoxon por medio del paquete estadístico IBM SPSS Statistics 19.0.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Evaluación de la dieta

La dieta que se ofrece a los monos araña dentro del Zoológico del Altiplano, no es exacta en cuanto al peso en que se incluyen los ingredientes, ya que el encargado del área de nutrición calcula las inclusiones de los mismos al tanteo, basándose en número de piezas, sin considerar el volumen de estas, por lo anterior, se calculó el peso promedio de los ingredientes (Tabla 1).

Se calcularon los aportes de proteína, grasa, Ca, P y energía (Kcal/día); por ser nutrientes clave (Rogers *et al.* 2010), ya que son necesarios para asegurar un óptimo crecimiento y metabolismo (McKinley Health Center 2014), por lo que son considerados esenciales para determinar los valores nutricionales de algún alimento (Kadim *et al.* 2005).

Al comparar los nutrientes aportados por la dieta (Tabla 3), con lo recomendado para primates no humanos (Gomis 2007; NRC 2003; Wolfensohn & Honess 2005), se encontró lo siguiente:

El porcentaje de proteína está por debajo de lo recomendado en un 11.35%. Algunos de los signos clínicos de la deficiencia de proteínas incluyen alopecia, anemia, edema, concentraciones alteradas de hormonas y enzimas, citoquímica de neuronas anormal y alteraciones patológicas en varios órganos (NRC 2003). Experimentalmente se ha inducido la deficiencia de proteínas en primates no humanos para usarlos como modelos de enfermedades humanas, específicamente la enfermedad de Kwashiorkor (Lewis *et al.* 2005), condición que resulta de una ingesta inadecuada de proteínas; los primeros síntomas son fatiga, irritabilidad y letargo. A medida que la privación de proteínas continúa, se comienza a observar insuficiencia de crecimiento, pérdida de masa muscular, inflamación generalizada e inmunidad disminuida (Kaneshiro & Zieve 2012). Por otro lado, a pesar de que el exceso patológico de proteínas es más raro en monos que en otras especies, como las ratas, estos pueden desarrollar

anormalidades en los riñones, que generalmente llevan a una falla renal fatal (NRC 2003).

La dieta provista por el Zoológico del Altiplano, contiene 5.17% de grasa, similar a lo ofrecido por las dietas comerciales para monos, que contienen de 4 a 9% de grasa (Lewis 2005), valores recomendados por el National Research Council (2003). Sumado a que los lípidos tienen la mayor densidad de energía de todos los nutrientes de la dieta (NRC 2003), una ingesta adecuada de estos, asegura el consumo suficiente de ácidos grasos, necesarios para la absorción de vitaminas liposolubles (Wolfensohn & Honess 2005), además de que promueven el crecimiento y desarrollo de órganos, así como el funcionamiento reproductivo normal, participan en la síntesis de tejido adiposo y membranas celulares, asegurando la integridad de los eritrocitos (Lewis 2005). Sin embargo, es importante no exceder el porcentaje recomendado, ya que se ha asociado el consumo excesivo de grasas a la aparición de arterioesclerosis (NRC 2003).

La cantidad de energía aportada en la dieta que se les da en el zoológico es superior a la requerida por 1052.932 Kcal. La principal consecuencia del exceso de energía es la obesidad, misma que está asociada con una disminución de la esperanza de vida, ya que incrementa la incidencia y severidad de enfermedades degenerativas (Lewis *et al.* 2005), como diabetes mellitus tipo II, hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares, artropatía degenerativa de articulaciones de carga y algunos tipos de neoplasias (Cabrerizo *et al.* 2008).

6.2 Dieta formulada

La propuesta de dieta formulada (Tabla 4) conserva ocho de los once ingredientes presentes en la dieta ofrecida en el zoológico, esto debido a que los cambios bruscos en la dieta de los animales puede ocasionar problemas digestivos, principalmente en herbívoros, ya que es necesaria la adaptación gradual de la microflora del tracto digestivo (Dierenfeld *et al.* 1996).

Con el fin de alcanzar el porcentaje de proteína de 15%, recomendado por el NRC, fue necesario incluir ingredientes con alto contenido de dicho nutriente. Los ingredientes elegidos para cubrir este valor, fueron el frijol de soya y el huevo de gallina. Es importante resaltar que ambos alimentos son conocidos por presentar factores antinutricionales, particularmente inhibidores de proteasas, por lo que a pesar de tener un buen contenido de proteína y energía, deben ser utilizados con cierta precaución, especialmente en el caso de los animales no rumiantes, por carecer de la acción protectora que brinda la degradación bacteriana. La acción de estos factores consiste no sólo en interferir con el aprovechamiento de los nutrientes, sino que en varios casos promueve pérdidas importantes de proteína endógena y en algunos casos produce daños al organismo del animal que los consume (Belmar & Nava 2000).

Para el caso del frijol de soya contiene inhibidores de la tripsina (Elizalde *et al.* 2009), que son compuestos de naturaleza proteica que inhiben la acción de la enzima tripsina, cuya acción digestiva se enfoca hacia las proteínas de la dieta (Belmar & Nava 2000).

Por su parte, el huevo, en la clara contiene factores antinutricionales, entre los cuales se pueden mencionar los inhibidores de la tripsina y la avidina, la cual se une a la vitamina biotina e impide su disponibilidad por el organismo (Aburto 2008).

Los inhibidores de proteasas y antivitaminas se pueden definir como compuestos termo lábiles, ya que son inactivados o destruidos mediante prácticas como la cocción (Elizalde *et al.* 2009), por lo que se propone dar tanto la soya como el huevo cocidos para alimentar a los monos araña.

Otra ventaja de una adecuada cocción de los huevos, es la eliminación de algunos patógenos que pueden afectar a los monos araña, por ejemplo, es bien sabido que el consumo de huevos frescos aumenta el riesgo de ingerir bacterias

Salmonella spp., que pueden provocar una infección intestinal. La Administración de Medicamentos y Alimentos en Estados Unidos, calcula que anualmente 142,000 casos humanos son provocados por el consumo de huevos contaminados con *Salmonella* (FDA 2015).

La salmonelosis se considera una enfermedad zoonótica y debido a la amplitud de huésped animal de este enteropatógeno, es catalogada como la enfermedad zoonótica más difundida en el mundo. Entre la fauna silvestre que actúa como reservorio de *Salmonella spp.* se pueden resaltar los primates no humanos, ya que la presencia de esta bacteria ha sido documentada ampliamente en monos del viejo mundo que se mantienen en cautiverio (Rivera *et al.* 2013).

En la naturaleza, los primates obtienen minerales principalmente de tejidos de plantas y animales, en función de los hábitos alimenticios; las hojas verdes y los huesos son generalmente buenas fuentes de calcio, y las semillas, nueces, músculos e invertebrados aportan buenas cantidades de fósforo (NRC 2003).

Por otro lado, existe la geofagia, conducta observada en una amplia variedad de taxa, incluidos los primates, en los que se le ha asignado una función adaptativa (Dominy *et al.* 2004), que en muchas ocasiones complementa la ingesta de minerales en la dieta (NRC 2003). El comportamiento geofágico en mamíferos ha sido reportado en ungulados como los elefantes africanos, búfalos, ciervos, ganado de Holstein, tapires, venados, entre otros (Jaramillo 2010). Es una práctica muy común en primates, se ha observado en 39 de las 258 especies existentes (Jaramillo 2010; Li *et al.* 2014), registrándose en un creciente número de especies del nuevo mundo, siendo relativamente común en el género *Ateles* (Ferrari *et al.* 2008), en los que se ha asociado con la dieta basada en el consumo de frutas, lo que se ha sugerido, puede llevar a un desbalance de minerales, como se ha indicado con otras especies de mamíferos frugívoros (Setz *et al.* 1999). Cabe mencionar que además del consumo de tierra como suplemento en dietas deficientes en minerales, se han propuesto otras hipótesis

que tratan de explicar la geofagia en primates no humanos, como el hecho de que puede fungir como buffer para reducir la toxicidad de alcaloides en los alimentos y servir como antiácido para el estómago tras ingerir una importante cantidad de hojas, o que el consumo regular de tierra puede ayudar a reducir la carga parasitaria (Li *et al.* 2014).

Dentro de los minerales que necesitan consumir, se encuentran el calcio y el fósforo, ambos con funciones esenciales en el organismo, relacionadas con la formación de la estructura de huesos y dientes, así como el correcto funcionamiento del metabolismo celular (Wolfensohn & Honess 2005). Específicamente para estos minerales, es importante no sólo una reserva suficiente de los mismos en el organismo, sino también la relación que existe entre ellos (IPNI 2004), ya que dicha relación es un factor importante para la solubilidad de los iones de calcio, lo que es de alta importancia en el proceso de calcificación ósea (Steiner & Middleton 2001). Para el caso de los primates, la relación de Ca:P debe estar en el rango de 1:1 a 2:1 (IPNI 2004; Wolfensohn & Honess 2005).

