



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA

**ANÁLISIS SOBRE LOS CRITERIOS DE DISEÑO Y
EVALUACIÓN DE PROGRAMAS DE ENRIQUECIMIENTO
AMBIENTAL EN ZOOLOGICOS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

ALEJANDRA BRISEÑO GARZÓN

ASESORES:

DR FRANCISCO GALINDO MALDONADO
DRA DULCE MARÁ BROUSSET HERNÁNDEZ JÁUREGUI



MÉXICO DF

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A mi mamá, mi papá, mi hermana, Sofía, Javier y todos mis animales...

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron y me apoyaron en el gran trayecto de este trabajo, en especial a mi mamá, la mujer más fuerte y maravillosa que conozco, y que gracias a ella estoy donde estoy.

A mis asesores y sinodales, Dr. Francisco Galindo Maldonado, Dra. Dulce María Brousset Hernández Jáuregui, Anne María del Pilar Sisto Burt, Luís Felipe Rodarte Covarrubias, Juan Arturo Rivera Rebolledo y Carlos González Rebeles, por su paciencia, comprensión y sus acertadas correcciones.

Agradezco el apoyo económico otorgado por la Secretaría General de la UNAM a través de la Dirección General de Evaluación Educativa y del Programa de Becas Para la Elaboración de Tesis de Licenciatura en Proyectos de Investigación (PROBETEL), muchas gracias y una muy merecida disculpa...

A mis entrañables amigas de la carrera, Tana, Chabe, Ruth y Monika, por su gran amistad y apoyo incondicional, las quiero...

A mis amigos y hermanos de toda mi vida, por su cariño férreo, y por estar siempre con migo, los quiero...

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por haberme brindado sus instalaciones a todo lo largo de mi desarrollo profesional.

Al ZooMAT, Becky Álvarez, Miguel Pavía y Jackeline Gallegos, por ser una parte importante de mi desarrollo profesional, intelectual y por fortalecer mi amor por la naturaleza.

...A todos los animales que de manera involuntaria dieron su vida para mi aprendizaje

CONTENIDO

	PAG.
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
 CAPÍTULO I: ANTECEDENTES	
1. Desarrollo y motivación del comportamiento	7
a) Aprendizaje	8
i. Habitación y Sensibilización	9
ii. Prueba y error (discriminación)	9
iii. Imitación u observación	10
iv. Condicionamiento clásico y condicionamiento operante	10
v. Aprendizaje conceptual	11
b) Adaptación	11
i. Función y evolución de la adaptación: Afrontar/sobrellevar cambios del ambiente (“Coping”); Habilidad inclusiva (“fitness”)	12
2. Estrés	13
a) Comportamiento	16
b) Consecuencia metabólica del estrés	19
c) Éxito reproductivo	20
d) Respuesta inmune	22
3. Bienestar animal	23
 CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA	
1. Enriquecimiento ambiental	28
a) Manipulación del ambiente físico:	

i. Tamaño y diseño del albergue	32
ii. Alimentación	34
iii. Objetos novedosos (enriquecimiento ocupacional)	38
iv. Otros (sensorial): vista, olfato, oído	41
v. Ambiente externo	48
b) Manipulación del ambiente social:	
vi. Organización social	50
vii. Interacción humano animal	53
c) Otros efectos morfológicos, fisiológicos y conductuales del enriquecimiento ambiental en animales	56
d) Algunas inconsistencias del enriquecimiento ambiental aplicado a fauna silvestre cautiva en zoológicos y acuarios	58

CAPITULO III: JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

1. Justificación	61
2. Objetivos:	
a) Objetivo general	62
b) Objetivos específicos	62

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

1. Captura y análisis de datos	63
2. Análisis estadístico	66

CAPÍTULO V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Resultados	67
a) Año de publicación y revista de arbitraje donde aparece la publicación	67
b) Región geográfica en la que fue realizado el programa de enriquecimiento ambiental	74
c) Grupo animal de estudio	76
d) Tipo de enriquecimiento ambiental suministrado	80
d.1) Manipulación del ambiente físico:	

i. Tamaño y diseño del albergue (espacio físico) y objetos novedosos (enriquecimiento ocupacional):	84
ii. Alimentación	85
iii. Otros (sensorial)	85
iv. Ambiente externo	86
d.2) Manipulación del ambiente social:	
v. Organización social	86
vi. Interacción humano-animal	87
d.3) Manipulación mixta del ambiente (enriquecimiento mixto)	88
e) Desarrollo del enriquecimiento ambiental a lo largo del tiempo	90
2. Discusión de resultados	93
a) Año de publicación y revista de arbitraje donde aparece la publicación	94
b) Región geográfica en la que fue realizado el programa de enriquecimiento ambiental	97
c) Grupo animal de estudio	98
d) Tipo de enriquecimiento ambiental suministrado	103
d.1) Manipulación del ambiente físico:	
i. Tamaño y diseño del albergue (espacio físico) y objetos novedosos (enriquecimiento ocupacional):	103
ii. Alimentación	104
iii. Otros (sensorial)	106
d.2) Manipulación del ambiente social:	
iv. Organización social	107
v. Interacción humano-animal	107
d.3) Manipulación mixta del ambiente (enriquecimiento mixto)	109
3. Discusión general	109
a) Limitaciones económicas del desarrollo de los programas de enriquecimiento ambiental	110
b) Comportamiento específico de la especie:	
i. ¿En realidad se promueven comportamientos típicos?	111
ii. Influye o no la edad en el comportamiento	114
iii. Ambientes sociales “naturales” o artificiales	115

c) Estrés y bienestar animal, ¿tiene algún efecto positivo el enriquecimiento ambiental? ¿cuál es el valor adaptativo de dichas estrategias?	115
d) Impacto del enriquecimiento ambiental en el público y de éste en los programas	117
e) Planeación y metodología de un adecuado programa de enriquecimiento ambiental:	
i. Seguridad física y bioseguridad durante la implementación de los programas de enriquecimiento ambiental	120
ii. Desarrollo y evaluación de los programas de enriquecimiento ambiental	122
4. Comentarios	124
ANEXO	127
REFERENCIAS	132

LISTA DE CUADROS

	PAG.
CUADRO 1- Indicadores de bienestar animal que refieren a un nivel de bienestar pobre, medio y bueno	25
CUADRO 2- Zona geográfica donde se realizó el estudio	64
CUADRO 3- Revista donde se publicó el estudio	64
CUADRO 4- Grupos animales de estudio	65
CUADRO 5- Tipos de Enriquecimiento ambiental suministrado en los estudios	66
CUADRO 6- Número y porcentaje de artículos editados en cada revista, y el país en donde se realizaron los estudios	69
CUADRO 7- Número de artículos editados en cada revista, y el año de su publicación	70
CUADRO 8- Número de artículos editados en para cada región geográfica, y el año de su publicación	76
CUADRO 9- Porcentaje de artículos publicados para los diferentes grupos animales y su lugar de publicación	79
CUADRO 10- Frecuencia porcentual con la que se utiliza cada tipo de enriquecimiento ambiental y grupo o especie animal en la que fueron aplicados	83
CUADRO 11- Porcentaje de artículos en los que se aplican los diferentes tipos de enriquecimiento ambiental	89
CUADRO 12- Total de artículos y porcentaje de cada combinación de estrategias M2, así como especie estudiada	89
CUADRO 13- Total de artículos y porcentaje de cada combinación de estrategias M3, así como especie estudiada	90
CUADRO 14- Número de artículos que abordan los diferentes tipos de enriquecimiento ambiental y su relación con las zonas geográficas donde se realizó el estudio	91
CUADRO 15- Número de artículos que abordan los diferentes tipos de enriquecimiento ambiental y su relación el año de publicación	92
CUADRO 16- Orden, clase, familia o género de las diferentes especies que integran los grupos de animales conformados para el estudio	127

CUADRO 17.- Distribución anual de las especies estudiadas con relación al número de artículos capturados	129
CUADRO 18.- Número de artículos publicados que abordan los diferentes tipos de EA y su relación con la revista de publicación	130
CUADRO 19.- Número de artículos publicados con relación al grupo o especie animal y la revista de publicación	131

LISTA DE FIGURAS

	PAG.
FIGURA 1.- Porcentaje de artículos científicos publicados de 1982 a 2005	68
FIGURA 2.- Porcentaje de artículos científicos publicados en distintas regiones geográficas	75
FIGURA 3.- Porcentaje de estudios revisados en relación al grupo animal de estudio ..	78
FIGURA 4.- Porcentaje de estudios revisados en relación con el tipo de enriquecimiento ambiental	82

RESUMEN

BRISEÑO GARZÓN ALEJANDRA. Análisis sobre los criterios de diseño y evaluación de programas de enriquecimiento ambiental en zoológicos (Bajo la dirección de: MVZ PhD Francisco Galindo Maldonado y MVZ PhD Dulce María Brousset Hernández Jáuregui)

A lo largo del tiempo se han desarrollado una gran variedad de estrategias promotoras del bienestar animal en fauna cautiva en zoológicos y acuarios del mundo. En la actualidad el enriquecimiento ambiental es el conjunto de estrategias principalmente usadas para el mejoramiento biológico y psicológico de los animales cautivos en zoológicos. Hoy en día existe mucha controversia sobre el enriquecimiento ambiental, y dado que muchas formas de implementación y evaluación siguen siendo empíricas, se hace necesario un estudio más profundo del tema.

En el presente trabajo se desarrolló un marco teórico descriptivo, mediante el estudio y análisis de la bibliografía existente, hasta diciembre del 2004, sobre los conceptos y las técnicas empleadas para el desarrollo de estas estrategias, información que podría ser de utilidad para el desarrollo de protocolos que puedan servir en la elaboración de programas de enriquecimiento exitosos.

Se analizó la evolución de dichos programas a lo largo del tiempo, determinando el año y la revista de arbitraje internacional donde han sido publicados, país en los que se han llevado a cabo dichos programas, las especies a los que son dirigidas y tipo de manipulación del ambiente.

De 120 artículos analizados, se encontró que: 1998 fue el año con mayor número de publicaciones (14%), siendo el Zoo Biology, la revista con mayor número de artículos (42.5%). Estados Unidos cuenta con el 54% de los artículos publicados, mientras que en Latinoamérica y Oceanía no cuentan con ninguno. Así mismo, los primates y los felinos son los grupos animales que han recibido mayor atención, (41.88% y 17.95% respectivamente), siendo los marsupiales y los peces algunos de los grupos animales más olvidados dentro de los vertebrados. Finalmente, las estrategias enriquecedoras más empleadas son las alimenticias simples y las mixtas que involucran dos tipos de técnicas (18.3% para cada una), sin embargo, la gran mayoría de éstas incluyen estrategias alimenticias, siendo sin duda, las más usadas por los investigadores.

INTRODUCCIÓN

El gusto por tener animales silvestres en cautiverio data desde la antigua China y durante varios siglos; el fin primordial de estas colecciones fue exclusivamente la exposición de animales para el entretenimiento del ser humano (1). Sin embargo, a través del tiempo el interés por la naturaleza y la concientización moral del ser humano hacia los animales (2), ha provocado que los objetivos hayan ido cambiando, siendo en la actualidad los objetivos principales de un zoológico moderno, la educación, investigación, recreación y sobre todo la conservación de las especies (2-4). Esto se pretende lograr a partir de programas exitosos de reproducción, asidos a reservorios genéticamente variables que puedan usarse para reforzar la supervivencia de determinados grupos taxonómicos con vías de una posible reintroducción (3-8).

Para ello es necesario contar con ambientes adecuados que promuevan un favorable estado físico y mental de los animales cautivos, es decir, ambientes saludables que permitan a los individuos desarrollarse y adaptarse sana y correctamente. Sin embargo, los cambios en el ambiente físico y social, generados por el cautiverio, como la presencia de barreras físicas, alteración de substratos naturales, modificación en la organización social de la especie y la propia presencia del ser humano, provocan una serie de desórdenes en el bienestar animal de los animales cautivos. Estos problemas se pueden expresar como trastornos conductuales tales como, conductas redirigidas (acciones dirigidas sobre un objeto de sustitución, y que tienen como objeto descargar una conducta agresiva) (8,9) y las conductas estereotipadas (conducta repetitiva invariable sin ninguna meta o función obvia) (9-11), ambos procedentes de la frustración y la falta de adaptación de los animales con el

medio (12,13). Dichas anomalías en el comportamiento pueden relacionarse con la actividad neuroendócrina del eje hipotálamo - hipófisis - corteza adrenal (HHA), proveniente de una respuesta hormonal a las condiciones de estrés crónico causadas por el cautiverio. Por ejemplo, los ruidos y olores que generen los animales depredadores, pueden convertirse en importantes estresores, si éstos son detectados continuamente por los animales catalogados como “presas”, incluso la presencia de máquinas y automóviles pueden promover al desarrollo de comportamientos anormales (5). Así mismo, la actividad prolongada del eje HHA puede causar inmunodepresión (14-17), y disminución de la reproducción (17,18), debido a los altos niveles de cortisol plasmático (15,18); también ciertas conductas reproductivas se ven tan alteradas que incluso los individuos pueden llegar a perder totalmente el interés por el sexo opuesto o por sus crías (19-21).

Las condiciones de estrés crónico generadas por el cautiverio (5,12,13) y traducidas básicamente en la incapacidad de los individuos a adaptarse al medio (22), con la subsecuente reducción en el nivel de bienestar animal de los mismos (5,23-25), han impulsado el interés de los investigadores a crear condiciones que estimulen el desarrollo y adaptación de los animales silvestres en el ambiente cautivo. Es por ello que a finales del siglo XX, en la década de los 70's, nace el enriquecimiento ambiental, término empleado para nombrar todas aquellas técnicas usadas para el mejoramiento del medio ambiente de los animales cautivos, en donde son tomadas en cuenta las necesidades biológicas de los individuos y que tienen como fin incrementar el bienestar y disminuir el impacto del estrés ocasionado por el mismo (26-28). Newberry (1994) define al enriquecimiento ambiental como “la mejora del funcionamiento biológico de los animales cautivos, a partir de las modificaciones de su ambiente” (28), mientras que Shepherdson (1998) lo explica como “un principio en la crianza de los animales, que busca mejorar la

calidad en el cuidado de los animales cautivos, por medio de la identificación y el suministro de estímulos ambientales necesarios para el óptimo bienestar físico y psicológico” (27).

Los objetivos principales del enriquecimiento ambiental son: a) incrementar el espacio psicológico de los animales en cautiverio; b) proveer a un animal de estímulos complejos para evitar la presencia de comportamientos anormales; c) estimular conductas típicas de la especie a través de la manipulación del ambiente físico y social; d) reducir las respuestas de estrés asociadas con la exposición a estímulos novedosos y variados; e) incrementar la capacidad reproductiva (22). Por lo tanto enriquecimiento ambiental significa proporcionar a los individuos un complejo y diverso ambiente que incremente la posibilidad de que el propio comportamiento del animal cautivo pueda producir lo que necesite (27,28).

Si bien los estudios de enriquecimiento ambiental sustentan la idea de que dichos programas contribuyen al bienestar de los individuos cautivos y a la realización de estrategias conservacionistas, existen elementos sobre su validez y eficiencia que son cuestionables, entre ellos, ausencia de un diagnóstico del problema, carencia de una meta objetiva, clara y propia para cada especie y cada individuo, así como la falta de un programa consistente, bien documentado, que pueda ser evaluado de forma objetiva y sistemática, que determine el éxito y el impacto del mismo (29).

Aunque a través de los años se han desarrollado una gran variedad de formas de enriquecimiento ambiental como promotor de bienestar animal, los mecanismos por los cuales el animal se beneficia, siguen siendo muchas veces empíricos. Por otro lado, el criterio para diseñar un programa de enriquecimiento en zoológicos, generalmente está basado en la intuición y no en una planeación científica. Así mismo, la escasez de

conocimientos sobre la biología de las especies cautivas, así como la falta de un marco teórico sobre técnicas de enriquecimiento ambiental y la falta de criterios claros para evaluarlos, sugieren que es urgente señalar cuales son los tipos de programas y las especies animales a las que van dirigidos más frecuentemente, información que será útil para el desarrollo de mejores estrategias para la obtención de un diagnóstico claro, así como para la elaboración y evaluación de programas de enriquecimiento ambiental.

El presente trabajo tiene como primer objetivo, abordar el tema de enriquecimiento ambiental de acuerdo a lo que ha sido publicado y entendido por los diferentes autores que se han dedicado al desarrollo del tema, y como segundo objetivo, evaluar la bibliografía existente sobre enriquecimiento ambiental publicada en revistas de arbitraje internacional en función de: tipos de manipulación del ambiente, especies estudiadas y países en los cuales se han realizado los estudios, con el fin de tener un registro de datos que pueda servir como base para la construcción e implementación de programas de enriquecimiento ambiental exitosos.

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES

1. Desarrollo y motivación del comportamiento

Aunque el desarrollo sensorial de cualquier animal inicia en la etapa embrionaria, el grado de complejidad del medio ambiente que lo rodea desde que nace hasta que muere, va a influir en la generación de cambios sensoriales como consecuencia a las experiencias previas, los cuales tiene su mayor pico en la primera etapa de vida donde básicamente se desarrollan el comportamiento alimenticio y social (25,30). Es importante mencionar que el comportamiento no es exclusivamente dependiente de la información genética o de los factores ambientales que rodean a un individuo, por el contrario, el desarrollo del comportamiento depende siempre de ambos factores. el comportamiento no es exclusivamente dependiente de la información genética o de los factores ambientales que rodean a un individuo te (25,30).

Cualquier elemento o estímulo que provee información del medio ambiente se puede considerar un factor causal, el cual puede estar presente en cualquier momento, y según su nivel y grado de importancia es capaz de inducir alteraciones fisiológicas y conductuales en los animales (25,30). Por lo tanto, las acciones que realice cualquier individuo en un tiempo determinado, dependerán de la combinación de niveles de los diferentes factores causales que provocan un acción (estado de motivación), y la decisión de un animal sobre qué hacer (motivación), dependerá de su posición en el espacio multidimensional de dichos factores con respecto a dos o más coordenadas (factores

internos y factores externos). En otras palabras, todas las acciones, excepto los reflejos simples, son determinados por el estado de motivación de un individuo, es decir, que todo estado de motivación genera una acción (25,30-32).

a) Aprendizaje

Se entiende como aprendizaje al cambio relativamente persistente en el comportamiento como resultado de la experiencia (25,30,32), en otras palabras, es el cambio en el cerebro, que resulta en la modificación del comportamiento por más de varios segundos, como consecuencia de la información externa del cerebro (30). Por lo tanto, cuando un animal recibe un estímulo, la respuesta generada no va a ser igual a la respuesta expresada cuando se recibe por primera vez dicho estímulo (25).

Según Hinde y Stenevson Hinde (1973), el aprendizaje es un proceso constante, y no necesariamente afecta el comportamiento de manera inmediata (33). Dado que dicho proceso generalmente es más benéfico que perjudicial, los animales han desarrollado cierta sensibilidad a diferentes tipos de estímulos, y por lo tanto, están mejor capacitados para aprender determinado tipo de relaciones en comparación con otras (25,32,34,35). Es así como animales expuestos a ambientes extremadamente estables, su capacidad de aprender será menor que en aquellos animales que habitan en ambientes menos estables y más complejos (25,30,32,35).