Es común que los primates mantenidos en laboratorios o zoológicos cubran la mayoría de sus necesidades de minerales mediante la adición de suplementos alimenticios a la dieta, misma que de otro modo sería nutricionalmente incompleta (NRC 2003). Es por esto que para cubrir los requerimientos de calcio y fósforo de la población de monos araña del Zoológico del Altiplano, se propone la adición de sales minerales a la dieta mediante suplementos comerciales. Se sugiere la inclusión de la mezcla de minerales Ausman-Hayes a la dieta, ya que es adecuada para las necesidades de los monos del nuevo mundo (Baer *et al.* 1994; Lehner 1984; Ausman *et al.* 1985). Cada kilogramo de esta mezcla de minerales aporta 133.2 g de calcio y 71.4 g de fósforo (Ausman *et al.* 1985). En relación a la dieta propuesta y sus correspondientes ajustes para los enriquecimientos, la ración de la mezcla de minerales Ausman-Hayes que se debe proporcionar es de 28 g., lo que mantiene los porcentajes de calcio y

fósforo en la dieta cercanos a 0.8 y 0.6 respectivamente y mantiene la relación Ca:P en un valor aproximado a 1.2:1, lo que entra dentro de los parámetros recomendados para monos del nuevo mundo (IPNI 2004; Wolfensohn & Honess 2005).

Además de sustituir la dieta actual del zoológico por la dieta balanceada que se propone en este trabajo, ésta no se debe suministrar en el piso, se recomienda que se coloque en un espacio elevado, ya sea sobre la malla, en alguna de las plataformas, o bien debe adaptarse un comedero en alto, para evitar que se contamine con heces y orina. Es importante considerar que todos los monos de nuevo mundo son de hábitos arbóreos y no poseen defensas naturales contra patógenos terrestres (Pastor 2004).

6.3 Etograma

A partir de las observaciones preliminares de los individuos, y basándose en lo reportado por Torstensson (2009), se realizó un etograma (Tabla 5), en el cual se describen cada una de las conductas presentes en la población, donde se destacan no sólo las conductas patológicas, sino también tanto las conductas de locomoción como las de inactividad, ya que investigaciones desarrolladas en la región amazónica durante el año 2004 con fauna silvestre sometida a cautiverio, demostraron que largos períodos de quietud se consideran como conductas anormales, originadas posiblemente, por la tensión provocada por el ambiente y por las características y la estructura de los encierros (Estrada & Parra 2007).

Se consideraron de manera importante las conductas patológicas, de las cuales lograron identificarse cuatro: mecerse, coprofagia, balanceo y morderse (Figura 10) (Mason *et al.* 1975; Novak *et al.* 2012; Philbin 1998). Estas conductas han sido reportadas en individuos mantenidos en cautiverio y son consideradas como conductas indicadoras de estrés, ya que no parecen tener alguna función y no han sido registradas en el hábitat natural (Cardona *et al.* 2004; Estrada & Parra 2007).

Las conductas con frecuencia alta de la categoría trófica, no se consideran comportamientos estereotipados porque son conductas funcionales y naturales en la especie (Cardona *et al.* 2004).

6.4 Programa de enriquecimiento

Los enriquecimientos propuestos en el programa involucran el manejo alimentario, ya que éste obliga a los individuos a buscar y trabajar para encontrar la comida, lo que probablemente pueda disminuir la monotonía, la ansiedad y los movimientos estereotipados que registran los individuos (Cardona *et al.* 2004).

Los ingredientes incluidos en los enriquecimientos forman parte de la dieta propuesta, por lo que se proponen cinco modificaciones a esta dieta, con los ajustes necesarios para incluir los ingredientes que se ocupan en el programa de enriquecimiento, sin que se pierda el balance de los nutrientes (Tablas 6 a 10). Esto es importante, ya que en muchas ocasiones, al calcular las raciones diarias de los animales en cautiverio, no se consideran los ingredientes extras que se brindan dentro de los programas de enriquecimiento, que generalmente incluyen elementos con alto contenido de azúcares, con la finalidad de que sean atractivos para los animales, sin embargo, este exceso de energía puede llevar a problemas en la salud de los mismos. En el caso particular de los primates, como el mono araña, que evolucionaron en ambientes con variaciones anuales significativas de la disponibilidad de comida, estos han desarrollado la capacidad de almacenar el exceso de energía como grasa, especialmente cuando son mantenidos en cautiverio. De hecho, la obesidad y enfermedades asociadas a ésta, son un problema muy común en primates cautivos (Felton 2008).

Las frecuencias que se obtuvieron durante la etapa sin enriquecimiento y la etapa con enriquecimiento se muestran en la Tabla 11, en ésta se observa que existieron cambios significativos en las frecuencias de algunas conductas entre ambas etapas.

Las conductas de la categoría de locomoción que presentaron aumento en su frecuencia ($P < 0.05$) por efecto del enriquecimiento, fueron la de braquiar y la de escalar. Mientras que hubo disminución en la frecuencia ($P < 0.05$) de las conductas de caminar en cuatro y en la de caminar erguido. Esto se logra principalmente mediante la técnica de colocar el alimento en lugares elevados, lo que constituye un enriquecedor para desarrollar actividades arbóreas, promoviendo una alta frecuencia en el desplazamiento por braquiación (Cardona *et al.* 2004).

Un incremento en las conductas pertenecientes a la categoría de locomoción implica que los animales se encuentran más activos, condición que se busca mediante la aplicación del enriquecimiento, sin embargo es importante tomar en cuenta que dentro de esta categoría se encuentran cuatro conductas, dos de ellas, braquiar y escalar, están relacionadas con la locomoción arbórea, natural de esta especie (Cant *et al.* 2001); mientras que las conductas de locomoción terrestre: caminar en cuatro y caminar erguido, aunque se presentan en la naturaleza, no es común en vida libre.

En este sentido, al aplicar el enriquecimiento se pretende que el comportamiento de los animales se asemeje al observado en vida silvestre, pues para estimar el bienestar de un animal en cautiverio es importante considerar, entre otros factores, el repertorio de comportamientos y cómo estos se distribuyen a lo largo del día. Cuánto más éstos se asemejan a observaciones realizadas en animales silvestres de la misma especie o especies afines, mejor se podrá evaluar su bienestar (Lambruschi & Halloy 2010). Para el caso de *Ateles*, el tipo de locomoción que predomina en vida silvestre es la locomoción suspensoria, que implica el desplazamiento entre las ramas donde se involucran las extremidades y la cola, así como la actividad de escalar (Cant *et al.* 2001).

Las conductas pertenecientes a la categoría de inactividad, aunque se presentan en vida libre, si la frecuencia es alta, son consideradas patológicas, ya que se ha observado en primates no humanos en cautiverio menos conductas de locomoción y periodos de descanso mayores, en comparación con animales de la misma especie que viven en libertad (Márquez *et al.* 2014), es por eso que los largos períodos de inactividad se pueden considerar como conductas anormales, posiblemente por la tensión provocada por el ambiente (Cardona *et al.* 2004).

Con la aplicación del enriquecimiento, se observó que la frecuencia de las conductas de sentado ($P < 0.001$) y asolearse ($P < 0.05$) disminuyeron de manera significativa en la etapa de enriquecimiento.

Se observó que la frecuencia de la conducta trófica de alimentarse, presentó un importante incremento ($P < 0.001$) con la aplicación del programa de enriquecimiento. La frecuencia alta de esta conducta es considerada deseable, ya que es una conducta funcional y natural en la especie, en vida libre los monos araña dedican gran cantidad de tiempo a alimentarse, lo que contrasta con el tiempo observado en animales mantenidos en encierros. El poco tiempo dedicado a la obtención y consumo de alimentos puede promover conductas anormales (Cardona *et al.* 2004).

La implementación del enriquecimiento les presenta retos a los animales como la obtención de alimento, proporcionan mejor oportunidad de presentar conductas que han desarrollado a lo largo de su evolución (Medrano 2008). Con el enriquecimiento alimenticio se busca que los animales cautivos inviertan más tiempo en la búsqueda, obtención e ingestión del alimento (Pérez 2012).

Por otro lado, no se encontró un cambio significativo ($P > 0.05$) entre las frecuencias de las dos etapas en la conducta de beber, ni en las correspondientes a la categoría de eliminación: orinar y defecar. Sin embargo, estas conductas se consideran circunstanciales, diferentes a comportamientos

apetitivos (Mintegiaga & Corte 2005), y se presentaron en muy baja frecuencia en ambas etapas.

La conducta de autoacicalamiento fue similar en ambas etapas ($P > 0.05$), mientras que la conducta de rascado tuvo una frecuencia menor ($P < 0.001$) en la etapa de enriquecimiento. Estas conductas, consideradas generalmente benignas por pertenecer a la categoría de autocuidado, pueden llegar a ser consideradas como comportamientos anormales y patológicos cuando ocurren de manera repetitiva y se producen en situaciones en las que no se esperarían. A menudo se asocia una alta frecuencia de estas conductas con la incertidumbre y la ansiedad (Lutz 2014), por lo que son consideradas una respuesta al estrés (Brent *et al.* 2002). En este caso, no se consideran como patológicas, porque sus frecuencias fueron bajas en las dos etapas y no representaron ningún daño evidente a la salud; sin embargo, pueden presentarse como signo de aburrimiento, iniciando como algo de menor importancia y complicándose eventualmente (O'Connor 2012).

La frecuencia de las conductas sociales fue similar ($P > 0.05$) en ambas etapas, sin embargo, destaca el hecho de que con la implementación del programa de enriquecimiento se presentó la conducta de marcaje, que no fue observada con anterioridad, ni durante la etapa sin enriquecimiento, ni durante las horas de observación *Ad libitum*. Esta conducta permite marcar el territorio, mediante el esparcimiento de las secreciones de la glándula esternal del macho, y es parte del repertorio conductual observado en vida libre, especialmente llevado a cabo por los machos dominantes (Cardona 2002).

Aunque para ser considerada, debe haber mayor incremento y poder ser diferenciado estadísticamente, lo anterior se puede interpretar como un indicador de bienestar animal, ya que se ha descrito que uno de los beneficios de las actividades de enriquecimiento, se debe a que al proveer un medio ambiente complejo y diverso, se incrementan las posibilidades de que los animales puedan

satisfacer algunas de sus necesidades a través de su propio comportamiento, como encontrar comida, marcar su territorio, construir un nido, escapar de un conoespecífico o esconderse. El resultado suele ser un mayor repertorio comportamental y capacidad para lidiar con situaciones estresantes del cautiverio (como el aburrimiento), al brindarles cierto control sobre su medio ambiente (Lambruschi & Halloy 2010).

Los monos araña son animales sociales y gregarios (SEMAHN 2015), por lo que es importante que se alojen en encierros que permitan albergar a más de un individuo y permitir así el despliegue de sus conductas sociales, ya que es bien sabido que el aislamiento de algunos primates puede llevar a desarrollar conductas anormales (Hosey & Skyner 2007), no obstante, para el caso del mono araña, se ha observado que la mayoría de sus comportamientos no son sociales (Cardona 2002).

La conducta de acicalamiento se observó en frecuencias relativamente bajas en ambas etapas, lo que coincide con lo reportado para esta especie, que en condiciones naturales presenta frecuencias más bajas de esta conducta que en cautiverio (Cardona 2002), esto debido quizás a que este tipo de interacción se da en los momentos de ocio de los individuos, mismos que son más comunes en cautiverio.

Por otro lado, el acicalamiento en primates es una de las interacciones sociales más importantes que influye en la relación entre individuos, ya que además de su función de higiene, sirve como un mecanismo que reduce la tensión y sirve para reforzar los lazos (Carlín 2009).

Para el caso de las vocalizaciones, se registraron frecuencias bajas ($P > 0.05$) en ambas etapas, lo que coincide con otros reportes donde se consideran eventos con frecuencias muy bajas y de presentación inesperada, relacionada más con estados filiativos que con estados agónicos (Torres 2013).

La conducta de agresión, no presentó diferencias ($P > 0.05$) entre las diferentes etapas, manteniendo una frecuencia baja en ambas, lo que coincide con reportes que sugieren que entre los *Ateles* silvestres, es muy raro observar agresiones, mismas que ocasionalmente se presentan entre los machos adultos para ejercer su rango y con menor frecuencia en hembras (Cardona 2002), haciendo difícil identificar el sistema dominante-subordinado debido a que las interacciones agresivas no son frecuentes (Cardona *et al.* 2004).

Dentro de las conductas que se consideran indicadores de bienestar animal, se encuentran las conductas exploratorias. Los modelos actuales de bienestar hacen hincapié en la importancia de que el ambiente sea lo suficientemente complejo para presentar retos y permitir la exploración. La investigación con animales no humanos ha indicado que el aprendizaje y las oportunidades para explorar mejoran el bienestar (Franks *et al.* 2013). La conducta de explorar el ambiente, presentó frecuencias similares entre ambas etapas.

La conducta de alerta, también pertenece a la categoría de conductas exploratorias, ya que está asociada directamente con las amenazas externas, como depredadores, que se presentan en el ambiente. Esta conducta permite al individuo observar y vigilar alrededor atentamente, con los ojos muy abiertos, el cuerpo tensionado y preparado para huir o agredir (Cardona 2002).

La frecuencia de la conducta de alerta disminuyó ($P < 0.05$) con la aplicación del enriquecimiento, lo que puede considerarse positivo para el bienestar de los monos, ya que si bien el estrés tiene una función adaptativa útil para responder ante la presencia de situaciones adversas o amenazadoras, es importante considerar que es benéfica siempre y cuando sean sucesos de corta duración, en donde el individuo puede recobrar estados fisiológicos normales de manera rápida. Si estos estímulos son de larga duración o se presentan de manera continuada entonces cambia esta respuesta y pasa a convertirse en negativa

hacia el propio individuo (Tejeda 2014). Se observó que se presentaba cuando había un elemento externo al exhibidor que estresaba a los animales, como ruidos fuertes provocados por el funcionamiento de las sopladoras de hojas o cuando los visitantes golpeaban el vidrio.

La población estudiada presentó cuatro conductas patológicas: coprofagia, mecerse, balanceo y morderse; todas ellas asociadas a estrés o aburrimiento (Márquez *et al.* 2014), indicadoras de un bienestar mental deficiente en los primates (Philbin 1998).

Con la aplicación del programa de enriquecimiento todas las conductas patológicas registradas presentaron frecuencias similares ($P > 0.05$) entre ambas etapas, únicamente la conducta de balanceo tuvo una disminución significativa ($P < 0.05$). Cabe destacar que la presencia de conductas patológicas depende parcialmente de estímulos externos, ya que inicialmente se disparan en respuesta a determinado estímulo, pero con el tiempo se vuelven conductas independientes de los estímulos que los originaron (Cardona 2002), dificultando su eliminación.

Uno de los principales objetivos del enriquecimiento es el de disminuir la presencia de conductas patológicas, mismas que están asociadas con ambientes no óptimos (Cardona 2002).

La Sociedad Internacional de Primatología considera cuatro factores ambientales como determinantes para el bienestar de los primates cautivos: el tamaño del encierro (la altura es importante en las especies braquiadoras), el tipo de encierro (en grupo, si se trata de una especie social), el estrés y el aburrimiento (Philbin 1998). En estos dos últimos puntos, el enriquecimiento ha demostrado ser útil para la disminución de los mismos, por lo que es conveniente que el programa de enriquecimiento propuesto forme parte permanente del plan de manejo integral que tiene el Zoológico del Altiplano.

VII. CONCLUSIONES

La dieta que se proporciona al grupo de monos araña del Zoológico del Altiplano no contiene los nutrientes necesarios para cubrir los requerimientos de los ejemplares, se encontró baja en proteína, calcio y fósforo, además de estar excedida en calorías, lo que podría llevar a problemas de salud como el sobrepeso.

La población de monos araña en estudio presentó un repertorio conductual compuesto por un total de 23 conductas correspondientes a 8 categorías, dentro de las cuáles se identificaron un total de 4 conductas patológicas (mecerse, coprofagia, balanceo y morderse).

El programa de enriquecimiento estimuló la locomoción aérea, al incrementar las conductas de braquiación y escalar, disminuyendo las conductas de locomoción terrestre. Así mismo, el tiempo de forrajeo presentó un aumento, mientras que los tiempos de inactividad disminuyeron.

La aplicación del programa de enriquecimiento disminuyó significativamente la conducta patológica de balanceo.