Se conocen varios tipos de aprendizaje que permiten la modificación del comportamiento (36):

i. Habitación y sensibilización

La habitación es la reducción en la respuesta a determinados estímulos repetidos los cuales pueden seguir presentes en el medio (30,32). La habitación depende del estado del animal y de la naturaleza del estímulo, por lo tanto, ocurre mas fácilmente con algunos tipos de estímulos que con otros, por ejemplo, un animal recién nacido en el bosque, posiblemente se espante al escuchar el crujido de las ramas al caer sobre el suelo, sin embargo con el tiempo se acostumbra al sonido, superando de esta forma el miedo (25). Por lo tanto, la habitación puede ayudar a un individuo a adaptarse a su medio, y así, éste podrá competir con el ambiente que lo rodea.

Al contrario de la habitación, la sensibilización es el incremento en la intensidad de la respuesta bajo ciertos estímulos repetidos, de modo que el comportamiento expresado, muestra síntomas de hacerse más fácil en lugar de incrementar su dificultad (25,30). El mejor ejemplo de ésto, es la respuesta que genera un animal hacia un depredador, si un disturbio en el ambiente es detectado semejante a éste, las respuestas generadas a partir de las constantes repeticiones del estímulo, posiblemente se vuelvan mayores en lugar de menores (25,30) y entonces el individuo estará sensibilizado para huir de dicho lugar.

ii. Prueba y error (discriminación)

Se define como la habilidad para desarrollar un aprendizaje a través de la resolución de problemas a lo largo de su experiencia, y por medio del cual, los individuos se vuelven capaces de resolver posteriores y similares problemas de una forma más rápida y adecuada (32,35). En otras palabras, con el aumento en el número de pruebas (en este caso estímulos o señales sensoriales), el número de errores disminuye.

iii. Imitación u observación

Aunque el desarrollo de muchas conductas proviene del aprendizaje individual, el desarrollo de algunas costumbres, son el producto de la imitación o copia de los comportamientos observados en otros animales “modelo”, básicamente de sus contrapartes. Por lo tanto es de esperar que este tipo de aprendizaje sea más común en aquellas especies gregarias que en las solitarias (32,35).

iv. Condicionamiento clásico y condicionamiento operante

La gran mayoría de los estudios sobre aprendizaje se han realizado a nivel de laboratorio a través de diferentes pruebas conductuales como el condicionamiento, las cuales han dado información relevante para entender la importancia adaptativa del aprendizaje (36).

Existen dos tipos de condicionamiento, el clásico y el operante. El condicionamiento clásico se basa en la expresión de una respuesta hacia nuevos estímulos como resultado de la asociación establecida por el individuo, por lo tanto, se cree que puede tener la función de preparar a los animales para los eventos importantes. El ejemplo típico del condicionamiento clásico fue el demostrado por el investigador Ivan Pavlov, quien en 1927 al estudiar los reflejos condicionados de un grupo de perros (*Canis familiaris*), observó que al cabo de varias presentaciones simultáneas del alimento con el sonido de una campana, los perros salivaban abundantemente con el puro sonido de la campana (32). Con lo cual, Pavlov concluyó que los perros habían establecido una asociación entre la campana y el alimento. El condicionamiento operante o condicionamiento instrumental, consiste en intentar promover una respuesta a través del uso de refuerzos positivos o negativos, que tienen como propósito reforzar un determinado comportamiento, o bien reducir o eliminar

una respuesta conductual, por medio de una corrección o castigo (30). Por lo tanto, un cambio en el ambiente que actúe como recompensa (tales como agua, alimento y caricias) probablemente aumentará la posibilidad de que un comportamiento o respuesta se presente. Por el contrario, un estímulo doloroso y/o adverso puede tener la capacidad de que una respuesta o comportamiento determinado se reduzca. En otras palabras, la expresión de una respuesta y la subsecuente retribución del refuerzo crean una relación causa-efecto como resultado del aprendizaje asociado a expresar un comportamiento en orden de ser premiado (30,32).

v. Aprendizaje conceptual

Se refiere a la habilidad para responder a una característica común compartida por un número de estímulos específicos. Por ejemplo, tener la capacidad para discriminar en forma repetida una serie de obstáculos o señales visuales diferentes para poder llegar a un lugar en donde pueda realizar un comportamiento determinado (36)

b) Adaptación

Pueden darse tres definiciones de adaptación según el nivel en que ésta actúe (25), 1) celular y de órgano, definida como la disminución de la respuesta fisiológica en una condición particular (25); 2) individual, comprendida como la competencia de un individuo contra las condiciones ambientales por medio del uso de sus sistemas fisiológicos y conductuales (25); y 3) a nivel de la evolución biológica, entendida como cualquier estructura, proceso fisiológico o comportamiento que hace a un organismo mejor capacitado para sobrevivir y reproducirse con otros miembros de la misma especie (25,32).

Sin embargo, para los fines de este estudio únicamente se tomará en cuenta la última definición. Así mismo, Darwin (1971) la define como la cualidad hereditaria o la disposición conductual, que provee ventajas en la habilidad inclusiva (37). Diversos estudios han demostrado que experiencias previas en ambientes complejos durante estados tempranos del desarrollo, resulta en adultos conductualmente mejor adaptados hacia nuevas situaciones; mientras que la ausencia de un aprendizaje temprano, genera individuos que responden de manera más excitada hacia los estímulos nuevos, es decir que están menos adaptados al medio (35).

i. Función y evolución de la adaptación

▪ Afrontar/sobrellevar cambios del ambiente (“*Coping with*”)

Cuando un animal se expone a un medio adverso, la respuesta biológica generada, es capaz de estabilizar y/o habilitar al animal para competir con el medio, o bien es totalmente incapaz de hacerle frente. Por lo cual, debemos ver a dicho proceso, como el conjunto de estrategias (e.j. Huida, agresión, exploración, entre otras) que estabilizan mentalmente y corporalmente a un individuo en un medio ambiente determinado (25). Y dado a que éste es una estrategia conductual desarrollada a partir de la evolución como una forma de adaptación, no todos los animales tendrán la misma capacidad de éxito (35).

▪ Habilidad inclusiva (“*Fitness*”)

Es el éxito de un individuo en transmitir sus genes a futuras generaciones, que bajo condiciones adversas, aprendizaje pobre, fracaso para afrontar al medio y mortalidad, tiende a decrecer, por lo tanto, el efecto del ambiente sobre un individuo va a ser

determinante sobre su éxito (25). También se puede definir a la habilidad inclusiva como la capacidad genética que tienen los individuos para hacerse frente al medio ambiente, es decir, la aptitud que tienen tanto genotípicamente como fenotípicamente para competir con éste, en otras palabras, la habilidad inclusiva es el éxito que tienen los animales de sobrevivir, reproducirse y transmitir sus genes a las siguientes generaciones (25,32,35).

2. Estrés

El uso común del término estrés, es para expresar condiciones poco placenteras con efectos adversos, por lo cual el estrés es un estímulo que va más allá de la capacidad para completar una adaptación (22). Selye (1973) definió al estrés como la consecuencia biológica a la exposición de ambientes adversos, donde dichas condiciones adversas reciben el nombre de estresores o factores estresantes y respuesta de estrés, al proceso de respuesta que desencadenan los estresores (38). Al estar un individuo expuesto a condiciones estresantes, según Selye se van a generar tres tipos de respuestas biológicas provenientes del sistema nervioso central: conductual, autonómica y neuroendócrina (38).

La respuesta de menor gasto energético, es la conductual, respuesta que ofrece al animal la oportunidad de eliminar el factor estresante removiéndolo por sí mismo o bien aminorando el impacto del mismo (25). Si se presenta un factor de estrés, se desencadena una respuesta de alarma en coordinación con el sistema nervioso autónomo y la glándula adrenal, que tiene la peculiaridad de ser rápida, efectiva y de no tener un impacto importante en la salud de los individuos (23,39,40). Dicha respuesta autonómica se caracteriza por la liberación de adrenalina y noradrenalina, generando una descarga

simpática masiva, que trae como consecuencia el aumento en la capacidad del cuerpo para realizar una actividad muscular vigorosa (15,23,39).

La última respuesta que se presenta es la neuroendócrina, caracterizada por la activación del eje hipotálamo hipófisis corteza adrenal (HHA), que comienza gracias al estímulo de interleucina 1β generando la secreción del Factor Liberador de Corticotropina (FLC) del hipotálamo. Así mismo, el FLC ocasiona la liberación de hormona adrenocorticotrópica (ACTH) de la adenohipófisis, la que finalmente permite la liberación de glucocorticoides (cortisol y corticoesterona) y mineralocorticoides de la corteza arenal, afectando principalmente el metabolismo de proteínas y energía (carbohidratos), por acción del primero, y el balance de fluidos del cuerpo, por acción del segundo (23,39,40).

Debido a que los factores estresantes provocan una serie de cambios fisiológicos, Broom y Johnson (1993), definen al estrés como cualquier efecto ambiental que sobrepasa los sistemas de control de un individuo, que haga que se reduzca su habilidad inclusiva o bien, que aparentemente la reduzca. Por lo tanto, también podemos describir al estrés como, cualquier efecto por medio del cual un individuo cambia algunos de sus controles internos para realizar un mejor funcionamiento debido a una variable exterior que lo afecta (25).

Por otro lado Moberg (2000), afirmó que el estrés siempre está presente en el medio como una regla y no como una excepción en la vida de los animales (40). Sin embargo, algunas veces los animales son incapaces de superar estos estímulos pudiendo llegar a desarrollarse patologías como, problemas conductuales, retardo en el crecimiento, fallos en la reproducción, incremento en la presentación de enfermedades infecciosas y reducción en el nivel y eficiencia productiva (5,17,20,31,40,41). Es por ello, que es necesario

diferenciar entre aquellos factores estresantes que no son amenazantes, de aquellos factores adversos que afectan la salud física y mental de los individuos (40).

Cualquier respuesta de estrés va a provocar un importante consumo de energía llamado costo biológico del estrés, la cual va a ser obtenida a partir de la energía de reserva del cuerpo. Sin embargo, cuando la intensidad del estresor incrementa el costo biológico y la magnitud de la respuesta rebasa la energía de almacenamiento, diversas funciones biológicas se ven alteradas con el fin de obtener toda la energía necesaria para una respuesta adecuada. Al darse este fenómeno, según el modelo de secuencias al estrés propuesto por Moberg (1985), los animales tienden a entrar a un estado prepatológico, con la posibilidad de terminar en un estado patológico (23). Por consiguiente, el periodo que un animal permanezca en un estado prepatológico, será determinante para el desarrollo de enfermedades y otras anormalidades denominadas en conjunto patologías del estrés (*i.e.* cambios en el comportamiento y reducción en la habilidad inclusiva) (23,40).

De acuerdo a lo anterior, es de esperar, que los cambios en el entorno físico y social generados por el confinamiento, puedan provocar diversos grados de estrés crónico en muchos de los animales cautivos, principalmente en aquellos individuos que genéticamente no están adaptados al confinamiento, es decir, la fauna silvestre (42). Dependiendo la susceptibilidad de éstos, pueden llegar a desarrollarse problemas severos de salud física y mental (23,40), que afectan el objetivo principal de un zoológico moderno, la conservación de las especies (3,6,7).

En general, las respuestas neuroendocrinas desencadenadas en los estados de estrés, trabajan inhibiendo determinadas funciones “no esenciales”, a favor de la supervivencia y el mantenimiento de la homeostasis (41,42). La forma en que estas alteraciones se presentan

puede ser a través del comportamiento, metabolismo, reproducción e inmunodepresión (18,20,40,41).

a) Comportamiento

En los zoológicos los factores ambientales que rodean a los individuos tales como la existencia de barreras físicas, cambios en la estructura social, y la presencia del ser humano y otros animales, actúan como constantes estresores, lo que genera importantes estados de estrés crónico que se manifiestan con el desarrollo de patologías conductuales (5,43,44). Broom y Johnson (1993) afirman, que dichos desórdenes conductuales se presentan como respuesta a una desviación neuronal proveniente de una baja estimulación nerviosa, debida a una interacción anormal o falta de control de los animales con el medio (25).

Se entiende como comportamiento anormal, a aquella conducta poco común o ausente en los animales en libertad (43), que sobrepasa en frecuencia e intensidad los movimientos y las acciones, que no tiene valor adaptativo, o bien que en el contexto en que ocurre, difiere de la normalidad y que tiende a incrementarse bajo condiciones adversas (25). Existen muchas manifestaciones de ello (43,44), entre las que cabe mencionar las conductas redirigidas, movimientos estereotipados, inactividad prolongada y excitabilidad (10,11,18,25,42). Las conductas redirigidas se definen como acciones dirigidas sobre un objeto de sustitución, que puede o no ser inanimado (9,30,43) y según en el contexto en el que se presenten, pueden tener como objeto descargar una conducta agresiva (9). Se cree que dichos comportamientos se asemejan a las conductas de “desplazamiento” observadas durante el proceso de frustración, fenómeno generado a partir de la interrupción del proceso

de adaptación ya sea por la falta de un estímulo clave o la presencia de una barrera física o psicológica. Lo anterior impide la presentación de dicho comportamiento (25,45-47), en la cual la “energía frustrada” se canaliza en el desarrollo de otro comportamiento como la auto-mutilación, la coprofagia, los comportamientos sexuales anormales, la perversión alimenticia, la agresión, entre otras (43,45,48).

Los movimientos estereotipados se entienden como aquella conducta repetitiva y relativamente invariada sin función ni meta obvia (9-11,49,50) tales como, masticar y tragar aire, lamido de barrotes, balanceo de cabeza y/o extremidades y las estereotipias motoras, caracterizadas por desplazamientos largos, continuos, rítmicos y rutinarios localizados siempre en una zona determinada (30,43,50). En fauna silvestre cautiva, se ha determinado que carnívoros, primates, ungulados y elefantes, son los más propensos a desarrollar dichos comportamientos. Por ejemplo, Wechsler (1992), señaló que el 55% de 124 osos polares (*Ursus maritimus*) ubicados en distintos zoológicos, presentaron conductas estereotipadas, inclusive, se determinó que uno de los individuos pasaba 76% del día, caminando o nadando en forma estereotipada (50).

Aunque las estereotipias están asociadas con los confinamientos extremos y los ambientes monótonos (44,50-52), no se sabe con exactitud que las desencadena, sin embargo, algunos autores afirman que el desarrollo de dichas conductas puede estar relacionado con el intento de los animales para afrontarse al medio ambiente (10,11,51,52); mientras que otros autores infieren que pueden tener un origen heterogéneo (10,35,42,51), genético (53) y/o dopaminérgico (25,32,51). Incluso se sugiere que las estereotipias aparecen en situaciones caracterizadas por conflictos motivacionales como la frustración y que pudieran estar asociadas a la reducción de los niveles de excitación (10,45,50,52). En general, la frustración de la conducta normal migratoria en carnívoros silvestres cautivos, se

presenta con el desarrollo de estereotipias motoras (11,50,52), mientras que la frustración de la conducta alimenticia, al igual que en ungulados, se observa fundamentalmente con conductas orales como el jugueteo de lengua, mordisqueo de barrotes y lamido de objetos (11,52).

Si bien, estas conductas siempre han sido vistas como algo patológico, Wiepkema *et al.* (1987), indican que éstas están asociadas con una reducción del estrés psicológico (54), e incluso algunos autores mencionan que las estereotipias van seguidas de un descenso de los niveles de hormonas adrenocorticales (42). Además de esto, se ha relacionado de manera estrecha el incremento de opioides endógenos con el desarrollo de conductas estereotipadas, con lo cual, se asume que los animales generan las estereotipias de una forma inconsciente con el fin de “narcotizarse” ellos mismos (10,25,50,51).

Por otro lado, aunque no siempre la presencia del público tiene efectos negativos en la salud de los animales cautivos (55), se cree, que el grado de interacción de los animales con el humano se puede asociar a una variedad de cambios en el comportamiento como la reducción en las conductas afiliativas, incremento del estado de alerta y agresión (6,55-57). Por ejemplo, Carlstead *et al.* (1999), hallaron una correlación positiva entre la presentación de determinados comportamientos como la apatía y la frecuencia de esconderse (referidos a importantes estados de motivación, tales como ansiedad y miedo) en rinocerontes negros (*Diceros bicornis*) y el grado de acceso del público (56). Así mismo, Birke (2002), determinó un incremento en la manipulación de objetos en orangutanes (*Pongo pygmaeus*) cautivos bajo la presencia de distintos tamaños de audiencia, incremento en el grado de atención en los adultos y aumento del acercamiento y abrazo de los infantes hacia los mismos, cuando el público realizaba mucho ruido (57).

Debido a que la conformación de los grupos sociales en animales cautivos generalmente difiere de la organización social natural de la especie, se pueden generar constantes confrontaciones entre los individuos debido principalmente a la competencia del espacio biológico, el alimento y la pareja (21,48). Así mismo, cuando un animal es removido de su grupo familiar y/o de su jerarquía social, se generan importantes estados de estrés, que se pueden llegar a manifestar con el desarrollo de conductas de protesta (58) y comportamientos estereotipados (59).

Otra respuesta conductual adicional que puede generarse bajo condiciones de estrés, es la inactividad y/o la apatía, relacionadas con el proceso de frustración y que están asociadas al incremento de opioides endógenos en el organismo y que producen una analgesia en el organismo disminuyendo los niveles de estimulación sensorial (25,40).

b) Consecuencia metabólica del estrés

Cuando los niveles de estrés son intensos y prolongados, y el costo biológico se incrementa, se origina una serie de interacciones inmunoendócrinas que permite la remoción de ciertos nutrientes a partir de la modificación bioquímica de proteínas y lípidos tisulares, con el propósito de obtener toda la energía necesaria para generar una respuesta, así como para balancear y estabilizar la homeostasis (60). En general, después de una respuesta adrenomedular se requieren concentraciones importantes de glucosa, mientras que en las respuestas mediadas por cortisol, los aminoácidos y los lípidos son más necesarios (23,60).

En algunas ocasiones, cuando dicho movimiento de nutrientes es extenso, puede resultar en un inadecuado crecimiento, defecto en la citocinesis y en una limitada

eficiencia metabólica (60). Por ejemplo, McGlone *et al.* (1993), reportaron que cerdos (*Sus scrofa*) sometidos a ambientes estresantes como es el transporte, sufrieron una disminución del 5.1% de su peso corporal (61).

Así mismo, durante las fases de estrés, se puede llegar a modificar la permeabilidad de la membrana celular, el flujo sanguíneo y la actividad enzimática (60,62), lo que resulta en una inadecuada dispersión de oxígeno y de nutrientes necesarios para el mantenimiento, por lo tanto entre los trastornos metabólicos severos podemos observar hipoxia, isquemia, hipoglicemia e hipocalcemia, así como alteración en los valores de determinadas enzimas séricas. Tollersrud *et al.* (1971), determinaron un incremento significativo en los valores de aspartato aminotransferasa, alanina aminotransferasa, lactato deshidrogenasa, alfa hidroxibutirato dehidrogenasa y fosfatasa alcalina, en borregos (*Ovis aries*) que fueron transportados por seis horas en camión y subsecuentemente caminando en grupo a través de montañas durante tres horas (62).

c) Éxito reproductivo

Bajo efectos de estrés crónico se secreta hormona ACTH, que entre otras funciones, provoca una reducción en la frecuencia y amplitud en la liberación de hormona gonadotrópica (GnRH), lo que trae consigo una alteración en la gametogénesis (16,18,31,63,64) como consecuencia de la disminución en la pulsación de hormona leutenizante (LH) y hormona folículo estimulante (FSH), así como en la liberación de estrógenos (estradiol) (18,64) y andrógenos (testosterona) (63-66), que resulta en caso de las hembras, en un fallo en el mantenimiento del estro y en la presentación de anestro (18,64); en caso de los machos, resulta en un retardo del desarrollo testicular que genera la

producción de semen de baja calidad y reducción del libido (63,64,67). Por ejemplo, en estudios previos se concluyó que el transporte entre 4 y 8 horas, reduce significativamente la frecuencia y amplitud de LH en ovejas (*O. aries*) (18). Incluso algunos autores aseguran que la acción prolongada y elevada de cortisol plasmático, puede obstruir el desarrollo de la pubertad, en aquellos individuos sometidos a un estrés adaptacional (31,63).

En el caso de estresores más ligeros, la fertilización puede generarse, sin embargo, puede ser muy susceptible a la interrupción en el desarrollo del embrión (18,65,68), y por lo tanto hay un fallo en el mantenimiento de la gestación (68). Así mismo, se ha visto que en equinos (*Equus caballus*) silvestres confinados, los cambios en la organización social, la alteración de jerarquías, así como la falta de contacto directo con el sexo opuesto y las prácticas de manejo humano – animal, afectan la producción y función de testosterona, lo que provoca importantes deficiencias en la conducta sexual de los machos, que concluye en un estímulo sexual y una calidad espermática muy por abajo del normal (19).

Por otro lado, también se sabe que la estructura social impuesta por el cautiverio en algunas especies puede concluir en el infanticidio, canibalismo (21,43) o bien en la pérdida de la conducta materna (20). En estudios realizados en guepardos (*Acinonyx jubatus*) cautivos y en libertad, se sugiere que el exceso de ruido y grado de interferencia humana, es la principal causa de muerte en crías (20). Así mismo, en los zoológicos mexicanos, el principal problema reproductivo en felinos se debe a la falta de nidos, escondites y encierros adecuados que permitan a los animales desarrollar una conducta reproductiva exitosa (7).

d) Respuesta inmune

Los niveles altos y prolongados de cortisol plasmático observados durante los estados de estrés crónico, juegan un papel clave en la depresión del sistema inmune (17,39,40), lo que va a traer como consecuencia una alta susceptibilidad al desarrollo de enfermedades infecciosas y en algunos casos hasta la muerte. La forma en que actúa dicha hormona sobre el sistema inmune es muy variada, afectando principalmente la producción de interleucina II inmunológica (16,17,39,40), que resulta en una reducción de los linfocitos T, limitando así la inmunidad contra agentes patógenos por la falta de producción de anticuerpos (39,40,69,70). Aunado a esto, se genera un deterioro en el transporte y liberación de neutrófilos de las reservas óseas, lo que ocasiona un incremento en el número y porcentaje de éstos (15,17,70), mientras que los eosinófilos y basófilos quedan secuestrados en el pulmón y el bazo, por lo tanto se produce una eosinopenia y basopenia (15). Así mismo, en estudios realizados en pollos (*Gallus domestica*), revelaron heterofilia como respuesta al estrés, al incluir en el alimento corticoesterona endógena. Dicho estudio propone que la proporción entre linfocitos y heterófilos se puede ver afectada por el rango de estrés social de las aves (69). Trabajos similares realizados en ratas macho revelaron que la actividad adrenal también provoca una disminución en el número total de células B, en células agresoras naturales (NK) y en monocitos, en adición a esto se concluyó que el cortisol plasmático provoca un cambio en el tráfico de leucocitos, que trae como resultado una leucocitosis y una redistribución celular entre éstos, la sangre y otros componentes inmunológicos, que puede afectar significativamente la habilidad del sistema inmune (70).

3. Bienestar animal

A través de los años, el interés sobre la salud física y psicológica de los animales silvestres cautivos ha ido incrementándose poco a poco, es por ello que ha nacido el concepto de bienestar animal, (2,3,25,40). Broom (1986), define al bienestar animal como el estado del individuo con relación a los mecanismos biológicos para afrontar o sobrellevar cambios en el ambiente (71), y hace énfasis en que es una característica medible en los animales y que puede clasificarse dentro de lo positivo o dentro de lo negativo (22,24,71). Partiendo de esta definición, se infiere que el bienestar animal se verá disminuido cuando los requerimientos fisiológicos y/o biológicos comprendidos como necesidades, no son satisfechas, y generalmente se asocian con sentimientos negativos, mientras que aquellas necesidades que son cubiertas satisfactoriamente, se asocian con sentimientos positivos, los cuales resultan en un óptimo bienestar (25,71-73). Por consiguiente, cualquier tipo de dolor y sufrimiento conlleva a un efecto en el bienestar animal aun cuando no exista algún efecto probable en la aptitud o adaptabilidad del animal (25), por lo tanto, también podemos entender al bienestar animal como el estado de salud física y mental en la cual los individuos están en armonía con el medio (25).

Los problemas de bienestar animal se manifiestan en una producción de impulsos nerviosos y movimientos musculares, mismos que pueden ser utilizados para cuantificar la intensidad del problema. La forma en que están integradas dichas respuestas, va a variar según la duración del efecto adverso y por lo tanto, son indicadores de la magnitud del problema (24). Es conveniente recordar, que las diferentes respuestas generadas son un conjunto de estrategias que tienen como fin que sea posible la adaptación

(24,25,35), por lo tanto es de esperar, que los factores utilizados para valorar el estrés sean los más adecuados como indicadores de bienestar (24,71,72).

El bienestar animal de un individuo es pobre cuando se tienen dificultades para manejar el medio ambiente o bien, cuando el individuo es totalmente incapaz de realizarlo. Bajo estas situaciones es posible encontrar, entre otras cosas, patologías del comportamiento, autonarcotización, inmunodepresión, pérdida de peso, problemas reproductivos y reducción del tiempo de vida, problemas que pueden finalizar en la disminución o hasta la pérdida en la habilidad inclusiva (2,24,25).

Así mismo, una nutrición adecuada, ejercicio y salud física y mental, van a generar estados óptimos de bienestar (25), los cuales se caracterizan entre otras cosas por la presencia de indicadores fisiológicos y conductuales placenteros, y el funcionamiento normal del sistema inmune (2) (**Cuadro 1**).

CUADRO 1- Indicadores de bienestar animal que refieren a un nivel de bienestar pobre, medio y bueno (Fuente: Brousset *et al.* 2000) (74)

BA POBRE A MUY POBRE	BA MEDIO	BA BUENO A MUY BUENO
1. Reducción del tiempo de vida.	1. Actividad frecuente de la corteza adrenal	1. Presentación de una variedad de comportamientos normales
2. Patologías del comportamiento	2. Estereotipias durante el 5% de tiempo activo	2. Indicadores fisiológicos y conductuales placenteros
3. Autonarcotización	3. Crecimiento y reproducción afectados	3. Actividad ocasional de la corteza adrenal
4. Incremento glucocorticoides plasmáticos	4. Inmunodepresión significativa	4. Ejecución de aquellos comportamientos que son fuertemente preferidos para ser expresados
5. Incremento de la actividad enzimática en la corteza adrenal	5. Lesión presente	5. Estereotipia ocasional causada por frustración leve
6. Reducción en la habilidad de crecer y reproducirse	6. Dormido o narcotizado	6. Crecimiento y reproducción normales
7. Mayor demandas corporales		7. Funcionamiento normal del sistema inmune
8. Inmunosupresión		8. Sin lesiones
9. Mayor incidencia de enfermedades		
10. Presencia de lesiones		
11. Mayor intentos fisiológicos y conductuales para afrontarse al medio		
12. Sufrimiento		
13. Supresión del comportamiento normal		

BA: Bienestar animal

El bienestar puede ser valuado en una forma científica, objetiva e independiente a las consideraciones morales, donde de alguna forma se integren todos los aspectos ambientales, físicos, psicológico, biológicos y de manejo, con el fin de obtener información

acerca del estado general de los animales cautivos y una vez establecido, tratar de mejorarlo o bien, asegurar su éxito (24).

Generalmente los factores utilizados para valorar el estrés pueden ser usados como indicadores de bienestar (24,73), y deben estar basados en el conocimiento de la biología de las especies y en la particular (2,72,74).

De manera general se incluyen las siguientes mediciones: a) respuestas conductuales y patologías del comportamiento; y b) factores químico biológicos (fisiológicos) (*i.e.* detección de glucocorticoides en sangre, orina y heces, estado de salud, éxito en la habilidad inclusiva, entre otros) (24,72-75). Debido a que la obtención de los datos fisiológicos, en muchos casos es tardado y costoso y por lo tanto difícil de mantener como un indicador rutinario (72), los indicadores más utilizados, son aquellos elementos que tengan que ver con el comportamiento (*i.e.* frecuencia e intensidad de una o varias conductas) (24,72-75). Sin embargo, las evaluaciones simples de conducta, aunque bien pueden dar cierta información válida acerca del nivel de bienestar, las combinaciones de varios indicadores es más verosímil (24,72,75) y por lo tanto, también es conveniente estimar las respuestas de varios miembros del grupo y no únicamente las de un sólo individuo (74,75).

Es importante remarcar que en los zoológicos las condiciones generadas por el ambiente cautivo, pueden dificultar que la adaptación sea posible, lo que finalmente resulta en un bienestar pobre y la capacidad de los animales para poder readaptarse con el medio ambiente se imposibilita (22). Sin embargo, y dado a que el bienestar animal está determinado por el grado de adaptación al medio dentro de un sistema multifactorial de motivación (25,76), y dado a que puede verse influenciado por las necesidades y preferencias de los propios animales, así como por la especie, edad y experiencia (25), es de

esperar que los efectos del medio ambiente cautivo sean diferentes entre individuos cautivos. El bienestar es un estado dinámico, variado y sumamente complejo, y debido a que es complicado mantener un ambiente artificial óptimo para todos los animales cautivos, con el fin de promover un bienestar animal adecuado, la gran mayoría de los zoológicos modernos han adoptado distintas técnicas nombradas en conjunto “enriquecimiento ambiental”, que tienen como objeto mejorar las condiciones físicas, fisiológicas y psicológicas de los animales cautivos, a través de la manipulación del medio ambiente (5,27,28,34,44).

CAPITULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA

1. Enriquecimiento ambiental

Durante la década de los de los 70's, a partir de la aparición del concepto “bienestar psicológico” para la regulación del cuidado de los primates no humanos, establecido oficialmente en Estados Unidos en el “Amendment of Animal Welfare Act” en 1985, (77,78), nace el enriquecimiento ambiental.

El término de enriquecimiento ambiental es empleado para nombrar todas aquellas técnicas usadas para el mejoramiento del medio ambiente de los animales cautivos, tomado en cuenta las necesidades biológicas de los individuos y que tienen como fin incrementar el bienestar animal y disminuir el impacto del estrés ocasionado por el cautiverio (26-28). Y aunque desde 1964 Hediger menciona el uso del entrenamiento animal como una forma de terapia ocupacional para los mismos (79), el concepto de enriquecimiento ambiental y su uso potencial dentro de los zoológicos fue introducido por Markowitz hasta 1982 (80).

Newberry (1995), define al enriquecimiento ambiental, “...como la mejora del funcionamiento biológico de los animales cautivos, a partir de las modificaciones de su ambiente... (26)”, mientras que Shepherdson (1998) lo explica, “...como un principio en la crianza de los animales, que busca mejorar la calidad en el cuidado de los animales cautivos, por medio de la identificación y el suministro de estímulos ambientales necesarios para el óptimo bienestar físico y psicológico... (27)”. Por lo tanto, el enriquecimiento ambiental involucra todas las estrategias realizadas con el fin de incrementar la complejidad

física y social de los ambientes cautivos, donde la complejidad física se refiere a la variedad en los estímulos ambientales estructurales y sensoriales y la complejidad social, a la adecuación en tamaño y composición de los grupos sociales (5).

Por medio del enriquecimiento ambiental, los animales tienen una mayor oportunidad de incrementar un rango de conductas “normales”, y provee de más estímulos y respuestas que permite a los individuos tener cierto “control” de sus vidas (5,13,22,28,44). En otras palabras, el enriquecimiento ambiental puede facilitar la adaptación del animal a partir de la variación del comportamiento (22,27,28,78). Por lo tanto, cualquier forma de enriquecimiento que se ofrezca, debe proporcionar un ambiente complejo y diverso, que incremente la posibilidad de que el propio animal cautivo pueda producir lo que necesite (huir, desplazarse, obtención y consumo de alimento y agua, aparearse, entre otros) (27,28).

En general podemos mencionar que el enriquecimiento ambiental incluye desde la remodelación de albergues y/o jaulas con la sustitución de viejos sustratos por unos más complejos, alteración constante y variada en la presentación de las dietas, cambios en la estructura social, hasta la introducción de objetos novedosos, táctiles y sensoriales que incrementen la curiosidad de los animales y permita un mayor despliegue de conductas “normales” (13,26-28).

Los objetivos principales del enriquecimiento ambiental en los parques zoológicos son:

- a) Incrementar el espacio psicológico de los animales en cautiverio (44)
- b) Proveer a los animales de estímulos complejos para evitar la presencia de comportamientos anormales (22,81,82)
- c) Incrementar las oportunidades para expresar patrones de conducta normales típicas de la especie (27,83)

- d) Reducir las respuestas de estrés asociadas con la exposición a estímulos novedosos y variados (22,27)
- e) Aumento en el éxito y capacidad reproductiva, así como incremento en la habilidad inclusiva (26,65)
- f) Educación y atracción visual instructiva e interactiva para los visitantes (13,22,27,55,83)

Aunque las técnicas y metas del enriquecimiento ambiental varían de acuerdo a la condición biológica de cada especie (22) en general el enriquecimiento implica (27):

- a) Promover el bienestar animal a través de la manipulación del ambiente cautivo (84)
- b) Manejo adecuado de los animales
- c) Disminución de enfermedades infecciosas
- d) Respeto de la salud física y psicológica de los animales y proporcionarles confort en sus condiciones cautivas (13,26)
- e) Incremento en el éxito reproductivo, manipulando satisfactoriamente medios físicos y sociales, sobre todo en animales que forman parte de programas de conservación de especies (13,26,65)
- f) Permitir a los animales el desarrollo de conductas típicas de la especie a partir de una adecuada estimulación ambiental y social (22,27,28,44)
- g) Disminución o eliminación de conductas anormales o indeseables (22,27,28)

Así mismo, hoy en día, la Asociación Americana de Zoológicos y Acuarios (AZA) establece que, “...todos los albergues de los animales, incluyendo la zona de hospital y cuarentena, deberán tener el tamaño necesario para el bienestar social y psicológico de los animales, mientras que los exhibidores deberán incluir elementos para el enriquecimiento conductual de los animales... (85)”, y dado a que el enriquecimiento influye en el bienestar

físico mental y social de los animales cautivos, conviene ver al enriquecimiento ambiental como un componente importante de los programas de medicina preventiva (75).

Casi todos los indicadores de bienestar animal pueden ser usados para evaluar el éxito y/o el impacto del enriquecimiento ambiental, sin embargo, la gran mayoría de los estudios en zoológicos sólo se mide el efecto de éste sobre la conducta del animal (75), por ejemplo, mayor diversidad de conductas, manipulación de las técnicas enriquecedoras y disminución del comportamiento anormal (13,26,28). Y aunque los efectos del enriquecimiento sean diversos, son pocos los investigadores que lo evalúan a partir de indicadores fisiológicos y menos aún, aquellos que estiman su impacto a largo plazo (longevidad, éxito reproductivo y estado de salud) (75).

Debido a las mismas condiciones cautivas, el proporcionar de oportunidades enriquecedoras a los animales silvestres, es todo un reto (75). No existe una forma o tipo de enriquecimiento ambiental que sea efectivo indefinidamente, ya que los animales se habitúan relativamente rápido a las condiciones u objetos novedosos. Por lo tanto, el enriquecimiento debe ser dinámico y debe de modificarse constantemente (44,75). Existen muchas formas de ofrecerlo y el uso óptimo de estas técnicas dependerá del contexto donde vayan a desarrollarse (27,84), en general pueden ser agrupadas en dos grandes grupos con relación al entorno en el que actúen: las manipulaciones al ambiente físico (diseño de albergue, alimentación, objetos novedosos, sensorial y ambiente externo), y a las relacionadas con el ambiente social (estructura social e interacción humano-animal) (22,84).

a) Manipulaciones del ambiente físico

i. Tamaño y diseño del albergue (espacio físico)

Uno de los principales problemas que afecta a muchos de los animales cautivos en zoológicos, además de que no pueden expresar varias de sus conductas individuales, sociales o maternas, es la restricción del espacio físico, lo que puede inhabilitar a los animales a responder adecuadamente a una situación de miedo a partir de una evasión activa y/o una respuesta de escape. Así mismo, la privación del ambiente físico natural y la restringida libertad de movimientos en comparación con sus contrapartes silvestres, puede traer como consecuencia entre otras cosas, la frustración del comportamiento migratorio y exploratorio y con ello el desarrollo de conductas anormales (5,10,28,44,52).

Muchas veces se cuenta con instalaciones grandes, sin embargo, éstas son subutilizadas debido a que son poco confortables e inadecuadas (44). Es por ello que es de vital importancia proveer de las necesidades espaciales básicas a los animales, a través del suministro de mayor número de espacios físicos y psicológicos, con el fin de aumentar el comportamiento exploratorio por medio de la complejidad del encierro (5). Entre estas técnicas se encuentra desde la ampliación física del encierro, hasta la integración de sustratos naturales, vegetación, estructuras horizontales y verticales (ramas, troncos, cuerdas y plataformas), y las barreras visuales, que tienen como fin la creación de diferentes áreas funcionales (22,26-28,44). Varios estudios demuestran los beneficios de este tipo de enriquecimiento. Por ejemplo, estudios realizados en cerdos (*S. scrofa*), demostraron menor diversidad de patrones conductuales y mayor temor hacia objetos novedosos en aquellos individuos en sustratos no enriquecidos, que en aquellos cerdos sobre sustratos enriquecidos (86). Así mismo, Chamove (1989), reportó que pisos

enriquecidos con hojas tienden a incrementar la frecuencia de visitar el suelo de tamarines (*Saguinus sp*) cautivos, conducta poco frecuente en esta especie cuando el suelo de los albergues es llano (44). Y esto lo confirma Kitchen y Martin (1996), al observar que el tamaño del encierro y la complejidad del mismo, están estrechamente relacionados con un incremento general de la actividad y la variedad en la frecuencia conductual en el tití común (*Callithrix jacchus jacchus*) (87).

Los exhibidores complejos no sólo están asociados al incremento en los niveles de actividad, sino que también están asociados al despliegue de comportamientos “típicos” de la especie y a la disminución de conductas agresivas y estereotipadas (88,89), así como al desarrollo de comportamientos reproductivos exitosos (63,65,88). Por ejemplo, estudios realizados en leopardos (*Panthera pardus*) cautivos, reportan una reducción del 50% en las conductas motoras estereotipadas, después del suministro de estructuras físicas complejas como parte de un programa de enriquecimiento en el zoológico de Washington (90). Así mismo, Renner y Lussier (2002), observaron una disminución del 20% al 14% en conductas estereotipadas y una del 16% al 9% en permanecer dormido, en una pareja de osos de anteojos (*Tremarctos ornatus*), posteriormente a la introducción de una estructura vertical con el objetivo principal de que los osos la escalaran (91).

Por otro lado, algunos autores aseguran que existe una relación positiva entre el tamaño del encierro y una reproducción exitosa en felinos silvestres cautivos (92,93). Esto lo apoya Miller-Schroeder y Peaterson (1989), quienes en una investigación efectuada en gorilas (*Gorilla gorilla*), concluyen que mientras más largo y complejo es el encierro, existe una mejor posibilidad de expresar conductas maternas apropiadas y por lo tanto, la crianza de los infantes también puede ser exitosa (92).