REFERENCIAS:

- Aburto, A. 2008. El huevo. *Rev. Cubana Aliment Nutr* 18(2 Supl 1):S1-S15.
- ACC & CCAC. 2008. On-Line Training Course for University of Windsor Faculty, Staff and Students working with Vertebrate Animals in Research and/or Teaching. The Animal Care Committee of the University of Windsor & the Canadian Council on Animal Care. Recuperado el 16 de febrero de 2016, de <http://www1.uwindsor.ca/acc/system/files/Module-06.pdf>
- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior. Sampling methods. *Behaviour* 49 (3-4): 227-267.
- Ausman, L. *et al.* 1985. Nutrition and Metabolism of the Squirrel Monkey. En: Rosenblum, L. & C, Coe. *Handbook of Squirrel Monkey*. Estados Unidos. Springer Science Business Media New York. Págs. 349-373.
- AZCARM. 2004. Código de ética. Asociación de Zoológicos, Criaderos y Acuarios de México. Dirección de investigación y vinculación académica. Recuperado el 26 de octubre de 2013, de www.azcarm.com.mx
- Baer, J. *et al.* 1994. *Aotus: The Owl Monkey*. Estados Unidos. Academic Press. 380 pp.
- Belmar, R. & R, Nava. 2000. Factores antinutricionales en la alimentación de animales monogástricos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán y Centro Regional Universitario Península de Yucatán. Universidad Autónoma Chapingo. Recuperado el 25 de junio de 2015, de: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Produccion_Animal/Alimentacion_Animal/Metabolitos_secundarios.pdf
- Benítez, J. *et al.* 1990. Aspectos de la biología del mono araña (*Ateles geoffroyi*). *La ciencia y el hombre* 6: 79-89.
- Brent, L. *et al.* 2002. Abnormal, abusive, and stress-related behaviors in baboon mothers. *Biological Psychiatry* 52 (11): 1047-1056.
- Cabrerizo, L. *et al.* 2008. Complicaciones asociadas a la obesidad. *Rev Esp Nutr Comunitaria* 14 (3): 156-162.
- Cant, J. *et al.* 2001. Locomotor behavior of *Lagothrix lagothricha* and *Ateles belzebuth* in Yasuni National Park, Ecuador: general patterns and nonsuspensory modes. *Journal of Human Evolution* 41: 141–166.

- Cardona, D. 2002. Conductas estereotipadas de dos grupos cautivos de *Ateles fusciceps robustus* con diferente grado de enriquecimiento ambiental. Tesis de licenciatura. Pontificia Universidad Javeriana, Colombia.
- Cardona, D. *et al.* 2004. Patrón comportamental y conductas estereotipadas de dos grupos cautivos de *Ateles fusciceps robustus* en Colombia. *Universitas Scientiarum* 9: 59-74.
- Carlín, G. 2009. Relaciones sociales en el mono araña (*Ateles geoffroyi*) en Punta Laguna, Yucatán. Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional, Mexico.
- Chávez, E. 2012. Propuesta de Diseño de una Unidad de Manejo Ambiental (UMA) para Primates No Humanos en el Municipio de Tepoztlán, Estado de Morelos, México. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cisneros, L. 2006. Manual de prácticas: animales de zoológico. Centro de ciencias agropecuarias. Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.
- CITES. 2008. Apéndices I, II y III. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Recuperado el 23 de octubre de 2013, de: www.cites.org/esp/app/appendices.shtml
- Clarke, M. 1990. Behavioral development and socialization of infant in a free-ranging group of howling monkeys (*Allouata palliata*). *Folia Primatol* 54: 1-15.
- Coates-Estrada, R. & A. Estrada. 1986. Manual de identificación de campo de los mamíferos de la Estación de Biología "Los Tuxtlas". México. UNAM. 151 pp.
- Collados, G. 1997. El rol de los zoológicos contemporáneos. Recuperado el 11 de febrero de 2016, de <http://www.zoolex.org/publication/collados/collados.pdf>
- Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2009. Proyecto de Dictamen de la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a la Iniciativa de Decreto que Expide la Ley General de Bienestar Animal. México. 122 pp. Recuperado el 17 de octubre de 2013, de www3.diputados.gob.mx/camara/content/.../file/bienestaranimal.pdf

- CONABIO. 2011. Fichas de especies prioritarias. Mono Araña (*Ateles geoffroyi*). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D.F.
- Cuarón, A. *et al.* 2008. *Ateles geoffroyi*. IUCN 2014. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. Recuperado el 22 de septiembre de 2014, de: <http://www.iucnredlist.org/details/2279/0>
- Davis, N. 2009. Social and environmental influences on the welfare of zoo-housed spider monkeys (*Ateles geoffroyi rufiventris*). Tesis doctoral. University of Liverpool, Inglaterra.
- Dawson, C. 2009. Environmental enrichment for mammals in captivity focusing primarily on primates. *The Plymouth Student Scientist* 2 (1): 184-194.
- Dierenfeld, E. *et al.* 1996. Manual de nutrición y dietas para animales silvestres en cautiverio (Ejemplos para animales de América Latina). Estados Unidos. Wildlife Conservation Society. 111 pp.
- Di Fiore, A. *et al.* 2008. Diets of wild spider monkeys. En: Spider monkeys: behavior, ecology and evolution of the genus *Ateles*. Campbell, C. Estados Unidos. Cambridge University Press. Págs. 81-137.
- DOF. 1940. Ley de Sanidad Fitopecuaria. Diario Oficial de la Federación. 26 de septiembre de 1940. México, D.F.
- DOF. 1974. Ley de Sanidad Fitopecuaria de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación. 13 de diciembre de 1974. México, D.F.
- DOF. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010. México, D.F.
- DOF. 2014. NMX-AA-165-SCFI-2014. Diario Oficial de la Federación. 22 de septiembre de 2014. México, D.F.
- Dominy, N. *et al.* 2004. Adaptive function of soil consumption: an in vitro study modeling the human stomach and small intestine. *The Journal of Experimental Biology* 207: 319-324.
- Elizalde, A. *et al.* 2009. Factores antinutricionales en semillas. Facultad de Ciencias Agropecuarias 7 (1): 45-54.
- Estrada, A. & S, Mandujano. 2003. Investigaciones con *Alouatta* y *Ateles* en México. *Neotropical Primates* 11 (3): 145-154.

- Estrada, G. & Parra, J. 2007. Enriquecimiento ambiental de fauna silvestre sometida a cautiverio en el hogar de paso Uniamazonia – Corpoamazonia. CES Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2 (2): 8-13.
- FAWEC. 2012. Ficha técnica sobre el bienestar de animales de granja. Farm Animal Welfare Education Centre. 1: 1-2.
- FDA. 2015. Playing It Safe With Eggs. U.S. Food and Drug Administration. Recuperado el 11 de Agosto de 2015, de: <http://www.fda.gov/Food/FoodbornellnessContaminants/BuyStoreServeSafeFood/ucm077342.htm>
- Felton, A. 2008. The Nutritional Ecology of Spider Monkeys (*Ateles chamek*) in the Context of Reduced-Impact Logging. Tesis doctoral. Australian National University.
- Ferrari, S. *et al.* 2008. Geophagy in New World Monkeys (Platyrrhini): Ecological and Geographic Patterns. *Folia Primatol* 79:402–415.
- Franks, B. *et al.* 2013. How Enrichment Affects Exploration Trade-Offs in Rats: Implications for Welfare and Well-Being. *PLoS One* 8 (12): e83578.
- Galindo, F. & D. Brousset. 1999. Enriquecimiento en el comportamiento animal a través del manejo alimenticio. En: El 4º Ciclo internacional de conferencias sobre alimentación de fauna silvestre. México. Asociación Mexicana de Nutrición Animal. Págs. 145-153.
- Glander, K. 1981. Feeding patterns in mantled howler monkey. En: Foraging behavior. Kamil, A. & T, Sargent. Ecological, Ethological and Physiological approaches. Gartland STPM Press, Nueva York, EUA.
- Gomis, D. 2007. Mulhouse dietary manual. Parc Zoologique et Botanique de Mulhouse. Francia. 296 pp.
- Gual, F. *et al.* 2006. Centros de conservación del siglo XXI. Los zoológicos de la ciudad de México. Dirección General de Zoológicos de la Ciudad de México. 84 pp.
- Henrickson, R. 1984. Biology and diseases of old world primates. En: Laboratory Animal Medicine. Fox, J. *et al.* Estados Unidos. Academic Press. Págs. 301-320.

- Hines, N. 2005. Ecology and taxonomy of *Ateles geoffroyi* in Parque Nacional Pico Bonito, Atlántida, Honduras. Tesis doctoral. Australian National University, Australia.
- Holm, J. et al. 2007. Declaration of the European Parliament on primates in scientific experiments. Comisión Europea. 3 pp.
- Hosey, G. & L, Skyner. 2007. Self-injurious Behavior in Zoo Primates. *Int J Primatol* 28:1431–1437.
- INCAP/OPS. 2007. Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá/Organización Panamericana de Salud. 128 pp.
- INEGI. 2011. Cuéntame, información por entidad: Tlaxcala, Clima. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 12 de octubre de 2014, de <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tlax/territorio/clima.aspx?tema=me&e=29>
- IPNI. 2004. El fósforo en la nutrición animal. International Plant Nutrition Institute. *Informaciones Agronómicas* 55: 12-13.
- ITIS. 2015. *Ateles geoffroyi*, Kuhl, 1820. Integrated Taxonomic Information System. Recuperado el 19 de julio de 2015, de: http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=572958
- Jaramillo, G. 2010. Los saladeros como suplemento de sodio para los monos araña (*Ateles beltzebuth*) en la Estación de Biodiversidad Tiputini, en la Amazonía ecuatoriana. Proyecto final presentado como requisito para la obtención del título de Biología y Ecología Aplicada. Universidad San Francisco de Quito, Ecuador.
- Kadim, I. et al. 2005. Prediction of Crude Protein, Extractable Fat, Calcium and Phosphorus Contents of Broiler Chicken Carcasses Using Near-infrared Reflectance Spectroscopy. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 18 (7): 1036-1040.
- Kaneshiro, N. & D. Zieve. 2012. Síntomas de Kwashiorkor. U.S. National Library of Medicine. Recuperado el 12 de octubre de 2015, de https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/esp_imagepages/9563.htm