Hoy en día, este tipo de enriquecimiento generalmente intenta recrear ambientes lo más parecidos al entorno natural de donde proviene el animal (88,94,95), por ejemplo, en el zoológico de San Diego, EUA, en el encierro de osos polares (*U. maritimus*) se trató de simular un entorno similar al basurero de Churchill, Manitoba, lugar donde comúnmente se acercan los osos a comer, la idea principal de este proyecto era proveer a los animales de objetos diversos y a su vez, hacer ver al público el impacto ambiental que estamos teniendo los humanos en los ecosistemas (95).

ii. Alimentación

La mayoría de los animales en libertad ocupan una gran parte de su tiempo en la búsqueda y consumo del alimento. Sin embargo, en ambientes cautivos, la falta de sustratos adecuados, la localización predecible del alimento y lo monótono de las dietas (27), ocasiona un desplazamiento de las conductas alimenticias hacia el desarrollo de patologías conductuales como las estereotipias y la inactividad (11,44,52,96). Por ejemplo, Chamove (1989), dice que un primate en libertad invierte entre 25% y 90% de su tiempo activo en la búsqueda y consumo de alimento. Sin embargo, bajo condiciones cautivas extremas, esta actividad se puede reducir dramáticamente hasta 4% en titís (*Callithrix sp*) y 5% en gorilas (*G. gorilla*) y chimpancés (*Pan troglodytes*) (44). Así mismo, se ha visto que aunque las dietas comerciales estén bien balanceadas, las anomalías dentales y mandibulares (*i.e.* atrofas musculares, infecciones orales, pérdida de piezas dentales, entre otras patologías) en felinos silvestres cautivos, así como importantes alteraciones en el comportamiento alimenticio (*i.e.* disminución en el tiempo de lengüeteo y masticación del alimento), están estrechamente relacionadas con la textura del alimento (97,98). Es por ello

que la gran mayoría de las técnicas enriquecedoras se enfocan al desarrollo de conductas alimenticias normales y la forma en la que éstas estén presentadas es de vital importancia para la prevención de trastornos fisiológicos (27,98-102).

El enriquecimiento alimenticio intenta reducir la capacidad de predicción y localización del alimento, a través de técnicas simples y sofisticadas, que promuevan el desarrollo de conductas alimenticias “típicas” de cada especie, y que al mismo tiempo se reduzca el aburrimiento y la proporción del tiempo gastado en conductas anormales (22,28,103,104). Generalmente los animales sometidos a estos programas son carnívoros y/u omnívoros debido a que diversos autores argumentan que éstos están adaptados a investigar y resolver problemas (83,95), mientras que los ungulados únicamente “pastorean” (95).

Entre estas estrategias encontramos el ofrecimiento de dietas completas y variadas, alternando la frecuencia e intervalo de alimentación varias veces por semana (22,28,98-102), así como cambios novedosos y poco predecibles en la presentación del alimento, que permita a los animales tener mayor control sobre el consumo de nutrientes y que al mismo tiempo obligue a los individuos a invertir más tiempo en el proceso y consumo del mismo. Algunos de los métodos más utilizados son, esconder comida, uso de dispensarios y/o termiteros, bloques de alimento congelado, alimento vivo, entre otras (22,28,44,101-104).

En estudios realizados en caballos (*E. caballus*) estabulados se observó una disminución de las conductas estereotipadas (de 20.8% a 14.4%), durante el uso de un dispensador alimenticio en forma de pelota (103). Estudios similares demostraron una reducción significativa en las conductas anormales (ej. 85% a 36.3% en la conducta “arrancarse el pelo”) en nutrias asiáticas (*Aonyx cinerea*) cautivas, en el Lincoln Park Zoo, Chicago, al ofrecer un tercio de su ración diaria dentro de una pelota dispensadora (104).

Otros estudios demuestran que el uso de estas técnicas han influido positivamente en el incremento del tiempo de búsqueda del alimento, la conducta predatoria y el consumo de alimento (5,27,83,90,96-108). Por ejemplo, en un estudio realizado en gorilas (*G. gorilla*), se determinó un incremento del 16% del tiempo de consumo del alimento, al utilizar ramas y hojas como una estrategia enriquecedora (105). En otro estudio efectuado en leopardos (*P. pardus*) cautivos, se reportó un aumento de 5.5% a 14% en la conducta exploratoria al dar muchos y pequeños trozos de comida escondidos dentro de pilas de ramas o matorrales (90). Así mismo, Kells *et al.* (2001), observó un crecimiento en la actividad de pollos (*G. domestica*) al usar pacas de paja como alimento *ad libitum* en granjas intensivas de engorda (106). Por otro lado, Markowitz y LaForse (1987), en su trabajo realizado en cervales (*Felis cerval*), concluyeron que aunque los animales se habituaron rápidamente al uso de presas artificiales, fue posible producir conductas predatorias apropiadas para esa especie, por lo tanto ellos afirman que por medio de estas herramientas de enriquecimiento, es posible elevar el nivel de bienestar en felinos cautivos (107).

Aunque el uso de presas vivas como técnica enriquecedora en algunos países está prohibida, y en otros lugares se prefiere no usarla por razones éticas y de sensibilidad al público, sigue siendo una buena estrategia de enriquecimiento para animales depredadores, debido a que involucra el uso de todos los sentidos (28,99). En una investigación elaborada por Shepherdson *et al.* (1993), en gatos pescadores (*Felis viverrinus*) alimentados con peces vivos, resultó en una importante reducción (60% menos) del tiempo empleado para dormir y en un significativo incremento en la actividad predatoria y en el uso del espacio durante y después de la fase de enriquecimiento. Dado a que dichos efectos persistieron hasta por una semana, ellos concluyen que el uso de presas vivas es un

buen sistema que minimiza la predicción de la alimentación, al mismo tiempo que maximiza las conductas alimenticias (83).

En otros estudios se ha observado que al ofrecer más cantidad de alimento en la misma presentación de costumbre, disminuye la demostración de estereotipias, sin embargo, a largo plazo puede provocar obesidad, mala salud y problemas reproductivos (22,26) por lo tanto, Shepherdson (1998) y otros autores sugieren entre otras técnicas, proporcionar raciones más pequeñas en intervalos más frecuentes, o bien incrementar la proporción de fibra en la dieta, con el objeto de saciar el apetito (22,26,27). Por ejemplo, Stoinski *et al.* (2000), documentaron los cambios conductuales en elefantes (*Loxodonta africana*) asociados con el cambio de una porción de su dieta húmeda, por una parte igual de materia seca. El estudio reveló un incremento significativo entre 36.7% y 80% en el manejo y consumo del alimento, así como una disminución de 0.3% en el consumo de agua y de 1.2% en la inactividad. Un aumento en el tiempo de visibilidad al público en adición a lo anterior, sugiere que el uso de fibra seca es un efectivo y natural método de enriquecimiento ambiental para elefantes cautivos (108).

Existe evidencia que sugiere que el comportamiento de los animales se modifica después de que estuvieron involucrados en episodios de ejercicio físico (109), por lo tanto, otro objetivo del enriquecimiento ambiental alimenticio es promover el ejercicio (109-112). La presentación y posición de la comida no sólo puede ayudar a que se presenten las posturas normales alimenticias, sino que la expresión de éstas, puede tener un efecto positivo en la densidad ósea y en la capacidad y estructura de los músculos y ligamentos requeridos, debido a que al trabajar dichas estructuras durante la conducta alimenticia, se estimulan adecuadamente de acuerdo a su naturaleza (112). Por ejemplo, Law *et al.* (1997), sugieren que una buena forma de promover el ejercicio físico en tigres (*Panthera tigris*), es

a través del uso de un “poste alimenticio”, el cual consiste en colocar un trozo de alimento en el tope de un mástil vertical. Por medio de esto, se intenta obligar a los animales a trepar el mástil, con el fin de generar conductas y movimientos físicos y fisiológicos del cuerpo, similares a los que tendría un tigre en libertad (112).

Los méritos sobre estas técnicas son relativos y poco claras, ya que diversos estudios han sido realizados en periodos cortos de tiempo, en poblaciones pequeñas y en combinación con otras pruebas, además de que generalmente no son tomados en cuenta los efectos de los hábitos alimenticios, y la habilidad de aprendizaje, así como las influencias en la dinámica social en el acceso a la comida (26).

iii. Objetos novedosos (Enriquecimiento ocupacional)

Se basa en la introducción de objetos táctiles novedosos o “Juguetes”, que tienen como fin mantener al animal ocupado durante varias horas. Estos objetos pueden ser naturales (*i.e.* coco, bambú, flores y madera) o fabricados (*i.e.* pelotas de hielo con sangre, rompecabezas, termiteros, cadenas y objetos de plástico) (22,28) y según sus propiedades, unos serán más relevantes para ciertos animales en comparación con otros (28,84,113-115).

Este tipo de estrategia es útil para disminuir la inactividad y reducir la frecuencia de comportamientos anormales (114-116). Así mismo puede prevenir el aburrimiento, la apatía y en algunos casos motivar conductas exploratorias y el juego (26,114-117). Por ejemplo, Burghardt *et al.* (1996), encontraron que una tortuga Nilo de concha blanda (*Trionyx triunguis*) alojada en el Zoológico Nacional de EUA, mostró una reducción significativa en los niveles de auto-mutilación, posteriormente a la introducción de pelotas, varas y mangueras como parte de un programa de enriquecimiento ambiental.

La tortuga gastó un tiempo considerable interactuando con dichos objetos (20.7% de las observaciones) y se mantuvo activa 67.7% del tiempo. Con lo cual concluyen, que bajo ciertas circunstancias, este tipo de enriquecimiento puede promover el desarrollo de conductas de “juego” en reptiles cautivos y la oportunidad de que éstas se expresen, puede traer beneficios en el bienestar de los individuos (114).

Muchos de estos objetos pueden ser utilizados como dispensadores de alimento o como herramientas para la obtención de comida (103,104,115-120). Por ejemplo, Henderson y Waram (2001), observaron el efecto de pelotas dispensadoras sobre el nivel de conductas estereotipadas (morder rejas y balancearse, principalmente) en caballos (*E. caballus*) estabulados. De los seis animales sometidos al estudio, cinco individuos mostraron una reducción apreciable de este tipo de conductas, mientras que en un sólo caballo se observó un ligero incremento de las mismas. Por lo cual se concluyó, que dichos dispensadores pueden ser una herramienta ocupacional efectiva, para la prevención y disminución de ansiedad y conductas estereotipadas en equinos domésticos (103). Así mismo, en un estudio realizado en chimpancés (*P. troglodytes*), se ofreció una variedad de herramientas como cepillos, escobillones y cucharas, con el objeto de que los animales escogieran la mejor opción y la empleara para la extracción de miel contenida en botes. Significativamente la inactividad se redujo en un 52%, mientras que la conducta de forrajeo se incrementó de 0% a 31%, despertando el interés por el uso y transformación de las herramientas para la obtención de miel. Aunque se reporta que hubo habituación a las herramientas, mas no así a los botes, se piensa que este tipo de enriquecimiento puede ser efectivo para la promoción de conductas típicas de la especie (116).

El estado de motivación hacia el objeto varía de acuerdo a las características físicas y novedad de éste, así como de la especie y edad de los animales (28,84,113-117,121-125). Por ejemplo, se ha visto que en roedores, orangutanes y psitácidos, los objetos destructibles, como cajas de cartón y ramas de árbol, tienen cierta preferencia sobre los objetos no destructibles (117,121-123). Renner *et al.* (2000), afirman que la rotación semanal de juguetes tiene un efecto enriquecedor positivo en titís (*Saguinus labiatus*) y marmosetas de Geoffrey (*Cebuella pygmaea*). Y aunque se requieren más estudios sobre el verdadero efecto que tienen estas herramientas en el bienestar de dichos animales, argumentan que este tipo de sistema, evita la habituación y por lo tanto el interés por el objeto no se pierde (115). Por otro lado, estudios realizados en monos rhesus (*Macaca mulatta*) adultos albergados individualmente, al no encontrar cambios significativos en las conductas anormales y en la actividad general, se concluyó que si bien el uso rotacional de varas y juguetes de plástico podrían incrementar el interés de los monos, tienen un efecto limitado en el bienestar animal en primates adultos (124). Sin embargo, Novak *et al.* (1993), difieren de esta aseveración, al encontrar que la manipulación de objetos novedosos por parte de monos rhesus albergados en grupo, no se vio afectada por la edad ni por el material empleado. Por lo tanto se concluyó, que la facilitación de una estructura social adecuada en primates cautivos, juega un papel importante en la reacción de los monos hacia los objetos novedosos, y que el rechazo a manipular objetos se debe más a las condiciones cautivas, que a la edad (125).

Así mismo, el uso “juguetes” y otros objetos, puede contribuir al desarrollo sensorial y conductual en infantes huérfanos o abandonados y al entrenamiento de animales para su posterior reintroducción en su hábitat (126,127). En un estudio realizado en una cría de orangután (*P. pygmaeus*) la cual fue rechazada por la madre a los pocos días de nacida,

se emplearon varios objetos como fotos de otros orangutanes, espejos y juguetes, con el propósito de estimular conductualmente al infante, y evitar el antropomorfismo de ésta. Finalmente después de 5 meses de iniciado el programa, la cría fue exitosamente reintegrada con la madre (127).

El uso de objetos táctiles son generalmente recomendados como una exitosa herramienta para dar enriquecimiento ambiental (26). Sin embargo, es importante considerar que estas divisas no sean tóxicas ni peligrosas para los individuos, y con el fin de evitar que los animales se habitúen, pierdan el interés o bien presenten comportamientos anormales dirigidos a dichos objetos, éstos deben ser remplazados periódicamente por otros más novedoso (28,81,84,103,104,115,124). El número y distribución de los objetos, también debe ser tomada en cuenta, y con el fin de evitar agresiones y confrontaciones entre los animales, es importante que existan en cantidad suficiente para todos los individuos del encierro (28). Es necesario recalcar que sólo porque los animales investigan los objetos o muestran algún cambio en los patrones conductuales, no necesariamente significa que el “juguete” esta surtiendo un efecto enriquecedor. Por ejemplo, en un estudio realizado en monos rhesus (*M. mulatta*), Bayne *et al.* (1992), reportaron que un individuo que había estado mostrando altos niveles de roeduras en su jaula, transfirió una proporción de este comportamiento hacia un objeto que le fue ofrecido (128).

iv. Otros (sensorial)

Existen otros tipos de estímulos ambientales que pueden ser usados para la manipulación del ambiente físico y que básicamente incluyen todas aquellas técnicas para motivar cada uno de los órganos de los sentidos. Cualquier técnica enriquecedora puede

tener la facultad de promover más de dos funciones sensoriales (84,129-131), y destaca entre éstas, las presas vivas, las cuales tendrán un especial impacto sobre el sentido de la vista, el olfato y el auditivo (99). Por lo tanto crear una técnica que estimule a uno solo de los sentidos es todo un reto, y debido a lo complejo en su diseño experimental, también los resultados no han sido fáciles de interpretar (22).

- Vista

Se basa en la introducción de estímulos visuales como objetos en movimiento, colores, e incluso imágenes televisivas, que tienen como objeto atraer la curiosidad de los animales.

Por ejemplo, Rumbaugh *et al.* (1989), encontraron que la percepción de imágenes televisadas pueden ser una importante herramienta de enriquecedora en chimpancés (*P. troglodytes*) (130). Esto lo confirman Brent y Eichberg (1989), al reportar una disminución en los repertorios de estereotipias en chimpancés sometidos a este tipo de enriquecimiento (132).

Por otro lado, Platt y Novak (1997), puntualizan que si bien el uso de video estimulación, por medio de videocintas y videojuegos, provocó cierta habituación en monos rhesus (*M. mulatta*), la manipulación de ambos y en general el incremento en la actividad, sugieren que este tipo de estrategias es una forma exitosa de generar enriquecimiento. Por medio de este trabajo ellos concluyen que la interacción de los individuos con la pantalla y/o el monitor, es totalmente dependiente de la imagen que se está proyectando (133). Así mismo, Bloomsmith y Lambeth (2000), observaron que chimpancés (*P. troglodytes*) expuestos a distintas videgrabaciones, sufrían variaciones en el comportamiento, cuando los individuos detectaban imágenes en la pantalla y no cuando ésta permanecía en blanco.

No se encontraron diferencias conductuales entre el tipo de video, la edad y el sexo de los animales, sin embargo, se determinó que los animales albergados individualmente fueron más reactivos a este estímulo, en comparación con aquellos animales alojados en grupo. Aunque este tipo de estrategias no varía significativamente la conducta, se concluye que el uso de videocintas puede ser una herramienta útil de enriquecimiento para primates cautivos (134).

La gran mayoría de estos estudios se ha realizado en granjas y laboratorios y poco se ha hecho dentro de los zoológicos (22). Powell (1997), argumenta que debido a que gran parte del ambiente se percibe por la vista (131) (*i.e.* aproximadamente el 50% del volumen del cerebro en primates del viejo mundo es responsables de procesar información visual) (135), la simple introducción del alimento y/o de objetos nuevos al encierro, tiene la capacidad de estimular la visión de los animales. Por lo tanto él concluye, que la gran mayoría de las estrategias enriquecedoras pueden agruparse dentro de esta categoría (131).

- Olfato

Se fundamenta en la dispersión de olores llamativos e interesantes a lo largo de los encierros, con el fin de atraer la atención de los animales, estimular el comportamiento exploratorio, territorial, sexual y alimenticio (en algunos casos se intenta generar una respuesta predatoria) (136,137). Es probable, que todos los aromas que son percibidos en el ambiente tengan un efecto psicológico en los animales e incluso puedan afectar el ánimo o la actitud de los mismos (136-138), y debido a que mucha de la información proveniente del medio ambiente se detecta por este sistema, se piensa que una forma interesante de aliviar el aburrimiento es por medio de la estimulación olfativa (138). En general, este tipo de

enriquecimiento se dirige a aquellos animales que tienen un gran sentido del olfato, tales como canino, felinos y otros depredadores (136-139).

Pueden emplearse una variedad de aromas como, perfumes, especias, hierbas de olor, feromonas, aceites, orina y heces de otros animales (75,136-140). El modo y el tiempo en que son presentados estos elementos pueden ser tan importantes como el tipo de olor utilizado (75). Por ejemplo, en el zoológico de Phoenix, Arizona, en un estudio sobre preferencias aromáticas en rinocerontes blanco (*Ceratotherium simum*), Hadley (2000), decidió emplear bolas de boliche como vehículo para el depósito de los olores. La elección de éstas se basó por las siguientes razones: el color y forma de todas las bolas podría ser uniforme, por lo tanto las variables color, tamaño y forma, no eran factores que pudieran influir en los resultados. Debido a que las bolas de boliche habían sido usadas con anterioridad como enriquecimiento ocupacional, existían reportes sobre interacciones positivas por parte de los animales, además de que el factor neofóbico (miedo a lo desconocido) también quedaba resuelto. Y finalmente, la forma que tienen estos objetos impediría que los animales tuvieran acceso directo a los olores. Por lo tanto, el modo en que fueron presentados los aromas (loción y extractos de pimienta, anís, plátano, vainilla, coco, vinagre y miel de maple), fue de vital importancia para determinar que entre todos, el extracto de pimienta fue el que despertó más respuestas (140).