- Khoshen, H. 2013. Enriquecimiento y bienestar de mamíferos en cautiverio. Manual para Centro y Sur América. Panamá. Creative commons. 273 pp.
- Kulpa-Eddy, J. *et al.* 2005. USDA perspective on environmental enrichment for animals. *ILAR J.* 46 (2): 83-94.
- Lambruschi, D. & M. Halloy. 2010. Patrones de actividad en dos monos araña negro, *Ateles paniscus*, en la Reserva Experimental Horco Molle, Tucumán, Argentina: comparación con sus congéneres silvestres. *Acta zoológica lilloana* 54 (1–2): 109-120.
- Lehner, N. 1984. Biology and diseases of Cebidae. En: *Laboratory Animal Medicine*. Fox, J. *et al.* Estados Unidos. Academic Press. Págs. 321-350.
- Lewis, S. *et al.* 2005. Nutrition and nutritional diseases. En: *The Laboratory Primate*. Wolfe, S. Estados Unidos. Elsevier Academic Press. Págs. 181-203.
- Ley Federal de Sanidad Animal. 2012. Diario Oficial de la Federación 07/junio/2012. México, D.F.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 2013. Diario Oficial de la Federación 07/junio/2013. México, D.F.
- Ley General de Vida Silvestre. 2013. Diario Oficial de la Federación 07/junio/2013. México, D.F.
- Li, D. *et al.* 2014. Geophagy of Yunnan snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus bieti*) at Xiangguqing in the Baimaxueshan Nature Reserve, China. *North-Western Journal of Zoology* 10 (2): 293-299.
- López, L. 2013. Manual para manejo de mono araña (*Ateles geoffroyi*) en semicautiverio y cautiverio. Trabajo práctico educativo para obtener el título de licenciatura. Universidad Veracruzana, México.
- Lutz, C. 2014. Stereotypic Behavior in Nonhuman Primates as a Model for the Human Condition. *ILAR J.* 55 (2): 284–296.
- Mariotti, V. *et al.* 2009. Factores ambientales implicados en el control de la conducta del perro y del gato: alimentación, manejo y ejercicio. *Clin. Vet. Peq. Anim*, 29 (4): 209-215.
- Márquez, A. *et al.* 2014. Efecto del enriquecimiento ambiental en un grupo de monos araña (*Ateles geoffroyi*) en cautiverio. *Salud Mental* 37: 437-442.

- Martínez, C. 2013. Enriquecimiento ambiental de felinos nativos de México en cautiverio. Trabajo recepcional en la modalidad de monografía para obtener el título de licenciatura. Universidad Veracruzana, México.
- Mason, W. *et al.* 1975. Effects of Maternal Mobility on the Development of Rocking and Other Behaviors in Rhesus Monkeys: A Study with Artificial Mothers. *Dev Psychobiol* 8 (3): 197-211.
- McKinley Health Center. 2014. Macronutrients: the Importance of Carbohydrate, Protein, and Fat. University of Illinois. Recuperado el 26 de julio de 2015, de: <http://www.mckinley.illinois.edu/Handouts/macronutrients.htm>
- Medrano, D. 2008. Implementación de un programa de enriquecimiento ambiental y sus efectos conductuales sobre un grupo de felinos (*Panthera onca*, *Panthera leo*, *Panthera tigris altaica*, *Felis concolor*) en cautiverio del Parque Zoológico Miguel Ángel de Quevedo. Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana.
- Milton, K. 1993. Dieta y evolución de los primates. *Investigación y ciencia*. Octubre. Págs. 56-63.
- Minteguiga, M. & S, Corte. 2005. Propuestas de enriquecimiento ambiental para un ejemplar de Babuino *Papio papio* en Cautiverio. *Rev. etol.* 7 (1): 15-23.
- Nijboer, J. 2015. Nutrition in Primates. *The Merck Veterinary Manual*. Recuperado el 08 de octubre de 2015, de http://www.merckvetmanual.com/mvm/management_and_nutrition/nutrition_exotic_and_zoo_animals/nutrition_in_primates.html
- Novak, M. *et al.* 2012. Behavioral Disorders of Non human primates. En: *Non human primates in biomedical research: Biology and management*. Abee, C. *et al.* Estados Unidos. Elsevier. 521 pp.
- NRC. 2003. Nutrient Requirements of Non-human Primates: Second revised edition. The National Academies Press. Recuperado el 16 de octubre de 2014, de: <http://www.nap.edu/catalog/9826.html>
- NRC. 2011. Guide for the care and use of laboratory animals. The National Academies Press. Recuperado el 13 de febrero de 2016, de: <https://grants.nih.gov/grants/olaw/Guide-for-the-Care-and-use-of-laboratory-animals.pdf>

- O'Connor, R. 2012. The Science of Self-Mutilation. National Geographic. Recuperado el 28 de noviembre de 2015, de <http://tvblogs.nationalgeographic.com/2012/06/22/the-science-of-self-mutilation/>
- Olsen, G. 1989. The Animal Welfare Act and the Zoo: A Positive Approach. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 20 (2): 135-137.
- Ortíz, T. *et al.* 2012. Demografía y uso de hábitat del mono araña (*Ateles geoffroyi*) en una selva húmeda tropical del norte de Oaxaca, México. *THERYA* 3 (3): 381-401.
- Pastor, R. 2004. Recomendaciones Generales para el Manejo de Monos Aulladores y Araña Huérfanos Víctimas del Tráfico Ilegal. WRPRC Primate Information Network. Recuperado el 03 de diciembre de 2015, de pin.primate.wisc.edu/research/vet/howler.doc
- Pérez, E. 2012. Manejo conductual en animales de zoológico. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Philbin, N. 1998. Towards an Understanding of Stereotypic Behaviour in Laboratory Macaques. *Institute Animal Technology* 49 (1): 19-33.
- Priest, G. 1999. Experiencias en el enriquecimiento de la conducta en los zoológicos de U.S.A. En: El 4º Ciclo internacional de conferencias sobre alimentación de fauna silvestre. México. Asociación Mexicana de Nutrición Animal. Págs. 155-173.
- Ramos, G. 2000. Estudio poblacional y conservación del mono araña (*Ateles geoffroyi yucatanensis*) en la región nororiental Península de Yucatán. Pronatura Península de Yucatán AC. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. M120. México D. F.
- Ramos, G. & B. Ayala. 2003. Population size and habitat use of spider monkeys in Punta Laguna, Mexico. En: *Primates in Fragments: Ecology and Conservation*, L. K. Marsh. Kluwer Academic/Plenum Press, New York. Págs. 191-209.
- Reinhardt, V. *et al.* 1996. Space requirement stipulations for caged non-human primates in the United States: a critical review. *Animal Welfare* 5: 361-372.

- Rivera, L. *et al.* 2013. Aislamiento, identificación y patrón de sensibilidad antimicrobiana de *Salmonella spp.* en primates en cautiverio. *Rev. Colombiana cienc. Anim.* 5 (1): 131-144.
- Rodríguez, E. & L. Cortés. 1995. Consideraciones en relación a la translocación de un grupo de monos aulladores (*Alouatta palliata*). En: Estudios Primatológicos en México. Vol. II. Rodríguez, E. *et al.* Biblioteca de la Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México. Págs. 81-95.
- Rodríguez, M. 2007. Monitoreo poblacional de mono araña (*Ateles geoffroyi*) en el Área Natural Protegida Normandia, Usulután, El Salvador. Fondo de la Iniciativa para las Américas. Informe final.
- Rogers, S. *et al.* 2010. Continuous Feedings of Fortified Human Milk Lead to Nutrient Losses of Fat, Calcium and Phosphorous. *Nutrients* 2 (3): 230-240.
- SEMAHN. 2015. Los monos araña luego de sacarlos de su hábitat no pueden ser reinsertados porque son asesinados por su especie. Gobierno del Estado de Chiapas. Recuperado el 20 de noviembre de 2015, de <http://www.chiapas.gob.mx/sabias-que/los-monos-arana-de-su-habitat-especies-asesinadas>
- Setz, E. *et al.* 1999. Geophagy in the golden-faced saki monkey (*Pithecia pithecia chrysocephala*) in the Central Amazon. *Journal of Zoology* 247 (1): 91-103.
- Sheperdson, D. 2010. Principles of and research on environmental enrichment for mammals. In *Wild mammals in captivity*. Kleiman, D. *et al.* Principles and techniques for zoo management. Págs. 62-67.
- Shimooka, Y. 2005. Sexual Differences in Ranging of *Ateles belzebuth belzebuth* at La Macarena, Colombia. *International Journal of Primatology* 26 (2): 385-406.
- Shwartz, M. 2007. Robert Sapolsky discusses physiological effects of stress. Stanford University Report. Recuperado el 12 de junio de 2016, de <http://news.stanford.edu/news/2007/march7/sapolskysr-030707.html>
- Silberman, M. 1988. Animal Welfare, Animal Rights: The Past, the Present, and the 21st Century. *Journal of Zoo Animal Medicine* 19 (4): 161-167.