Cuando aplicamos este tipo de estrategias, también es importante reconocer la función de los comportamientos que se estimulan o que se manipulan (75). Algunos estudios realizados en leones sometidos a estímulos olfativos, han reportado un incremento en las conductas territoriales y la competencia entre los miembros del grupo (138). Sin embargo, Backer *et al.* (1997), al dispersar heces de distintos herbívoros en el encierro de los leones (*Panthera leo*) y encontrar un incremento significativo en la actividad motora y

en la interacción social positiva de todos los animales, difieren de este punto. Ellos concluyen que en adición al incremento en la actividad social, por medio de estas estrategias es posible incitar algunos aspectos de la conducta predatoria en leones (99). Resultados similares fueron hallados en el zoológico de Glen Oak, Peoria, Illinois, al incorporar estiércol de cebra (*Equus burchelli*), jengibre, canela y chile al albergue de los leones africanos (*P. leo*). Schuett y Fraser (2001), concluyen, que mientras el estiércol de cebra ocasionó cierto grado de agresión y competencia, el uso de especias redujo significativamente la inactividad e incrementó la actividad social (138). Así mismo, Blount y Taylor (2000), encontraron que martuchas (*Potos flavus*) sometidas a enriquecimiento alimenticio en combinación con enriquecimiento olfativo, mostraron un apreciable incremento en la actividad normal y uso del espacio físico, así como una disminución en la inactividad y en conductas estereotipadas (141).

Aunque diversos estudios han argumentado los beneficios de este enriquecimiento sobre el bienestar animal, queda la posibilidad de que el incremento en los niveles de actividad y la expresión de conductas “normales” observados en los animales cautivos, provengan de algún estímulo estresante (99,138-142). Por lo tanto cabe mencionar, que un incremento en la actividad, no necesariamente estará relacionada con un incremento en el bienestar (142).

- Oído

Aunque en general todos los animales experimentan una serie de diferentes sonidos como producto de la naturaleza, como son las vocalizaciones de otros animales y los sonidos del viento, el oído es probablemente el órgano sensorial más olvidado cuando hablamos de técnicas sensoriales para enriquecimiento ambiental (131). Sin embargo,

Newberry (1995), menciona que por medio de estímulos acústicos atractivos como vocalizaciones de contrapartes y de otros animales, música, sonidos selváticos, entre otros, es posible incrementar las conductas sociales y predatorias de los animales cautivos (26).

Diversos estudios han investigado la relación que tienen la música y el tratamiento de enfermedades en seres humanos (143), algunos de éstos han demostrado que cierto tipo de música puede actuar como factor relajante, mientras que otras pueden llegar a elevar el estado emocional, la actividad cardiovascular y la presión sanguínea (143,144). En un estudio similar, se evaluó el efecto de la música en cuatro gibones (*Papio sp*) enjaulados individualmente. Tanto el comportamiento como la presión sanguínea no variaron con relación a la música, sin embargo, el latido cardiaco fue significativamente menor cuando el radio estaba prendido (145).

Muchas de estas técnicas han sido utilizadas como estímulos para incrementar el consumo y mejorar la producción en animales de granja (146,147). Por ejemplo, en un estudio realizado por Gvaryahu *et al.* (1989), demostraron, que emisiones de música clásica de manera intermitente incrementaron el consumo diario de alimento en pollitos de engorda (*G. domestica*) de una semana de edad, así mismo, la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia presentaron mejorías (146). Estudios similares demuestran que vacas lecheras (*Bos taurus*) expuestas a sonidos musicales puede mejorar la entrada de los animales a la ordeña e incrementar la producción de leche (144).

Aunque Cloutier *et al.* (2000), concluyen que el uso de música y otros sonidos en lechones (*S. scrofa*) no mejora las condiciones de estrés durante el manejo y el destete (147), Houpt *et al.* (2000), indican que el uso de distintos tipos de música y sonidos puede ser una herramienta útil para calmar el temperamento de equinos confinados (*E. caballus*), ellos concluyen que en ponies, la música country tiende a incrementar el tiempo gastado en

conductas alimenticias, mientras que el jazz tubo una tendencia mínima a disminuirlas (148).

El uso de sonidos de ambientes naturales y vocalizaciones, pueden tener un pequeño significado hasta que los animales aprendan a interpretar dichos sonidos, y debido a que las respuestas conductuales generadas en los animales pueden ser muy variadas entre individuos, los resultados obtenidos en muchas ocasiones son difíciles de interpretar (28). Por ejemplo, Odgen *et al.* (1994), no encontraron un beneficio claro sobre el efecto de sonidos de bosque tropical en un grupo de gorilas (*G. gorilla*) de tierras bajas cautivos. Mientras los adultos respondieron negativamente con un incremento en la agitación, se infiere que los infantes respondieron positivamente el mostrar una disminución apreciable del balanceo (149). Por otro lado, Shepherdson *et al.* (1989), puntualizan que el uso de vocalizaciones conocidas a partir de observaciones en las especies libres, puede ser un método más prometedor de enriquecimiento ambiental. En su trabajo mencionan que parejas de gibones (*Hylobates lar*) expuestos a cantos territoriales a dueto de sus contrapartes silvestres, estimularon la locomoción y el canto entre los miembros del grupo cautivo, generando un efecto muy específico en los patrones conductuales del juego al sonar determinado tipo de canciones, comportamiento que siguió siendo evidente siete meses después de iniciado el experimento. Sugiriendo que dicho estímulo auditivo, juega un papel muy importante en el bienestar de estos animales debido a que contribuye a la formación y mantenimiento de los lazos grupales (150).

El valor de este tipo de enriquecimiento es poco claro. Muchas veces la emisión de sonidos puede tener un impacto positivo en el bienestar de los animales, mientras que otras puede generar un impacto negativo. Es importante mencionar que muchas veces las emisiones, ya sea música, ruido y/o vocalizaciones, pueden llegar a enmascarar otros

sonidos de importancia para los animales, y la falta de éstos, puede llegar a convertirse en un factor estresante para algunas de las especies (28,147,149). Así mismo, en algunos estudios, se piensa que los efectos de la música fueron confundidos con los efectos de otras variables ambientales (26), de hecho algunos autores mencionan que estas estrategias no tienen un efecto significativo en el bienestar de los individuos (29), lo que demuestra que se requieren más estudios sobre el verdadero efecto que tienen los sonidos sobre los animales.

v. Ambiente externo

Cualquier estímulo que se perciba del medio ambiente juega un papel muy importante en el bienestar animal de los animales cautivos, es por ello que Newberry (1994), menciona que los esfuerzos del enriquecimiento ambiental no sólo deben estar dirigidos hacia el ambiente interno de los albergues, sino también hacia todo el rango sensorial de los animales, incluyendo las áreas externas de los de los encierros (28). Aunque han sido pocos los estudios que han demostrado que la salud general de los animales cautivos también está influenciado por el ambiente externo de la jaula (151,152), es importante puntualizar, que cualquier diseño de un encierro, debe considerar la forma en que los animales perciben el entorno (26), por lo tanto, es necesario crear ambientes externos adecuados donde los animales tengan oportunidad de observar y escoger estímulos si a sí lo desean (26,28,151).

El efecto positivo que conlleva el uso de ventanas y plataformas como estrategias enriquecedoras se ha demostrado en algunas especies (26). Por ejemplo, O'Neill (1989), reportó, que primates albergados individualmente, tienden a expresar menor nivel de comportamientos anormales cuando éstos son localizados en jaulas cercanas a una

ventana (152). Por otro lado, Chamove *et al.* (1988), sugieren que el efecto del público juega un papel estresante en primates cautivos, y para evitar el desarrollo de comportamientos anormales se recomienda diseñar albergues donde los visitantes aparenten ser más pequeños, o bien menos visibles para los animales (153). Así mismo, en el zoológico de Oklahoma, EUA, se construyó un albergue para grandes primates, que entre sus objetivos principales fue recrear un ambiente donde los animales estuvieran a la misma elevación o altura de los visitantes, de esta forma los segundos podrían ver a los animales con facilidad, al mismo tiempo de que a los monos se les brindara "...respeto y dignidad..." (154).

Si bien algunos estudios han demostrado cambios en el comportamiento como producto del ambiente externo, su efecto no queda claro. Por ejemplo, Schapiro *et al.* (1995), en sus estudios con monos rhesus (*M. mulatta*), encontraron que individuos que tuvieron contacto visual con grupos numerosos de contrapartes cautivas, tendían a desplegar mayor número de conductas estereotipadas y de mantenimiento en comparación con los animales que exclusivamente tenían acceso a un individuo; y aunque estos últimos mostraron una menor incidencia de estereotipias motoras, se reporta que éstos pasaban más tiempo efectuando comportamientos anormales potencialmente lesionantes (151). Por lo tanto, aunque un incremento en la estimulación externa pueda considerarse algo beneficioso, no todo estímulo es positivo, por ejemplo, los disturbios conductuales generados en estos monos al estar expuestos a grupos sociales adyacentes nos haría pensar en un efecto negativo, sin embargo, un ambiente extracomplejo como éste, también provee a los animales de más oportunidades de observar y expresar componentes de su comportamiento natural (151).

b) Manipulación del ambiente social

vi. Organización social

Se basa principalmente en la formación de grupos sociales apropiados, con base a la estructura física y social de cada especie y por la cohesión de cada grupo (84). La estructura física se refiere al número de individuos, al rango de edad y a la distribución de sexos en el grupo. La estructura social se refiere a la jerarquía del grupo, que está determinada por la dinámica de interacciones agresivas y afiliativas. Y la cohesión del grupo alude a la duración a lo largo del tiempo de las asociaciones entre los individuos de ese grupo(22,84). Por lo tanto, con el fin de evitar situaciones estresantes, se requiere que la organización social de las especies silvestres cautivas, se apegue lo más posible a la natural (22,155,156).

Sin embargo, en los zoológicos, muchas veces el exceso de individuos de un mismo sexo, la falta de espacios físicos adecuados y el desconocimiento de la biología de las especies, provocan que la estructura social se vea modificada (21,48,93,155,156), pudiendo generar problemas fuertes de agresión y problemas importantes en la reproducción (21,48,75,93). Es por ello que es de vital importancia tomar siempre en cuenta las interacciones afiliativas y agresivas de la población, tratando siempre de integrar animales que sean compatibles y de esta forma evitar peleas y estimular la reproducción (22,48).

Una manera practica de realizar grupos sociales estables, es a partir de la formación de parejas, debido entre otras cosas, a que el espacio físico por pareja no se excede y a que el riesgo de incidencia de heridas y enfermedades no se vuelve significativa (93,155-157). Por ejemplo, en estudios anteriores se demuestra, que felinos pequeños albergados en grupos de más de dos individuos, tienden a reproducirse menos y a expresar

mayor frecuencia de estereotipias motoras, en comparación con aquellos individuos agrupados en pareja (27,93). Así mismo, Meehan *et al.* (2003), observaron que pericos amazónicos (*Amazona amazonica*) albergados en parejas de un mismo sexo, desarrollaron un mayor nivel de actividad en comparación con los animales solitarios (20% y 13 % de las observaciones respectivamente); significativamente, ninguna de las parejas desarrolló estereotipias, mientras que el 57% de los pericos solitarios, desarrollaron algún tipo de estereotipia. Un incremento en la actividad y en la diversidad conductual así como una reducción en las conductas anormales, sugieren que una manera efectiva de formar grupos sociales en psitacidos, es a través de la agrupación de parejas de un mismo sexo (155).

Diversos estudios han demostrado los beneficios de una adecuada estructura social dentro de un medio físico propicio. Por ejemplo, Ahola *et al.* (2000), encontraron una mayor ganancia de peso y una menor respuesta adrenocortical, en las en crías de zorra azul (*Alopex lagopus*) albergadas en grupos familiares conformados por la madre y sus cachorros, en comparación con las crías que son agrupadas en parejas de diferente sexo. (158) Así mismo, Kessel y Brent (2001), observaron que monos babuinos (*Papio sp*) que habían sido alojados individualmente por cinco años, al ser movidos a grupos sociales más grandes, mostraron una importante disminución en las conductas anormales, y un apreciable aumento en la locomoción y en las conductas afiliativas. Finalmente dichos animales se rehabilitaron, generando individuos viables para la reproducción y formación de grupos sociales exitosos (159).

Es importante recalcar, que una estructura social adecuada y dinámica dentro de una población determinada, puede llevarnos a un exitoso programa reproductivo (7,65).

Actualmente se menciona, que otra forma de proveer ambientes sociales adecuados, es mezclando diferentes especies en un mismo albergue. Al usar animales de

diferentes estratos o nichos ecológicos, dicha estrategia no sólo permite un mayor uso del espacio físico, si no que también genera un ambiente realista, dinámico y complejo, que contribuye a la producción de estímulos positivos necesarios para el bienestar de los animales (44,160-163). Cuando se conforman los encierros mixtos, es importante tomar en cuenta las características biológicas de cada una de las especies, de manera que no exista alguna reacción negativa entre cada una de ellas (44,95,161,162). Por ejemplo, en un estudio elaborado por Pochon (1998), un grupo de colobos blanco y negro (*Colobus guereza*) (especies de hábitos arbóreos) y un grupo de mono patas (*Erythrocebus patas*) (especie de hábitos terrestres) fueron introducidos a un mismo encierro en el zoológico de Lisieux, Francia. Ambos grupos coexistieron exitosamente sin riesgo de competir por el espacio; únicamente se observaron agresiones por parte de los monos patas, cuando éstos estaban comiendo y los colobos intentaban descender de los árboles; así mismo si los patas intentaban subir a los árboles y los colobos estaban cerca, estos últimos tendían a mostrar conductas agresivas obligando a los monos patas a descender rápidamente (162).

Otras especies que han sido mezcladas exitosamente son, el castor canadiense (*Castor canadensis*) y el cisne marino trompetero (*Cygnus cygnus buccinator*), el capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) y el lobo marino (*Zalophus californianus*), el oso de anteojos (*T. ornatus*) y el coatí cola anillada (*Nasua narica*), la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) y el heloderma (*Heloderma horridum*) (161,163).

Otra forma de promover un ambiente social complejo, es a partir de un sistema de rotación de albergues (90,164). Debido a que este tipo de ambientes es rico en información, los animales son motivados a explorar y por lo tanto se vuelven más activos (90,164). Por ejemplo, en el zoológico de Louisville, EUA, se diseñaron tres instalaciones grandes conectadas una tras otra mediante túneles y puertas corredizas. Las instalaciones

fueron adaptadas con elementos naturales, como corrientes de agua, hierbas y rocas, con el fin de exhibir especies de las selvas tropicales del sureste asiático, como tigres (*P. tigris*), orangutanes (*P. pygmaeus*) y tapires (*Tapirus sp*), especies que comparten hábitat en estado silvestre y que incluso pueden llegar a encontrarse. El encierro tenía como objetivo que los animales compartieran espacios comunes, y entrenar a los animales a rotar entre estos espacios, varias veces al día (95). Así mismo, Lukas *et al.* (2003), encontraron un incremento en la conducta exploratoria en dos grupos de gorilas (*G. gorilla*) dispuestos en un sistema de rotación de albergues por periodos de tres semanas cada uno. Ninguno de los animales observados demostró signos de miedo y ansiedad, por lo tanto ellos sugieren que este tipo de enriquecimiento puede ser una buena estrategia para promover conductas típicas en esta especie (164).

vii. Interacción humano-animal

Existen varias teorías sobre el efecto del humano en el comportamiento de los animales cautivos en zoológicos, y aunque no se sabe con exactitud cuál es la verdadera consecuencia, la gran mayoría asume que el visitante provoca una serie de reacciones negativas en los individuos (HA-impacto) (55,165,166). Hediger (1970), sugiere que los animales no sólo perciben al público como un potencial enemigo, sino que también lo pueden sentir como una presa, un ente simbiótico, como una parte inanimada del ambiente o bien como un miembro de la propia especie (166). Así mismo, Morris (1964), argumenta que los visitantes pueden proveer de una variedad de eventos que promueven diversas reacciones en los animales, y por lo tanto, la presencia del público también puede ser considerada como un recurso enriquecedor (167). Por otro lado, se piensa que en la mayoría

de las ocasiones, los animales tienden a habituarse a la presencia del público, y bajo estas situaciones, el comportamiento no se ve afectado (168).

Si bien es clara la necesidad de hacer este tipo de estudios, la gran mayoría de ellos se ha realizado en primates cautivos y poco se ha hecho en otras especies (55). Por ejemplo, Mitchell *et al.* (1991), infieren que la presencia del público juega más un papel negativo que positivo. En sus estudios encontraron, que en mangabeys (*Cercocebus galeritus chysogaster*) que fueron trasladados de albergues con poca audiencia a albergues de mucha concurrencia, se incrementó la conducta agresiva tanto para los miembros del grupo, como para el público; y por el contrario, los individuos que fueron transferidos de jaulas muy visitadas a jaulas de poca audiencia, desarrollaron mayor frecuencia de conductas afiliativas sociales (acicalamiento, sexuales y juego principalmente) (165).

Muchos trabajos han determinado que el tamaño de los grupos, la tendencia de hacer ruido y el nivel de actividad del público, son importantes para el desarrollo de conductas sugerentes al efecto adverso que generan los visitantes a los animales (57,165,169). Por ejemplo, Perret *et al.* (1995), encontraron mayor contacto de las crías con sus madres y un incremento en la locomoción y en las conductas agonísticas en chimpancés (*P. troglodytes*) cautivos cuando el público estaba activo (169). Así mismo, en su estudio Birke (2002) reportó, que cuando los orangutanes (*P. pygmaeus*) se confrontaban a grupos humanos muy ruidosos, todos los animales tendían a mirar más a los visitantes y los infantes a detenerse de los adultos (57).

Bajo ciertas circunstancias, la presencia del público no necesariamente actúa como un factor estresante (55), sin embargo, al efecto enriquecedor de éste no está muy bien sustentado, y aunque existen algunos estudios sobre el cambio de conductas “positivas” en los animales hacia su audiencia, éstos se han relacionado más a un

incremento en la conducta alimenticia a expensas de otro comportamiento (170). En un estudio hecho en chimpancés (*P. troglodytes*), Cook y Hosey (1995), observaron una secuencia de interacciones entre los animales y los visitantes, basada principalmente en vocalizaciones, contactos visuales y gesticulaciones, y que podía ser iniciada por cualquiera de las dos especies; sin embargo, se piensa que la motivación de los animales aparentemente estaba basada en la obtención de comida por parte del público y no por otra cosa (171).

En otro orden de ideas, el refuerzo positivo, el condicionamiento operante y el entrenamiento de los animales puede facilitar el procedimiento médico veterinario y en general el manejo de los animales (HA-entrenamiento) (172-174). Haciendo uso de estas estrategias es posible realizar exámenes físicos de rutina, tomar muestras sanguíneas y medicar, sin la necesidad de someter a los animales a contenciones físicas y/o químicas que induzcan niveles altos de estrés que puedan perjudicar la integridad física de los animales y de los operarios (172-174). Incluso, algunos autores argumentan que el entrenamiento de los animales como herramienta de enriquecimiento, puede reducir satisfactoriamente la frecuencia de estereotipias y las conductas autodirigidas (5,172-174).

Este tipo de manejo se ha realizado de manera exitosa en muchas especies silvestres cautivas, siendo los cetáceos, pinnípedos, primates, felinos, artiodáctilos, perisodáctilos y proboscidios las especies más trabajadas (13,172-174). Aunque en general el condicionamiento se ha empleado para procedimientos veterinarios de rutina, Brown y Loskutoff (1998), lograron obtener semen de forma voluntaria en un grupo de tres gorilas (*G. gorilla*) solteros. La forma más común de coleccionar semen en primates grandes es por medio de electroeyaculación y bajo restricta anestesia general, pero el poco volumen y calidad de eyaculado obtenidos impiden su criocongelación. Por lo tanto, el éxito en la

obtención de semen a partir de técnicas no invasivas, no sólo previene el uso de anestesia y la presentación de cuadros importantes de estrés, si no que también implica la obtención de un eyaculado de alta calidad listo para su procesamiento (174).

Por otro lado, es importante puntualizar que actualmente se hace mucho hincapié en la relación que tiene el enriquecimiento ambiental en los zoológicos con la educación y atracción visual de los visitantes. Cabe recordar, que uno de los propósitos del enriquecimiento ambiental es promover la actividad y el desarrollo de los patrones “típicos” de las especies; por lo tanto, albergues complejos y ambientados en una forma natural, que mantengan a los animales más dinámicos y “felices”, es probable que generen mayor interés del público y al mismo tiempo les proporcione información sobre la biología de la especies (27,131,175).

c) Otros efectos morfológicos, fisiológicos y conductuales del enriquecimiento ambiental en animales

El enriquecimiento no sólo contribuye al desarrollo conductual de los animales, por el contrario, los efectos del enriquecimiento ambiental son tan diversos que incluso hasta la fisiología y la morfología del cerebro se pueden ver modificada (176-181). Estudios diversos en laboratorio han demostrado que la complejidad del encierro puede contribuir al engrosamiento cortical, al incremento en el peso, número, talla y complejidad de la sinapsis nerviosa y en el aumento en la unión dendrítica de la corteza visual (27,176,177,180). Por ejemplo, Haemisch y Gartner (1997), estudiaron el efecto del enriquecimiento en el comportamiento de la actividad neuroendócrina en ratones (*Mus musculus*) de laboratorio y su relación con la jerarquía de cada individuo; encontrando que los ratones dominantes

mostraron mayor nivel de agresión hacia sus compañeros y en correspondencia estrecha al incremento en la síntesis de cortisol plasmático, mientras que los individuos subordinados, se caracterizaron por sintetizar mayor epinefrina adrenal (181), Así mismo, Young *et al.* (1999), demostraron que aunado al efecto neurogénico que pueden traer consigo los ambientes enriquecidos, de manera importante, también se puede reducir la apoptosis espontánea de las células del hipocampo hasta un 45% en ratas de laboratorio (*Rattus norvegicus*) (180).

Brent (1995) menciona, que además de las consecuencias conductuales que trae consigo la aplicación de estos programas, suceden cambios fisiológicos importantes y esto lo comprueba al encontrar que hembras de chimpancé (*P. troglodytes*) sometidas a un enriquecimiento alimenticio, tuvieron un peso significativamente mayor después de la implementación de dicho programa (178). Así mismo se ha visto que el enriquecimiento ambiental puede mejorar la respuesta fisiológica del estrés (179), y diversos estudios han demostrado que a diferencia de otros animales, los individuos bajo condiciones enriquecidas presentan menores niveles de cortisol plasmático y fecal, por lo tanto, la función inmunológica de éstos se incrementa (179,182).

Si bien el enriquecimiento puede implicar una reducción del estrés y por lo tanto, un mejoramiento en el bienestar animal (5), las técnicas empleadas para enriquecer involucran forzosamente una manipulación del entorno (22,26), lo que no garantiza que siempre tenga un efecto positivo sobre el bienestar de los animales (22). Y aunque actualmente se ha hecho hincapié en salvaguardar el bienestar de los mismo, no es garantía que el efecto adverso propiciado por el cautiverio deje de existir (5). Por ejemplo, se ha visto que animales que son sometidos por primera vez a este tipo de programas pueden presentar episodios agudos de neofobia (88,113,183,184). Por ejemplo, Odgen *et al.* (1990),

reportan una apreciable reducción en la actividad general en gorilas (*G. gorilla*) trasladados de un albergue tradicional a otro más naturista. En su estudio, los autores encontraron que los individuos únicamente empleaban el 40% de la totalidad del encierro, y al observar que aparentemente los gorilas preferían permanecer más tiempo en las zonas más parecidas a su albergue anterior (zona catalogada como “zona sin peligro”), sustentan la idea de que lo nuevo puede generar una respuesta de miedo (neofobia) (88).

d) Algunas inconsistencias del enriquecimiento ambiental aplicado a fauna silvestre cautiva en zoológicos y acuarios

Dado a que la proyección de estrategias enriquecedoras en animales de zoológico generalmente toma diferentes formas en comparación con los estudios en laboratorio (91), y aunque la gran mayoría de estos estudios sustenten la idea de que dichos programas contribuyen al bienestar de los individuos cautivos así como al desarrollo de patrones conductuales típicos de la especie, existen elementos sobre su validez y eficiencia que son cuestionables. La ausencia de un diagnóstico del problema, la carencia de una meta objetiva clara y concisa, propia para cada especie y cada individuo, así como la falta de datos y/o bases sustentables sobre el comportamiento natural de las especies y sus necesidades, han provocado que la planeación, colección y análisis de datos sea más un anecdotario que un asunto científico (5,26-29,184). Y para evitar juicios subjetivos y empíricos durante la planeación y análisis del enriquecimiento ambiental, es importante tomar en cuenta las características ecológicas (naturaleza, peso, tamaño, peso cerebral metabolismo, entre otras) y conductuales de la especie en cuestión, así como las propias necesidades y respuestas de cada individuo (5,26,28,84). La mayoría de las veces, las

necesidades conductuales son difíciles de determinar, debido a que no existe un estándar claro sobre comportamiento natural o ambiente natural, sobre todo en aquellas especies albergadas en zoológicos, ya que se parte de los conocimientos adquiridos de estudios en animales en libertad, en los cuales existe un mayor rango de comportamientos dependientes del ambiente, y por lo tanto es difícil determinar con exactitud si el cambio conductual se debe a una alteración adaptativa a un nuevo ambiente, o bien al fracaso de ésta (27,28).

No existen recetas para las técnicas y mucho depende de los materiales que se tengan disponibles. Gracias a lo difícil de su interpretación, muchos de los programas de enriquecimiento han sido pensados para mejorar el bienestar a través del mejoramiento de la salud física, intentando reducir el riesgo de producirse lesiones y promoviendo un amplio rango de movimientos para mejorar la actividad muscular (27).

Aunque el efecto del enriquecimiento ambiental puede valorarse a través de diversos indicadores de bienestar, la gran mayoría de los estudios en zoológicos emplea indicadores conductuales, debido en gran parte, a que la obtención de los datos fisiológicos en muchos casos puede ser doloroso, tardado y costoso y por lo tanto difícil de mantener como un indicador rutinario (72-74). Sin embargo, todos los patrones conductuales varían de individuo en individuo, y en general se modifican día con día, por lo tanto el simple uso de indicadores conductuales puede ser cuestionable (24,73,74). Por otro lado, es importante recalcar que el enriquecimiento apunta a reducir estados emocionales negativos tales como, miedo, estrés, aburrimiento, apatía y frustración, sin embargo, actualmente no es posible evaluar los estados emocionales de los animales, por lo tanto, no es viable tener una evidencia exacta que una modificación en el ambiente resultó en un reemplazo de estados emocionales negativos por estados positivos (26).

Los intentos en el enriquecimiento ambiental fallan cuando el método usado tuvo un pequeño significado funcional en los individuos, cuando el impacto de éste fue negativo (se puede determinar por la presencia de conductas anormales dirigidas a los materiales, incremento en la neofobia, desarrollo de procesos patológicos, entre otras (84,88,151), o bien, como cuando no considera el efecto alcanzado de las experiencias previas (28). Así mismo, se menciona que el enriquecimiento es poco funcional cuando es muy caro, poco viable o exige demasiado espacio y tiempo por parte de los operarios. Los esfuerzos del enriquecimiento ambiental pueden no ser factibles si los animales sujetos a estos programas no tienen el control suficiente sobre el estímulo al que son expuestos, o bien si sus experiencias previas afectan su capacidad para adaptarse. Al realizar un programa de estos, no es suficiente enfocarse a un solo objetivo o basarse en hipótesis inconcretas, si es así, seguramente obtendremos resultados erróneos y difíciles de evaluar (28).

CAPÍTULO III: JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

1. Justificación

A través de los años se han desarrollado una gran variedad de estrategias promotoras del bienestar animal, y sin embargo, los mecanismos por los cuales el animal se beneficia, muchas veces siguen siendo empíricos (5,26,184). El diseño de programas de enriquecimiento en zoológicos, generalmente está basado en la intuición y no en una evaluación científica. La falta de un marco teórico sobre técnicas de enriquecimiento ambiental y de criterios claros para evaluarlos, sugiere que es urgente identificar cuáles son los tipos de programas más frecuentes y las especies animales a las que van dirigidos. Dado que existen varios conceptos de enriquecimiento ambiental y formas de implementación, es necesario elaborar un marco teórico que permita describirlos y entenderlos, mediante el estudio y análisis de la bibliografía existente hasta el momento. Esta información será de utilidad para el desarrollo de protocolos que puedan servir para la elaboración de programas de enriquecimiento exitosos, basados en un diagnóstico claro, que sean de aplicación factible en encierros tradicionales y modernos, y que contemplen mecanismos de evaluación adecuados.

2. Objetivos

a) Objetivo general

Analizar la evolución de los programas de enriquecimiento ambiental a lo largo del tiempo, determinando el tipo de manipulación del ambiente, las especies animales enriquecidas, así como los países en los que se han llevado a cabo dichos programas.

b) Objetivos específicos

- 1) Realizar una revisión bibliográfica con el fin de conocer las investigaciones sobre enriquecimiento ambiental, que se han implementado en fauna silvestre cautiva en zoológicos y acuarios
- 2) Detectar en cuáles especies animales y con qué tipos de estrategias, se pueden implementar programas exitosos
- 3) Detectar las razones socioeconómicas que hacen factible la implementación de los programas de enriquecimiento ambiental en diferentes países

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

1. Captura y análisis de datos

Este trabajo se realizó a partir de la búsqueda, análisis e integración de información bibliográfica relacionada con la aplicación de enriquecimiento ambiental en fauna silvestre cautiva en zoológicos y acuarios. La consulta se realizó en libros especializados en temas de conducta animal y en revistas de arbitraje internacional, sobre etología aplicada y bienestar animal, publicadas dentro del periodo de enero de 1982 (año en que Markowitz propone el uso potencial del enriquecimiento ambiental dentro de los zoológicos (80), a enero del 2005.

La búsqueda de artículos se facilitó utilizando diversas bases de datos especializados y bancos electrónicos tales como el CAB abstracts y el Index Veterinarius. De los artículos publicados en otros idiomas distintos al inglés y al español, se tomó en cuenta solamente la información contenida en el resumen.

Se analizó la información con base en los siguientes criterios:

1. Año en que se hizo el estudio. Debido a que muchos de los artículos no especificaban la fecha en que se elaboró la investigación, se decidió tomar como referencia el año de publicación
2. Región geográfica en la que fue realizado el programa. Dado que son pocos los países en los cuales se realizan estudios de enriquecimiento ambiental, las publicaciones se agruparon de acuerdo al lugar donde fueron realizados los estudios, en las zonas geográficas

mostradas en el **cuadro 2**. Las de Estados Unidos + Canadá y el Reino Unido, se presentan en forma independiente, ya que son las zonas con mayor número de publicaciones

CUADRO 2- Zona geográfica donde se realizó el estudio

▪ África	Af
▪ Asia	As
▪ Estados Unidos y Canadá	EUA
▪ Europa	E
▪ Latinoamérica	LA
▪ Oceanía	O
▪ Reino unido	RU

3. Revista de arbitraje donde aparece la publicación. A cada una de las revistas consultadas se le asignó una clave de identificación, para facilitar la construcción de las tablas (**cuadro 3**)

CUADRO 3- Revista donde se publicó el estudio

▪ Animal Behavior	▪ AB
▪ Animal Welfare	▪ AW
▪ Applied Animal Behaviour Science	▪ AABS
▪ International Zoo Year Book	▪ IZYB
▪ Journal of Applied Animal Welfare Science	▪ JAAWS
▪ Zoo Biology	▪ ZB
▪ Zoologische Garten	▪ ZG
▪ Otras	▪ O

4. Especie animal estudiada. Se agruparon las especies animales considerando su orden taxonómico y se les adjudicó un número para su identificación (**cuadro 4**; para mayor información sobre las especies que integran cada grupo ver el **cuadro 16** del **Anexo**)

CUADRO 4- Grupos animales de estudio

▪ Amphibia	1	▪ Mamíferos pequeños	10
▪ Aves	2	▪ Marsupiala	11
▪ Canidae	3	▪ Monotremata	12
▪ Carnívoros pequeños	4	▪ Peces	13
▪ Chiroptera	5	▪ Primates	14
▪ Felidae	6	▪ Probóscide	15
▪ Hyaenidae	7	▪ Reptilia	16
▪ Invertebrados	8	▪ Ungulados	17
▪ Mamíferos marinos	9	▪ Ursidae	18

5. Tipo de enriquecimiento ambiental suministrado. Con el fin de identificar claramente el tipo de estrategia que fue llevada a cabo en cada uno de los estudios, se tomó en cuenta la subclasificación de los tipos de enriquecimiento propuestos por Brousset y Galindo (2004) (84) (**cuadro 5**). En diversas investigaciones se aplicaron indistintamente dos o más de los tipos de enriquecimiento mostradas en el **cuadro 5**, por lo que se agregó la categoría de técnicas mixtas: M2, en las que se utilizan dos diferentes estrategias enriquecedoras, M3, en las que se utilizan tres estrategias y las Mx, que utilizan más de tres

CUADRO 5.- Tipos de Enriquecimiento ambiental suministrado en los estudios

▪ Espacio físico	F
▪ Alimenticio	A
▪ Ocupacional	O
▪ Sensorial	Se
▪ Ambiente externo	Ae
▪ Ambiente social	So
▪ Interacción HA*	HA
▪ Mixto 2	M2
▪ Mixto 3	M3
▪ Mixto >3	Mx

HA: humano-animal

2.- Análisis estadístico

Los artículos fueron analizados desde un punto de vista descriptivo, agrupándolos de acuerdo a los criterios mencionados anteriormente. Se realizó un análisis porcentual de cada una de las variables, sobre el total de trabajos incluidos en cada grupo (año, país, especie, revista de arbitraje, tipo de enriquecimiento ambiental).

CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Resultados

El total de artículos analizados fue de 120. Debido a que algunos no contaban con la información indicada en los criterios de clasificación, el número de artículos en cada grupo analizado es diferente. Es importante recordar que todas aquellas publicaciones de divulgación no fueron tomadas en cuenta debido a que carecen de bases científicas tanto en la elaboración del programa como en la metodología, lo cual no hacen validos los resultados.

En general existe bastante información sobre enriquecimiento ambiental aplicado a granjas y laboratorios de investigación, sin embargo, son pocos los artículos referentes al enriquecimiento ambiental implementado en fauna silvestre cautiva en zoológicos y acuarios, publicados en revistas de arbitraje internacional.

Los resultados se presentan a continuación (en el anexo se presenta información extra que pudiera ser de utilidad para el lector):

a) Año de publicación y revista de arbitraje donde aparece la publicación

Históricamente, los cuidadores y entrenadores de los animales en cautiverio, les han proporcionado a las especies que están bajo su cuidado, distintas estrategias con fines enriquecedores, a pesar de lo cual, antes de la década de los ochenta, la gran mayoría de estas técnicas quedaban sin publicarse (29). Según Mellen y Sevenich (2001), en 1982 después de las declaraciones emitidas por Markowitz sobre la importancia del uso del

enriquecimiento ambiental dentro de los zoológicos (80), empieza a observarse un incremento sustancial en querer compartir ideas sobre enriquecimiento ambiental entre los cuidadores de animales (29). Sin embargo, la escasez de estudios dentro del periodo de 1982 a 1986, puede indicar la falta de interés y/o de conocimientos sobre el tema. Es hasta el principio de la década de los noventa cuando empieza a incrementarse el número de publicaciones, lo que quizás coincida con el interés que existe en la realización de este tipo de trabajos.

En la **figura 1** se puede apreciar el porcentaje de artículos publicados en cada año dentro del período analizado, siendo 1998, el año con mayor número de publicaciones (14%) correspondientes a 7 estudios realizados en EUA, 5 en Europa y 5 en RU (111,121,162,172,174,185-196), principalmente en primates (111,121,162,174,185-187,192,193,196), y uno de ellos el que el ser humano era la especie en cuestión (190).

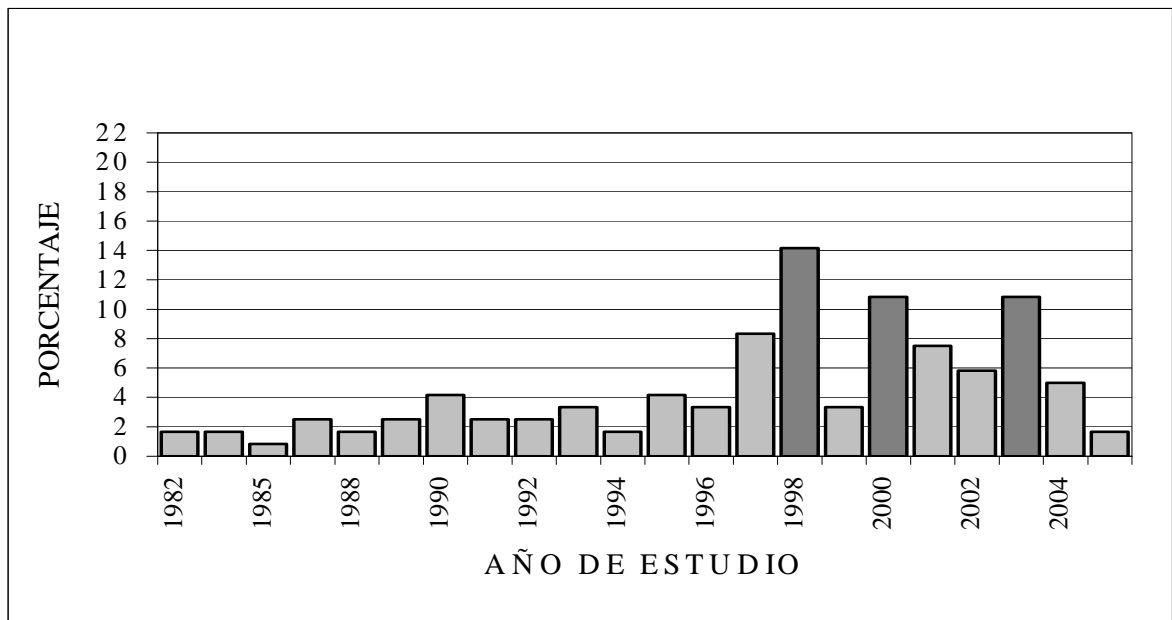


FIGURA 1.- Porcentaje de artículos científicos publicados de 1982 a 2005

Básicamente son 7 revistas las más reconocidas dentro del campo de etología aplicada. En el **cuadro 6** se presentan el porcentaje de artículos editados en cada revista, así como los países en donde se realizaron los estudios, y en el **cuadro 7** se desglosa el número de publicaciones por revista en los diferentes años abordados en el estudio (como puede verse no existe una tendencia en el predominio de ciertas publicaciones en el transcurso del tiempo, y sólo se aprecia que a partir de 1997, se incrementan las publicaciones).