- Smithsonian, 2015. What does it mean to be human? Smithsonian Museum of Natural History. Recuperado el 02 de agosto de 2015, de: <http://humanorigins.si.edu/evidence/genetics>
- Soriano, A. 2012. Indicadores de bienestar animal y programas de enriquecimiento en especies de mamíferos en cautividad. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona, España.
- Steiner, A. & S, Middleton. 2001. Fisiología Humana. Biblioteca Digital de la Universidad de Chile. Recuperado el 10 de octubre de 2015, de http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmacuticas/steinera/
- Stoopen, B. *et al.* 1999. Establecimiento del programa de enriquecimiento ambiental en el Zoológico de Chapultepec. En el 4º Ciclo internacional de conferencias sobre alimentación de fauna silvestre. México. Asociación Mexicana de Nutrición Animal. Págs.175-186.
- Stoopen, B. *et al.* 2012. Los Zoológicos de la Ciudad de México. México. Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. Págs.49-52.
- Sutherland, W. 1998. The importance of behavioural studies in conservation biology. *Animal Behaviour* 56: 801-809.
- Swanson, J. 1995. Farm animal well-being and intensive production systems. *J. Anim. Sci.* 73: 2744-2751.
- Tejeda, A. 2014. Consideraciones generales sobre estrés y enriquecimiento ambiental. UNAM. Recuperado el 02 de diciembre de 2015, de <http://amaltea.fmvz.unam.mx/ETOLOGIA/TEMAS/EI%20estres%20y%20enriquecimiento%20ambiental.pdf>
- Tello, E. 2009. Estudio del comportamiento alimentario de dos infantes de mono araña (*Ateles geoffroyi*) bajo condiciones de cautiverio en Catemaco, Ver. Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana.
- Torres, G. 2013. Comportamiento y relaciones inter e intra específicas de un grupo de primates en cautiverio: *Ateles fusciceps*, *Cebus capucinus* y *Cebus albifrons* en un exhibidor del Parque Histórico de Guayaquil, Ecuador. Tesis de licenciatura. Universidad de Guayaquil, Ecuador.

- Torstensson, T. 2009. Enrichment for Colombian black spider monkeys (*Ateles fusciceps rufiventris*) in a zoo. Swedish University of Agricultural Sciences. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science. 28 pp.
- Wallace, R. & D, Rumiz. 2010. Distribución, ecología y conservación de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño. 884 pp.
- Wolfensohn, S. & P, Honess. 2005. Handbook of Primate Husbandry and Welfare. Reino Unido. Blackwell Publishing. 163 pp.

APÉNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dieta (base húmeda) ofrecida a la población de *A. geoffroyi* del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.

Ingrediente	Peso promedio (g)	Desviación estándar
Zanahoria	133.33	17.99
Elote	227.33	32.83
Piña	275.33	87.74
Manzana	151.33	34.61
Pera	183.33	13.45
Melón	612.67	151.49
Papaya	1,551.33	468.60
Sandía	2,010.60	760.92
Lechuga	989.33	325.65
Plátano Tabasco	863.33	107.61
Cacahuete	113.33	15.89
TOTAL	7,111.24	

Tabla 2. Programa de enriquecimiento aplicado a la población de *A. geoffroyi* del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.

Enriquecimiento	Materiales y descripción
Mini piñatas	<p>Tubos del papel higiénico, periódico, papel de china de colores, engrudo, mecahilo, hojarasca y pasas.</p> <p>Los tubos se rellenan con hojarasca y pasas, posteriormente se cubren con 3 capas de periódico, mismo que se pega con el engrudo, se decoran con el papel de china y se les coloca un lazo de mecahilo para poder colgarlos.</p>
Manojitos aromáticos	<p>Manzanilla fresca, mecahilo.</p> <p>Se arman manojos de manzanilla, mismos que se amarran con mecahilo. Se colocan sobre las tarimas y troncos del exhibidor.</p>
Pelotas dulces	<p>Pelotas de plástico duro, mecahilo, mermelada de fresa.</p> <p>Se perforan las pelotas de modo que pueda pasarse el mecahilo a través de ellas, dejando un segmento para poder colgarlas. Posteriormente, se cubren las pelotas con mermelada de fresa.</p>
Alimento en el techo	<p>Naranja</p> <p>Las naranjas cortadas en mitades se colocan sobre la malla ciclónica del techo.</p>
Tubos con alimento	<p>Tramos de 20 cm de tubo de PVC de 3" de diámetro, mecahilo, hojarasca y mandarina.</p> <p>Se hacen cuatro orificios pequeños en los extremos de los tubos de PVC, de modo que se pueda pasar el mecahilo formando una cruz. En el interior se coloca hojarasca y gajos de mandarina. Los tubos se cuelgan con mecahilo.</p>

Tabla 3. Evaluación de la dieta ofrecida a la población de *A. geoffroyi* del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.

Nutriente	Requerimiento (base seca)	Aporte de la dieta ofrecida (base seca)
Proteína (%)	15 ¹	3.651
Grasa (%)	<10 ²	5.171
Ca (%)	0.8 ³	0.028
P (%)	0.6 ³	0.071
Energía (Kcal/día)	2449.8 ¹	3502.7

¹ (NRC 2003)

² (Gomis 2007)

³ (Wolfensohn & Honess 2005)

Tabla 4. Propuesta de dieta formulada (base seca) para la población de *A. geoffroyi* del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.

Ingrediente	Base tal como se ofrece (Kg)	Base seca (Kg)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ca (%)	P (%)	Energía (Kcal/día)
Lechuga	0.900	0.039	1.462	0.227	0.0292	0.0325	126
Elote	0.060	0.017	0.087	0.020	0.0007	0.0076	68.4
Piña	0.050	0.007	0.006	0.001	0.0002	0.0001	25.5
Huevo cocido	0.100	0.024	0.504	0.399	0.0021	0.0077	147
Melón	0.500	0.049	0.069	0.016	0.0007	0.0012	170
Papaya	0.800	0.089	0.090	0.021	0.0036	0.0007	312
Sandía	0.800	0.068	0.069	0.017	0.0008	0.0012	240
Frijol de soya cocido	0.200	0.183	11.078	6.053	0.0841	0.2137	832
Plátano							
Tabasco	0.350	0.088	0.159	0.048	0.0007	0.0032	311.5
Cacahuete	0.040	0.037	1.576	2.719	0.0041	0.0243	217.2
Aporte total	3.800	0.603	15.101	9.521	0.1262	0.2923	2449.600

Tabla 5. Etograma de la población de *A. geoffroyi* del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.

Categoría	Conducta	Descripción
Locomoción	Braquiar	El individuo se desplaza en el espacio aéreo, por los troncos, cuerdas o enrejado, usando miembros anteriores o posteriores y cola.
	Caminar en cuatro	El individuo se desplaza sobre una superficie rígida (suelo, troncos o tarimas), usando miembros anteriores y posteriores.
	Caminar erguido	El individuo se desplaza sobre un sustrato fijo (suelo, troncos o tarimas), usando miembros posteriores y manteniendo el torso en una posición erguida.
	Escalar	Desplazamiento en sentido vertical del cuerpo, ya sea hacia arriba o hacia abajo, usando miembros anteriores y posteriores, por los troncos, cuerdas o enrejado.
Inactividad	Sentado	El individuo se encuentra reposando el peso de su cuerpo sobre los glúteos, manteniendo la parte superior vertical, con o sin el soporte de la cola y manos. (No se considera durante la alimentación).
	Acostado	El cuerpo del individuo se encuentra apoyado en mayor proporción sobre alguna parte del cuerpo que no sean piernas, brazos o cola, en alguna superficie rígida (suelo, tarimas).
	Asolearse	El individuo permanece en la parte superior del albergue, sosteniéndose con los miembros anteriores, posteriores y/o cola, manteniéndolos extendidos y separados, de modo que queda el vientre expuesto a la radiación solar.

Tabla 5. Continuación.