CUADRO 6.- Número y porcentaje de artículos editados en cada revista, y el país en donde se realizaron los estudios

No.	Título de la Revista	Total artículos	%	Países
1	AB	1.0	0.83	As, 1
2	AW	13.0	10.83	E, 1; EUA, 2; RU, 10
3	AABS	13.0	10.83	Af, 1; As, 1; E, 3; EUA, 5; RU, 3
4	IZYB	16.0	13.33	E, 2; EUA, 7; RU, 7
5	JAAWS	7.0	5.83	EUA, 7
6	ZB	51.0	42.50	As, 1; E, 7; EUA, 37; RU, 5; s/d, 1
7	ZG	10.0	8.33	E, 8; EUA, 2
8	O	9.0	7.50	As, 1; E, 1; EUA, 4; RU, 2; s/d, 1
Tot.		120	100	

AB= Animal Behavior, AW= Animal Welfare, AABS= Applied Animal Behavior Science, IZYB= International Zoo Year Book, JAAWS= Journal of Applied Animal Welfare Science, ZB= Zoo Biology, ZG= Zoologische Garten, O= otras revistas de arbitraje internacional.

s/d= no se encontró dato. Af= África, As= Asia, EUA= Estados Unidos y Canadá, E= Europa, LA= Latinoamérica, O= Oceanía, RU= Reino Unido

CUADRO 7-. Número de artículos editados en cada revista, y el año de su publicación

Año	Revistas								Total
	AB	AW	ABS	IZ	JA	ZB	ZG	O	
1982	--	--	--	--	--	2	--	--	2
1984	--	--	--	--	--	1	1	--	2
1985	--	---	--	--	--	1	--	--	1
1987	--	--	3	--	--	--	--	--	3
1988	--	--	--	--	--	1	--	1	2
1989	--	--	--	2	--	--	--	1	3
1990	--	--	1	1	--	3	--	--	5
1991	--	--	--	--	--	3	--	--	3
1992	--	--	2	--	--	1	--	--	3
1993	--	1	--	--	--	3	--	--	4
1994	--	--	--	--	--	2	--	--	2
1995	--	1	--	--	--	3	1	--	5
1996	--	1	--	--	--	2	--	1	4
1997	--	2	--	5	--	2	1	--	10
1998	--	2	1	3	--	7	4	--	17
1999	--	--	--	--	--	3	1	--	4
2000	--	1	--	5	2	3	1	1	13
2001	1	3	--	--	1	1	1	2	9
2002	--	1	--	--	--	4	--	2	7
2003	--	--	3	--	3	7	--	--	13
2004	--	1	2	--	--	2	--	1	6
2005	--	--	1	--	1	--	--	--	2
Total	1	13	13	16	7	51	10	9	120

Se resume a continuación información que resulta de interés dentro del ámbito de este trabajo, relacionada con la línea editorial de las revistas enlistadas en los cuadros anteriores.

Animal Behaviour. Su primera publicación se realiza en 1953. Se vuelve una revista mensual hasta 1989, como resultado del mayor interés dirigido al estudio del comportamiento animal, y de su reconocimiento a nivel internacional. Su temática principal gira alrededor de ecología, etología, evolución, fisiología y psicología del comportamiento entre otros referentes al tema. Actualmente es editada por ELSEVIER en Estados Unidos y Reino Unido. El único artículo encontrado en el contexto de este trabajo, refiere a un estudio en osos panda (*Ailuropoda melanoleuca*) en el año 2001 realizado en China (126).

Animal Welfare. Revista de origen inglés editada por la UFAW (Universities Federation for Animal Welfare), es reconocida en 1992 como revista científica y técnica. Trata temas relacionados con el bienestar, cuidado y mantenimiento de animales albergados en granjas, laboratorios, zoológicos, animales de compañía y fauna silvestre en libertad. Es la única revista científica donde se encontraron publicaciones referentes a marsupiales y quirópteros (101,191); aproximadamente la mitad (54%) están relacionados con técnicas enriquecedoras de tipo alimenticio (101,191,197-201). Las publicaciones aparecen después de 1993 (202), y posiblemente se deba a su origen británico, que el mayor número de obras elaboradas en el Reino Unido aparezcan en esta revista (10 artículos de un total de 27 artículos capturados para RU, correspondiente al 37.0%) (55,57,191,198-204).

Applied Animal Behavior Science. Inicia en 1974 como Applied Animal Etology y cambia a su actual nombre en 1984, editada por ELSEVIER. Principalmente se dedica a la publicación de artículos sobre comportamiento, cuidado y bienestar de los animales domésticos (de compañía y de producción), aunque tiene algunas publicaciones sobre comportamiento en fauna silvestre cautiva y en libertad. El 31% de los artículos

revisados en esta revista se refieren al enriquecimiento tipo interacción humano-animal (205-207,211). Respecto a las especies, poco más de la mitad se refieren a primates (53.8%) (116,164,205,206,209-211) y la tercera parte a felinos (23%) (97,107,142) y se encuentran distribuidos en diferentes años del período de estudio. La mayor parte de los artículos publicados en esta revista fueron realizados en EUA con 5 artículos (97,164,205,206,209) de un total de 13 artículos revisados (50,97,107,116,142,164,195,205-207,209-211).

International Zoo Yb. Revista que lleva publicándose desde aproximadamente 40 años, es una de las principales revistas donde los zoológicos y acuarios del mundo comparten nuevas ideas sobre diferentes temas relacionados con la fauna cautiva. Sin embargo, es hasta 1989 donde se encontraron artículos referentes al enriquecimiento ambiental (150,212), incrementándose apreciablemente a partir de 1997 (90,96,112,131,136). Aunque se encontraron diferentes tipos de estudios en esta revista, la mayoría (56%) de los artículos involucran algún tipo de estrategia mixta (112,122,127,131,136,141,154,185,212), mientras que el 25% referían a las diferentes formas o tipos de enriquecimiento que han sido aplicados en total a determinadas especies a lo largo del tiempo, reportando en ellos de manera general, la o las formas en que los estudios habían sido evaluados y sus resultados (90,136,185,186). Es la única revista que hace referencia a vivérridos (212) y la mayor parte (44%), son artículos relacionados con primates (127,150,154,160,162,185,186).

Journal off Applied Animal Welfare Science. Únicamente se encontraron 7 artículos referentes al tema en esta revista (6%) todos ellos elaborados en EUA (115,213-218). Es en la única publicación en donde se encontraron artículos sobre enriquecimiento que haya sido aplicado a invertebrados (214) y anfibios (215).

Zoo Biology. Editada en Estados Unidos conjuntamente con la AZA (American Zoo and Aquarium Association), y el mayor número de sus publicaciones (72.5%) corresponde a estudios realizados en EUA (83,88,93,94,108,114,165,172,174,190,193,194,196,219-242). Es una de las pocas revistas que se dedican a la publicación específica de artículos referentes a la reproducción, genética, conducta, medicina, cuidado y en general, de todos los aspectos relacionados con la exhibición y cuidado de la fauna silvestre cautiva en zoológicos y acuarios, y es muy posible que por esta razón sea la revista con mayor número de publicaciones (42.5% de los 120 artículos) (83,88,93,94,108,111,114,165,171,172,174,190,193,194,196,219-254). Sus temas versan principalmente sobre primates (38%) (88,94,111,165,171,174,193,196,220,223,229,231,232,242,243,245,250,252,254). De las técnicas enriquecedoras, las más documentadas, son enriquecimiento tipo A y M2 con 18% para cada uno y HA en sus dos variantes (HA-impacto y HA-entrenamiento) con 16% (porcentajes correspondientes para los tipos de enriquecimiento citados en los artículos capturados para esta revista) (83,94,108,111,165,171,172,174,190,193,219-222,224,226-228,234-236,238,243,246,249,252).

Zoologische Garten. Editada por primera vez en 1859 en Alemania. Desde 1929 se reconoce como una nueva serie dedicada principalmente, a la publicación de todos los aspectos relacionados con el cuidado, reintroducción y comportamiento de especies, medicina veterinaria, y otros, en los zoológicos. Se encontró una notable preferencia por las publicaciones sobre estudios en primates (78%) (121,169,187,192,255-258), y el resto en osos (188,259). Un 56% de los artículos publicados en esta revista habla sobre estrategias mixtas (M2) (188,192,256-258). El número de publicaciones sobre el tema del trabajo, se incrementa a partir de 1997.

Otras. Se incluyen los siguientes Journals: Canadian Journal of Zoology, Advances in Ethology, Animal Technology, Journal of Veterinary Medicine, Aquatic Mammals, Pharmacology, Biochemistry & Behavior y American Journal of Primatology. Se agruparon en una sola categoría por ser revistas que se especializan en otros temas relacionados con la biología de los animales, o bien por ser pocos los artículos publicados. La mayor parte de las publicaciones se encontraron después de 1999 (91,109,260-265).

b) Región geográfica en la que fue realizado el programa de enriquecimiento ambiental

Los resultados respecto a la zona geográfica donde se llevaron a cabo los estudios, se presentan en la **figura 2**.

Como se puede apreciar, los países más desarrollados son los que han mostrado un mayor interés en este tipo de estudios. De un total de 118 artículos capturados para este análisis (dos de ellos no especificaban el lugar del estudio), el 54% corresponde a programas realizados en instituciones zoológicas en Estados Unidos (83,88,90,94,96,97,104,107,108,114-116,127,131,136,149,154,160,161,164,165,172,174,187,190,193,194, 196,197,206,209,210,213-215,219-242,244,260-262,266) y un 23% corresponde al Reino Unido (57,101,109,111,112,122,141,142,150,171,185,186,191,198-203,205,211,212,243,247,250,252,265). Únicamente se registró un artículo para la zona geográfica de África (210); no se encontró artículo alguno para Latinoamérica ni Oceanía.

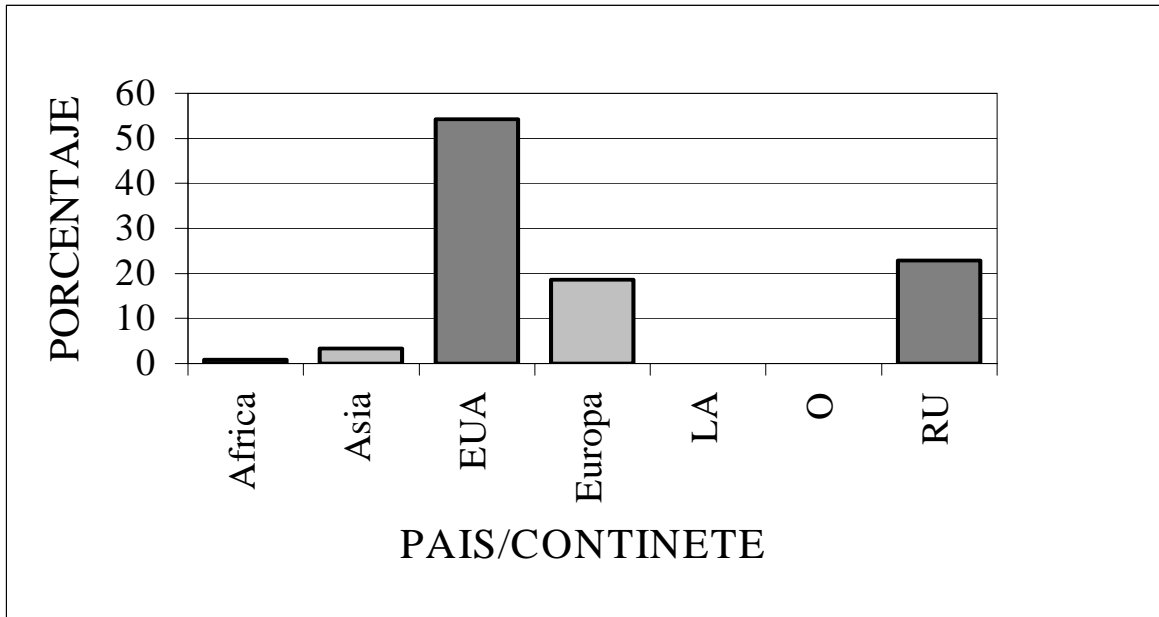


FIGURA 2.- Porcentaje de artículos científicos publicados en distintas regiones geográficas

En el **cuadro 8** se desglosa por año el total de artículos publicados según la región geográfica, y como podemos observar, al ser 1998 el año con más publicaciones, tanto Europa como el Reino Unido coinciden con que dicho periodo es el año con mayor número de publicaciones para la región geográfica que les corresponde (111,121,162,185,186,188,189,192,195), sin embargo, Estados Unidos presenta su mayor punto en 2003 con 10 artículos (164,215-217,235-240) de los 64 registrados para esta región.

La aparición de estudios en Asia y África en los últimos años (116,126, 210,253,264), así como el sorprendente número de investigaciones en EUA en 2003 en comparación con el resto de los años, es un importante indicador del creciente interés de los investigadores en desarrollar este tipo de estudios

CUADRO 8- Número de artículos editados en para cada región geográfica, y el año de su publicación

Año	AF	AS	EUA	E	RU
1982	--	--	1	--	1
1984	--	--	1	--	--
1985	--	--	1	--	--
1987	--	--	2	--	1
1988	--	--	1	--	--
1989	--	--	1	--	2
1990	--	--	3	2	--
1991	--	--	3	--	--
1992	--	--	2	1	--
1993	--	--	2	1	1
1994	--	--	2	--	--
1995	--	--	3	1	1
1996	--	--	3	--	1
1997	--	--	4	3	3
1998	--	--	7	5	5
1999	--	--	2	2	--
2000	--	--	7	3	3
2001	--	2	2	2	3
2002	--	--	4	1	2
2003	--	2	10	1	--
2004	1	--	2	--	3
2005	--	--	1	--	1
Total	1	4	64	22	27

Af= África, As= Asia, EUA= Estados Unidos y Canadá, E= Europa, RU= Reino Unido

c) Grupo animal de estudio

Para el análisis de este punto se encontró que de los 120 estudios analizados, tres de ellos la especie en cuestión fue el ser humano; en dichos artículos básicamente se hacía referencia al impacto o percepción que tiene el público y/o el personal que labora en

el zoológico hacia las estrategias enriquecedoras y/o la modernización de los encierros (190,238,240). Sin embargo, dado a que el presente trabajo tiene un cierto interés sobre cuáles son las especies silvestres cautivas en zoológicos y acuarios que son sometidas a enriquecimiento ambiental, dichos artículos no fueron incluidos para el análisis de este punto, por lo tanto el total de artículos se redujo a redujo a 117.

En la **figura 3** se sintetiza el porcentaje de artículos científicos encontrados para los diferentes grupos animales de estudio. Para un mejor entendimiento de esta figura, varios grupos de mamíferos fueron integrados en una nueva variable, que en la mayoría de los casos, es dependiente de las características biológicas de cada grupo. Así mismo, para poder apreciar la diferencia porcentual de los artículos encontrados entre los diferentes taxones (mamíferos, reptiles, aves, invertebrados y peces), se sumó el porcentaje de todos los mamíferos asignándoles una sola categoría.

Para una mayor definición de los resultados obtenidos para este punto, en el **cuadro 9** se presenta un desglose del porcentaje de artículos publicados con relación a todos los grupos de animales, así como su lugar de publicación. Es conveniente explicar, que la aparición de números fraccionarios para este punto se debe a que en 2 artículos se hizo referencia a dos distintos grupos de animales de estudio por cada trabajo, uno en el que citaban a un mamífero marino y a un proboscidio (226), y otro en que las especies en cuestión fueron un quiróptero y un marsupial (191), por lo tanto, para facilitar su análisis, cada artículo fue dividido entre el número de especies involucradas en el estudio.

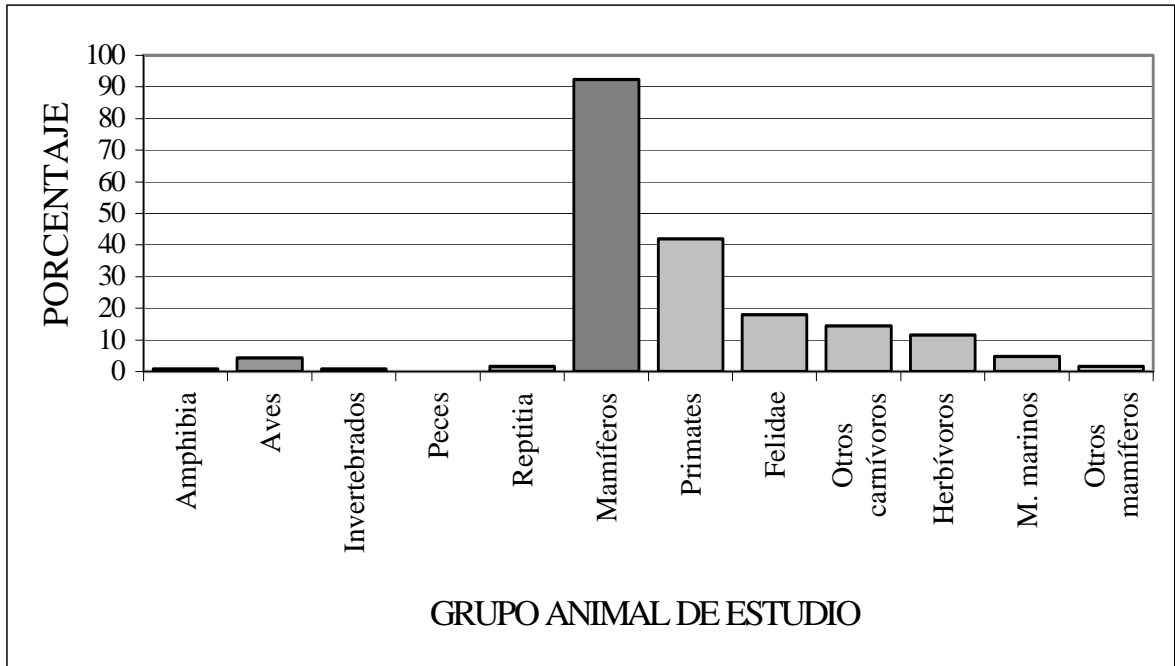


FIGURA 3.- Porcentaje de estudios revisados en relación al grupo animal de estudio

Mamíferos= canidae+ carnívoros pequeños+ chiroptera+ felidae+ hyaenidae+ mamíferos marinos+ mamíferos pequeños+ marsupiala+ monotremata+ primates+ proboscidea+ ungulados+ ursidae,
 Otros carnívoros= canidae+ carnívoros pequeños+ hyaenidae+ ursidae,
 Herbívoros= proboscidea+ ungulados,
 Otros mamíferos= chiroptera+ mamíferos pequeños+ marsupiala+ monotremata
 El resto de las variables taxonómicas corresponde a la categoría de “grupos animales de estudio” observada en el **cuadro 4** de captura y análisis de datos; para mayor información sobre las especies que integran cada grupo ver el **cuadro 16** del **Anexo**

CUADRO 9- Porcentaje de artículos publicados para los diferentes grupos animales y su lugar de publicación

Especie	Total	%	REGIÓN GEOGRÁFICA					
			Af	As	E	EUA	RU	S/datos
Amphibia	1.0	0.85	--	--	--	1.0	--	--
Aves	5.0	4.27	--	--	3.0	--	2.0	--
Canidae	2.0	1.71	--	--	--	1.0	1.0	--
Carnívoros pequeños	8.0	6.84	--	2.0	--	4.0	2.0	--
Chiroptera	1.5	1.28	--	--	--	1.0	0.5	--
Felidae	21.0	17.95	--	--	2.0	14.0	5.0	--
Hyaenidae	0.0	0.0	--	--	--	--	--	--
Invertebrados	1.0	0.85	--	--	--	1.0	--	--
Mamíferos Marinos	5.5	4.70	--	--	1.0	2.5	1	1.0
Mamíferos pequeños	0.0	0.0	--	--	--	--	--	--
Marsupiala	0.5	0.43	--	--	--	--	0.5	--
Monotremata	0.0	0.0	--	--	--	--	--	--
Peces	0.0	0.0	--	--	--	--	--	--
Primates	49.0	41.88	1.0	2.0	9.0	23.0	14.0	--
Probóscide	5.5	4.70	--	--	2.0	3.5	--	--
Reptilia	2.0	1.71	--	--	--	2.0	--	--
Ungulados	8.0	6.84	--	--	1.0	5.0	1.0	1.0
Ursidae	7.0	5.98	--	--	4.0	3.0	--	--
Total	117	100	1	4	22	61*	27	2

La sumatoria total de los artículos realizados en EUA para este punto (especie animal de estudio), no coincide con el total de 64 artículos obtenido en el punto “región geográfica en la que se realizó el estudio”, esto se explica a la exclusión de los 3 artículos elaborados en el ser humano, los cuales fueron realizados en los Estados Unidos.