Categoría	Conducta	Descripción
Tróficas	Alimentarse	Consiste en la ingesta de alimentos. Incluye la manipulación de éstos.
	Beber	Ingesta de líquidos.
Eliminación	Orinar	Expulsión de orina.
	Defecar	Expulsión de heces.
Autocuidado	Rascado	Movimiento rápido de cualquiera de las extremidades (posteriores o anteriores) en un punto, sobre el propio individuo.
	Autoacicalamiento	Movimiento de una o ambas manos, sobre alguna parte del propio cuerpo, con la finalidad de remover suciedad y/o parásitos. (Puede incluir que el individuo lleve a la boca las partículas removidas y las trague).
Sociales	Acicalamiento	Movimiento de una o ambas manos, sobre alguna parte del cuerpo de otro individuo, con la finalidad de remover suciedad y/o parásitos. (Puede incluir que el individuo lleve a la boca las partículas removidas y las trague).
	Vocalizaciones	Emisión de sonidos vocales.
	Agresión	Hacer expresiones faciales agresivas, mostrar los dientes y mirar fijamente a otro individuo. Puede ir acompañado de movimientos agresivos hacia otro individuo, que incluyen perseguir rápidamente, golpear, morder o azotar objetos cercanos.
	Marcaje	El individuo (macho) huele algún objeto e inmediatamente lo frota contra su pecho (glándulas pectorales).

Tabla 5. Continuación.

Categoría	Conducta	Descripción
Exploratorias	Alerta	El individuo se encuentra atento mirando un punto fijo, en el interior o exterior del exhibidor. El cuerpo puede verse rígido o tenso, generalmente inclinándose hacia el frente.
Patológicas	Explorar ambiente	el Uso de los diferentes sentidos para analizar el entorno. Incluye manipular objetos no alimenticios.
	Mecerse	El individuo se sostiene con una o más extremidades y/o cola de algún objeto elevado (cuerdas, enrejado) y se impulsa de un lado a otro de manera repetida.
	Coprofagia	La ingesta de heces, propias o de otro individuo.
	Balanceo	El individuo se apoya sobre sus extremidades y mediante flexiones rápidas de los brazos, se impulsa con fuerza, moviendo la parte superior del cuerpo de arriba abajo repetidas veces.
	Morderse	El individuo lame y muerde su propia cola. (Presentado únicamente por la hembra con alopecia).

Tabla 6. Propuesta de dieta con ajustes para el enriquecimiento “mini piñatas” para la población de *A. geoffroyi* del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.

Ingrediente	Base tal como se ofrece (Kg)	Base seca (Kg)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ca (%)	P (%)	Energía (Kcal/día)
Lechuga	0.400	0.017	0.325	0.051	0.0065	0.0072	56
Elote	0.050	0.014	0.075	0.017	0.0006	0.0065	57
Piña	0.050	0.007	0.006	0.001	0.0002	0.0001	25.5
Huevo cocido	0.200	0.048	1.037	0.819	0.0044	0.0157	294
Melón	0.100	0.010	0.014	0.003	0.0002	0.0003	34
Papaya	0.150	0.017	0.017	0.004	0.0007	0.0001	58.5
Sandía	0.150	0.013	0.013	0.003	0.0002	0.0002	45
Frijol de soya cocido	0.200	0.183	11.382	6.220	0.0864	0.2196	832
Plátano							
Tabasco	0.150	0.038	0.070	0.021	0.0003	0.0014	133.5
Cacahuete	0.030	0.028	1.215	2.096	0.0031	0.0187	162.9
Pasas	0.250	0.211	1.107	0.166	0.0180	0.0364	747.5
Aporte total	1.730	0.586	15.261	9.401	0.1205	0.3063	2445.900

Tabla 7. Propuesta de dieta con ajustes para el enriquecimiento “manojitos aromáticos” para la población de *A. geoffroyi* del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.

Ingrediente	Base tal como se ofrece (Kg)	Base seca (Kg)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ca (%)	P (%)	Energía (Kcal/día)
Lechuga	0.100	0.004	0.162	0.025	0.0032	0.0036	14
Elote	0.500	0.142	0.629	0.142	0.0049	0.0548	570
Piña	0.250	0.036	0.027	0.006	0.0007	0.0004	127.5
Huevo cocido	0.100	0.024	0.436	0.345	0.0018	0.0066	147
Melón	0.150	0.015	0.018	0.004	0.0002	0.0003	51
Papaya	0.100	0.011	0.010	0.002	0.0004	0.0001	39
Sandía	0.100	0.009	0.007	0.002	0.0001	0.0001	30
Frijol de soya cocido	0.260	0.238	12.449	6.803	0.0945	0.2402	1081.6
Plátano							
Tabasco	0.150	0.038	0.059	0.018	0.0003	0.0012	133.5
Cacahuete	0.040	0.037	1.362	2.351	0.0035	0.0210	217.2
Manzanilla	0.160	0.144	0.000	0.000	0.0004	0.0000	1.6
Aporte total	1.910	0.697	15.160	9.697	0.1100	0.3283	2412.400

Tabla 8. Propuesta de dieta con ajustes para el enriquecimiento “pelotas dulces” para la población de *A. geoffroyi* del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.

Ingrediente	Base tal como se ofrece (Kg)	Base seca (Kg)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ca (%)	P (%)	Energía (Kcal/día)
Lechuga	0.500	0.022	0.271	0.042	0.0054	0.0060	70
Elote	0.090	0.025	0.137	0.031	0.0011	0.0119	102.6
Piña	0.050	0.007	0.007	0.001	0.0002	0.0001	25.5
Huevo cocido	0.300	0.072	1.582	1.250	0.0067	0.0240	441
Melón	0.100	0.010	0.014	0.003	0.0002	0.0003	34
Papaya	0.100	0.011	0.012	0.003	0.0005	0.0001	39
Sandía	0.100	0.009	0.009	0.002	0.0001	0.0002	30
Frijol de soya cocido	0.210	0.192	12.158	6.644	0.0923	0.2346	873.6
Plátano							
Tabasco	0.150	0.038	0.071	0.022	0.0003	0.0014	133.5
Cacahuete	0.025	0.023	1.030	1.777	0.0027	0.0159	135.75
Mermelada fresa	0.25	0.167	0.087	0.000	0.0110	0.0012	615
Aporte total	1.875	0.576	15.376	9.774	0.1203	0.2956	2499.950

Tabla 9. Propuesta de dieta con ajustes para el enriquecimiento “alimento en el techo” para la población de *A. geoffroyi* del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.

Ingrediente	Base tal como se ofrece (Kg)	Base seca (Kg)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ca (%)	P (%)	Energía (Kcal/día)
Lechuga	0.500	0.022	0.541	0.084	0.0108	0.0120	70
Elote	0.080	0.023	0.119	0.027	0.0009	0.0104	91.2
Piña	0.050	0.007	0.006	0.001	0.0002	0.0001	25.5
Huevo cocido	0.150	0.036	0.773	0.611	0.0033	0.0117	220.5
Melón	0.100	0.010	0.014	0.003	0.0002	0.0003	34
Papaya	0.100	0.011	0.012	0.003	0.0005	0.0001	39
Sandía	0.100	0.009	0.009	0.002	0.0001	0.0002	30
Frijol de soya cocido	0.220	0.201	12.453	6.805	0.0945	0.2403	915.2
Plátano Tabasco	0.150	0.038	0.070	0.021	0.0003	0.0014	133.5
Cacahuete	0.030	0.028	1.208	2.084	0.0031	0.0186	162.9
Naranja	1.55	0.205	0.327	0.042	0.0139	0.0049	728.5
Aporte total	3.030	0.590	15.533	9.684	0.1278	0.2999	2450.300

Tabla 10. Propuesta de dieta con ajustes para el enriquecimiento “tubos con alimento” para la población de *A. geoffroyi* del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.

Ingrediente	Base tal como se ofrece (Kg)	Base seca (Kg)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ca (%)	P (%)	Energía (Kcal/día)
Lechuga	0.500	0.022	0.541	0.084	0.0108	0.0120	70
Elote	0.050	0.014	0.075	0.017	0.0006	0.0066	57
Piña	0.050	0.007	0.007	0.001	0.0002	0.0001	25.5
Huevo cocido	0.150	0.036	0.784	0.619	0.0033	0.0119	220.5
Melón	0.100	0.010	0.014	0.003	0.0002	0.0003	34
Papaya	0.050	0.006	0.006	0.001	0.0002	0.0000	19.5
Sandía	0.050	0.004	0.004	0.001	0.0001	0.0001	15
Frijol de soya cocido	0.200	0.183	11.477	6.271	0.0871	0.2214	832
Plátano							
Tabasco	0.100	0.025	0.047	0.014	0.0002	0.0009	89
Cacahuete	0.040	0.037	1.633	2.817	0.0042	0.0252	217.2
Mandarina	1.60	0.237	0.330	0.126	0.0151	0.0082	848
Aporte total	2.890	0.582	14.919	9.957	0.1220	0.2867	2427.700

Tabla 11. Valores de la prueba Wilcoxon para la frecuencia promedio de las conductas presentadas por la población de *A. geoffroyi* del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.

Categoría	Conducta	Promedio		Pr > F
		Etapas 1	Etapas 2	
Locomoción	Braquiar	17.467 ^b	25.2 ^a	0.034
	Caminar en cuatro	11.633 ^a	8.167 ^b	0.012
	Caminar erguido	0.966 ^a	0.633 ^b	0.024
Inactividad	Escalar	4.367 ^b	6.567 ^a	0.010
	Sentado	34.03 ^a	16.4 ^b	0.001
	Acostado	6.033	2.433	0.246
Tróficas	Asolearse	22.9 ^a	14 ^b	0.020
	Alimentarse	14.733 ^b	28.833 ^a	0.001
	Beber	0.233	0.4	0.199
Eliminación	Orinar	0.633	0.567	0.518
	Defecar	0.533	0.333	0.381
Autocuidado	Rascado	12.633 ^a	6.633 ^b	0.001
	Autoacicalamiento	2.367	1.967	0.687
Sociales	Acicalamiento	0.867	0.2	0.072
	Vocalizaciones	1.167	1.3	0.818
	Agresión	0.233	0.2	0.873
	Marcaje	0	2	0.068
Exploratorias	Alerta	8.533 ^a	3.467 ^b	0.002
	Explorar el ambiente	4.167	7.167	0.054
Patológicas	Mecerse	2.333	0.333	0.107
	Coprofagia	0.3	0.033	0.157
	Balanceo	0.967 ^a	0.2 ^b	0.029
	Morderse	0.167	0.033	0.102

APÉNDICE DE FIGURAS

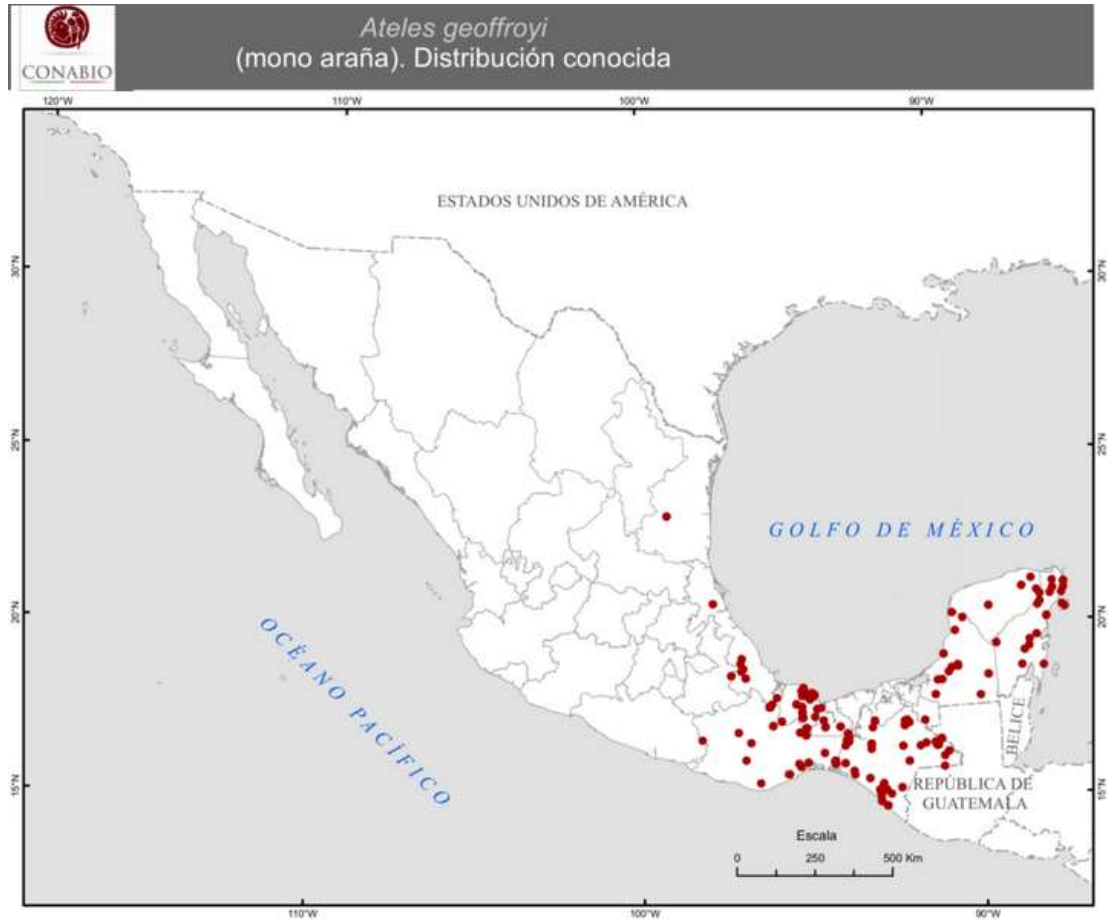


Figura 1. Distribución de *Ateles geoffroyi* en México. Fuente: CONABIO (2010).



Figura 2. Población de 1 macho y 3 hembras *Ateles geoffroyi* adultos del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.



Figura 3. Zona alopécica en la cola de un ejemplar de *Ateles geoffroyi* del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.



Figura 4. Interior del exhibidor de los monos araña del Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.



Figura 5. Aplicación del enriquecimiento “Mini piñatas” en el Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.



Figura 6. Aplicación del enriquecimiento “Manojitos aromáticos” en el Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.



Figura 7. Aplicación del enriquecimiento “Pelotas dulces” en el Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.



Figura 8. Aplicación del enriquecimiento “Alimento en el techo” en el Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.



Figura 9. Aplicación del enriquecimiento “Tubos con alimento” en el Zoológico del Altiplano, Tlaxcala.

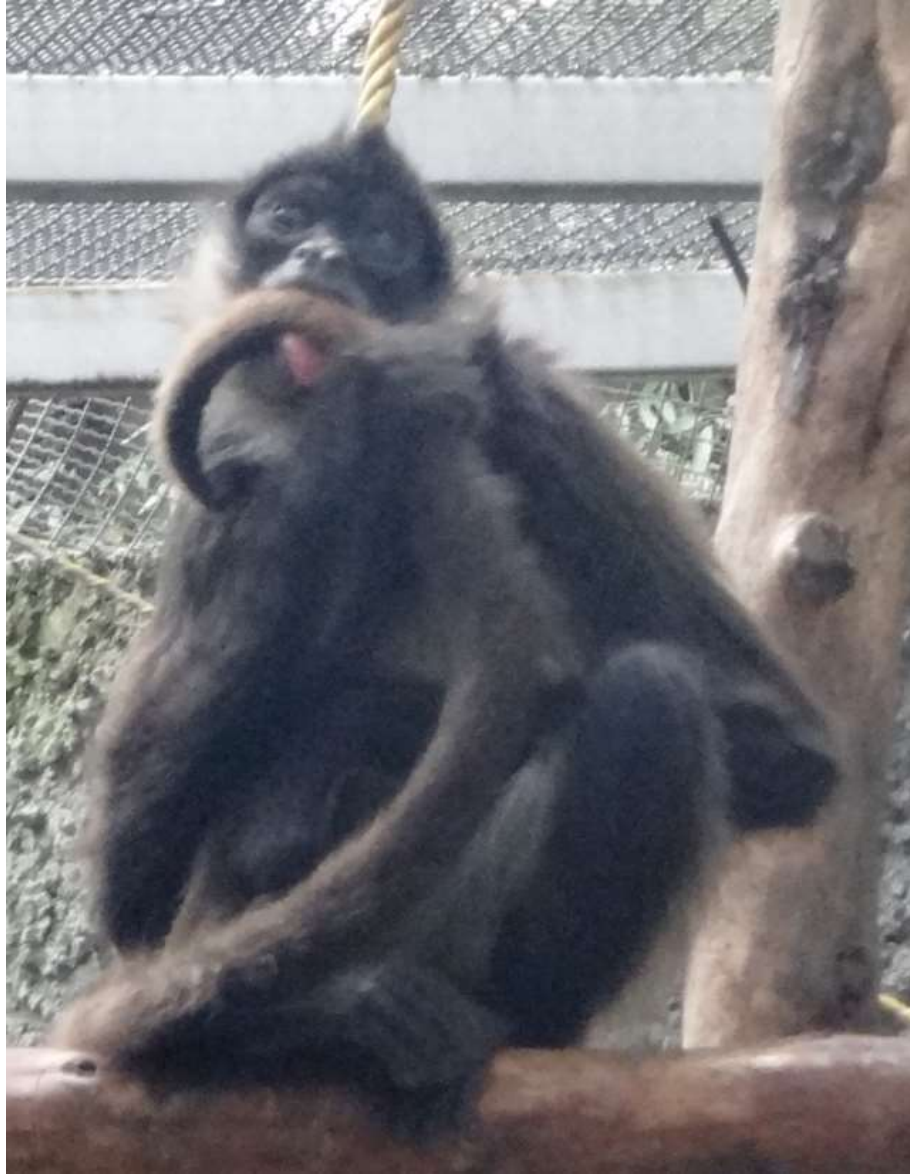


Figura 10. Conducta patológica: “Morderse”, presente en la hembra con alopecia en la cola.