Af= África, As= Asia, EUA= Estados Unidos y Canadá, E= Europa, RU= Reino Unido

Como puede verse, los primates y los felinos (41.88% y 17.95% respectivamente), son las especies que han recibido mayor atención en cuanto al enriquecimiento ambiental (57,83,88,90,94,96,97,107,111,112,115,116,121,127,131,136,142,149,150, 154,160,162,164,165,169,171,174,185-187,189,192-194,196-198,202,204-206,208-211,216,218,220,223, 225,228,229,231,232,234,235,242,243,245,250-252,254-258,263-265) mientras que los marsupiales

son los animales que menos se han estudiado en este sentido, con un 0.6% del total de los artículos (191).

Es importante mencionar que aunque en total se encontraron 8 artículos en ungulados silvestres (6.84%) (172,203,213,221,227,239,244,246), ninguno de ellos correspondió a los perisodáctilos. Así mismo, y a pesar de la basta cantidad de animales que integran el grupo “carnívoros pequeños”, únicamente se encontraron 8 artículos distribuidos de la siguiente forma, 2 para la familia de los mustélidos (ambos realizados en individuos pertenecientes a la subfamilia Lutrinae) (104,219), 5 para prociónidos (4 de ellos ejecutados en panda gigante (*A. melanoleuca*) (126,236,237,253), 1 en una pareja de martuchas (*P. favius*) en el zoológico de Newquay; Reino Unido (141) y por último, 1 en vivérridos (aplicado a un grupo de suricatas (*Suricata suricatta*) cautivas en el zoológico de Londres) (212). No se registraron artículos para los siguientes animales: hienas, mamíferos pequeños, monotremas ni peces.

d) Tipo de enriquecimiento ambiental suministrado

Como se ha señalado anteriormente, el efecto deteriorante y el poco estímulo de los ambientes cautivos trae consigo severos trastornos físicos y psicológicos (10-18,40), siendo unos de los más importantes la dificultad o la inhabilidad para afrontar el medio ambiente cambiante (40), por lo cual, es todo un reto crear condiciones de cautiverio donde los animales puedan aprender a controlar y explorar algunos de los aspectos del entorno que los rodea (22). Diversos estudios realizados en zoológicos, están dirigidos a generar oportunidades que permitan el aprendizaje para que los animales controlen alguna parte del ambiente por medio de distintas estrategias y aparatos enriquecedores, que estimulen la

reducción de los niveles de comportamientos anormales e impulsen el incremento de las conductas típicas de la especie, entre otras cosas.

En la **figura 4**, se reseña el porcentaje de estudios correspondiente para cada uno de los tipos de enriquecimiento aplicados, según los artículos revisados en este trabajo, y en el **cuadro 10** se presenta la frecuencia porcentual concerniente al tipo de enriquecimiento implementado sólo o combinado con uno o más tipos, así como el grupo animal en que fueron aplicados, de acuerdo al total de los 120 artículos registrados. Para facilitar el análisis, se decidió que todos aquellos artículos que dentro del mismo estudio mencionaban el uso de 2 o más tipos de enriquecimiento simple y que hubieran sido aplicados de forma independiente o bien en tiempos diferentes uno del otro (*i.e.* 90,136,186,199,200), fueran considerados dentro de las estrategias mixtas, entendidas como el enriquecimiento que de manera simultanea hace uso de 2 o más estrategias enriquecedoras.

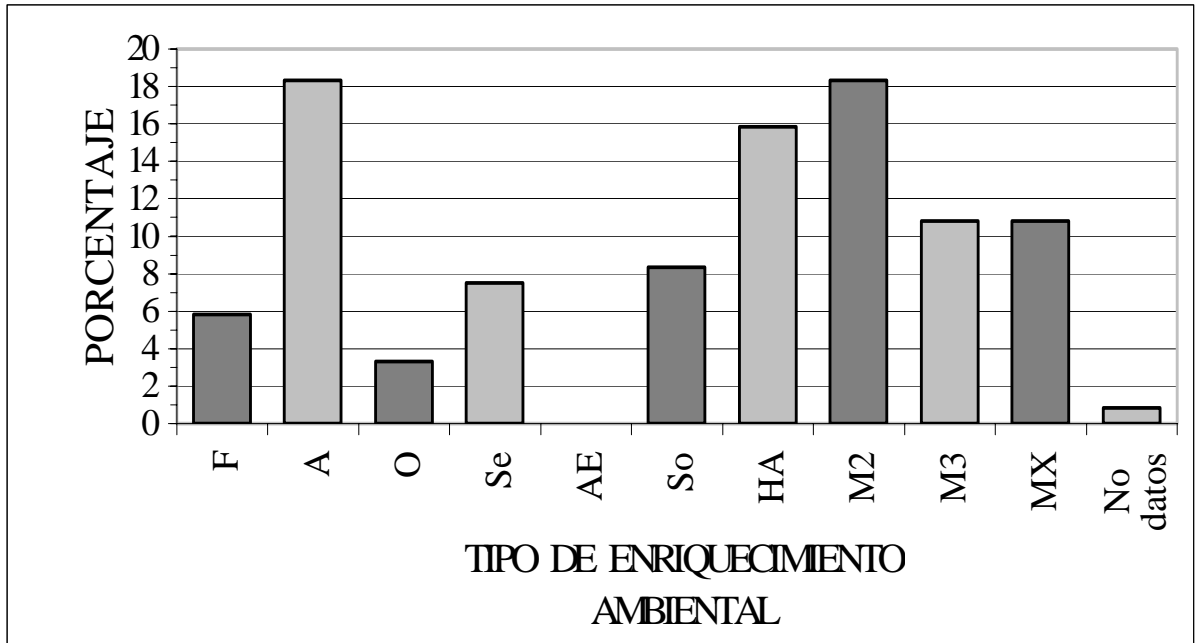


FIGURA 4-. Porcentaje de estudios revisados en relación con el tipo de enriquecimiento ambiental

F= espacio físico, A= alimenticio, O= ocupacional, Se= sensorial, AE= ambiente externo, So= organización social, Ha= interacción humano animal, M2= dos técnicas, M3= tres técnicas, Mx= más de tres técnicas

CUADRO 10- Frecuencia porcentual con la que se utiliza cada tipo de enriquecimiento ambiental y grupo o especie animal en la que fueron aplicados

Tipo	Total	%	Especies en las que se aplica*
EA			
F	7.0	5.83	Felinos (2), primates (4), ser humano (1)
A	22.0	18.33	Aves (1), cánidos (1), carnívoros pequeños (2), quirópteros (1.5), felinos (6), marsupiales (0.5), primates (3), proboscidos (2), ungulados (2), úrsidos (3)
O	4.0	3.33	Aves (1), primates (3)
Se	9.0	7.53	Felinos (1), primates (4), proboscidos (1), úrsidos (1), ungulados (2)
Ae	0.0	0.00	--
So	10.0	8.33	Caninos (1), felinos (2), primates (5), proboscidos (2)
HA	19.0	15.83	Carnívoros pequeños (1), m. Marinos (2), primates (9), reptiles (1), ungulados (4), ser humano (2)
M2	22.0	18.33	Anfibios (1), carnívoros pequeños (2), felinos (4), m. Marinos (1.5), primates (10), proboscidos (0.5), reptiles (1), úrsidos (2)
M3	13.0	10.83	Aves (1), carnívoros pequeños (2), felinos (3), m. Marinos (1), primates (5), úrsidos (1)
Mx	13.0	10.83	Aves (2), carnívoros pequeños (1), felinos (3), invertebrados (1) m. Marinos (1), primates (5)
No	1.0	0.83	Primates (1)
datos			
TOTAL	120	100	

El dato entre paréntesis indica el número de artículos

EA= tipo de enriquecimiento ambiental, F= espacio físico, A= alimenticio, O= ocupacional, Se= sensorial, AE= ambiente externo, So= organización social, Ha= interacción humano animal, M2=dos técnicas, M3= tres técnicas, Mx= más de tres técnicas

d.1) Manipulación del ambiente físico

- i. Tamaño y diseño del albergue (espacio físico) y objetos novedosos (enriquecimiento ocupacional)

Diversos estudios han demostrado la importancia de recrear mayor calidad de espacios funcionales en lugar de incrementar la cantidad de los espacios físicos (*i.e.* 27,28,44,149,267-269), y aunque hoy en día existe una gran tendencia en crear ambientes que repliquen muchos aspectos del ambiente natural de los animales (*i.e.* 94,95,149,240,252,268,270), es notable la poca cantidad de artículos científicos que documenten el enriquecimiento físico simple (5.83%, básicamente comprendieron desde la modificación o cambio de encierro, hasta la adición de substratos y/o estructuras) (88,94,223,225,231,240,255,). Datos similares se encontraron para el uso de estrategias ocupacionales simples, y a pesar de que diversos autores han manifestado su efectividad (*i.e.* 115,117,118,124,271-274), solamente el 3.33% de los artículos capturados correspondió a esta categoría (114,121,250,275).

Por otro lado, aunque no se documentó ningún artículo que mencionara la fusión de enriquecimiento físico y ocupacional para las estrategias M2, la gran mayoría de los enriquecimientos mixtos también incluyen estrategias de tipo ocupacional (57,83,90,91,104,112,115,116,122,126,127,136,141,154,186,193,196,201,214,220,222,226,233,237,243,248, 251,253,256) o bien estrategias físicas (90,91,94,109,111,112,122,127,131,136,154,165,185, 186,188,196,201,209,215,233,237,248,252,253,257,263), y en su mayoría están involucradas con alguna estrategia alimenticia. Cabe aclarar que el único artículo encontrado en anfibios menciona el uso de estrategias M2-FA, en ranas del género *Dendrobatidae* (215). En su estudio, Hurme *et al.* (2003), crearon un nuevo exhibidor con características de un ambiente

tropical, y compararon el uso de 2 tipos enriquecimiento alimenticio simple, tanto en el nuevo como en el viejo terrario; encontrando que el uso de un dispensador de insectos fabricado a partir de una cáscara de coco, es la mejor estrategia para incrementar los niveles de actividad en ambos encierros (215).

ii. Alimentación

Como puede verse en el **cuadro 10**, el enriquecimiento alimenticio simple A y las técnicas M2 son las más usadas con 18.33% del total para cada una (83,96,97,101,104,107,108,111,115,126,162,165,187,188,191-193,195,197-199,200,203,210,212,215,219, 220,222,224,226,228,234,235,243,246,249,251,256-259,262,263); es importante apuntar que la mayoría de las estrategias mixtas (en cualquiera de sus variantes) utilizan principalmente las técnicas de tipo alimenticio, siendo sin duda alguna, la técnica más empleada para enriquecer animales, tanto así que el 92.3% de estudios con M3 incluye técnicas alimenticias (57,90,91,112,116,141,186,197,201,209,248).

iii. Otros (sensorial)

Los resultados de este trabajo también muestran que existe un limitado número de publicaciones con respecto al enriquecimiento sensorial simple, registrándose 9 artículos que están distribuidos de la siguiente forma, 3 (33.3%) a estrategias auditivas (todas para primates) (149,150,261), 4 (44.4%) a olfativas (felinos, 1; primates, 1; ungulados, 1 y úrsidos, 1) (50,142,202,239) y solamente 2 (22.22%) de tipo visual (primates, 1 y ungulados, 1 (204,244)).

iv. Ambiente externo

Haciendo referencia al tipo de enriquecimiento ambiente externo AE, se encontró su aplicación únicamente en un estudio mixto M4 en combinación con F, A y So en primates (185) y aunque Schapiro *et al* (1995), mencionan la importancia de esta técnica (151), aparentemente no es preferida por los investigadores. El resto de las combinaciones encontradas para M4 son las siguientes, FAOSo (1 en aves, 1 en invertebrados y 1 en primates), FAOSe (2 en felinos y 1 en mamíferos marinos) y FOSoHA (1 en primates). Es interesante apuntar que el único estudio registrado para invertebrados corresponde a la categoría M4. En dicho estudio se reportan los distintos tipos de enriquecimiento que han sido administrados a diferentes individuos de pulpo gigante del Pacífico (*Enteroctopus dofleini*) cautivos en el acuario de Seattle, EUA; aunque éste y otros estudios en la misma especie (274,276) reportan un importante incremento en la actividad de los animales, los autores no han podido determinar si el enriquecimiento es o no beneficioso para los cefalópodos (214).

d.2) Manipulación del ambiente social

v. Organización social

Solamente se encontraron 10 artículos referentes al enriquecimiento social simple (8.3%) (160,182,189,194,229,230,232,241,242,245), siendo el 50% estudios realizados en primates, debido probablemente a que en su mayoría son especies gregarias (160,229,232,242,245). Así mismo, el 20% de los estudios encontrados para este punto se refieren al uso de encierros mixtos (160,242), mientras que el 80% hacen mención a la remoción, métodos de introducción y/o cambios de individuos de la misma especie dentro

de poblaciones ya establecidas (182,189,194,229,230,232,241,245). Llama la atención que solamente dos de estos artículos (20%), aplican cambios en el ambiente social como una estrategia con fines reproductivos (189,229) Por ejemplo, en el zoológico de Atlanta, EUA, Hoff *et al.* (1996), con el fin de fomentar la compatibilidad y la reproducción de 4 grupos de gorilas (*G. gorilla*) cautivos (19 individuos en total), realizaron modificaciones dentro de la estructura social de los mismos, trasladando y alternando algunos de sus integrantes hacia otro grupo; aunque al principio se observó un alto nivel de conductas agresivas, finalmente los animales se adaptaron exitosamente observando apareamientos en la mayoría de las hembras transferidas (229). Cabe apuntar el estudio realizado por Otto y Mager (1990), quienes también mencionan cambios en el ambiente social como un método para incrementar la reproducción en gorilas cautivos, sin embargo este estudio no pudo ser incluido en esta categoría (So-simple), debido a que involucraban otras dos estrategias (F y Se) (254).

vi. Interacción humano-animal

Tomando como referencia el argumento de Morris (1964), sobre que el ser humano puede tener un efecto enriquecedor en los animales cautivos (167), y la creencia de Hediger (1970), de que las simples prácticas de entrenamiento en los animales cautivos son una forma de terapia ocupacional (166), y que por lo tanto, pueden ser parte importante de los programas de enriquecimiento ambiental (166,174,277), se consideraron en este punto, los artículos referentes a la interacción humano-animal en cualquiera de estas dos variantes.

Se encontró que de 19 artículos referentes a esta técnica, 8 (42%) fueron sobre influencia (169,171,190,205-207,211,238) y 11 (58%) sobre entrenamiento (172,174,213,216-218,221,227,236,260,265). Es de llamar la atención el alto porcentaje de artículos que refieren

estrategias de tipo interacción HA- entrenamiento llevados a cabo en ungulados (50% del total de artículos capturados para este grupo de animales) (172,213,221,227). Como es sabido, estos animales son de temperamento sumamente nervioso, llegando a ocasionarse traumatismos severos al ser manejados por el personal del zoológico (213), y como diversos estudios han demostrado disminuir los estados agudos de estrés con el empleo de refuerzo positivo (*i.e.* 173,227), es muy posible que la preferencia por entrenar este tipo de animales en lugar de aplicar otras estrategias enriquecedoras, se deba a la necesidad de mejorar el manejo (físico y veterinario) para disminuir al máximo los traumatismos ocasionados en situaciones de huida. Es interesante apuntar que a partir del condicionamiento operante en antílopes, ha sido posible extraer sangre y leche materna sin la necesidad de anestesiarse al animal (213).

d.3) Manipulación mixta del ambiente (enriquecimiento mixto)

En el **cuadro 11** se integra la frecuencia porcentual con la que se utiliza cada tipo de enriquecimiento ambiental, solo y combinado con 1, 2, 3, o más tipos de estrategias; y en los **cuadros 12 y 13** se presentan las combinaciones registradas para M2 y M3, el porcentaje correspondiente a cada una, así como el grupo animal al que fueron aplicadas.

Como se puede apreciar, la combinación AO es la más empleada dentro de las técnicas M2 (40.9%), y generalmente involucró el uso de diversos objetos y/o herramientas con el fin de que los animales, básicamente primates, pudieran obtener comida (*i.e.* 83,141,192,220,243). Así mismo, la combinación FAO es la estrategia preferida en el tipo de enriquecimiento M3 (30.8 %); en el caso de los felinos, generalmente involucró el uso de estructuras verticales y/o poleas donde era puesto el alimento (109).

CUADRO 11- Porcentaje de artículos en los que se aplican los diferentes tipos de enriquecimiento ambiental

PORCENTAJE DE ARTÍCULOS				
TIPO EA	SIMPLE	M2	M3	Mx
F	5.8	41	61.5	100
A	18.3	77.3	92.3	96.8
O	3.3	45.5	61.5	96.8
Se	7.5	9	38.5	84.4
AE	0.0	0	0	28.1
So	8.3	13.6	38.5	90.6
HA	15.8	9	7.8	53.1

Se desglosó cada categoría mixta en las estrategias simples que las conforman, asignándole a cada una un valor de 1. Se sumó el puntaje correspondiente a cada una de las categorías y posteriormente se determinó su porcentaje basándose en el total de artículos de cada una de las técnicas mixtas.

EA= enriquecimiento ambiental, F= espacio físico, A= alimenticio, O= ocupacional, Se= sensorial, AE= ambiente externo, So= organización social, Ha= interacción humano animal, M2= dos técnicas, M3= tres técnicas, Mx más de tres técnicas.

CUADRO 12- Total de artículos y porcentaje de cada combinación de estrategias M2, así como especie estudiada

M2	Total artículos	Porcentaje	Grupo Animal
FA	5	22.72	Anfibio (1), Felinos (2), primates (1), úrsidos (1)
FSo	3	13.63	Primates (3)
FHA	1	4.55	Primates (1)
ASe	2	9.10	Felinos (2)
AO	9	40.90	Carnívoros pequeños (2), primates (5), reptiles (1) úrsidos (1)
AHA	1	4.55	M. marinos (1)
OHA	1	4.55	M. marinos (0.5), probóscidos (0.5)
TOT	22	100	

FA= espacio físico+ alimenticio, FSo= espacio físico+ organización social, FHA= espacio físico+ interacción humano animal, ASe= alimenticio+ sensorial, AO= alimenticio+ ocupacional, AHA= alimenticio+ interacción humano animal, OHA= ocupacional+ interacción humano animal

CUADRO 13-. Total de artículos y porcentaje de cada combinación de estrategias M3, así como especie estudiada

M3	Total	Porcentaje	Grupo
	Artículos		Animal
FASo	2	15.38	Primates (2)
FAO	4	30.8	Aves(1), carnívoros pequeños (1), felinos (1), úrsidos (1)
FASe	1	7.8	Felinos (1)
FSOSe	1	7.8	Primates (1)
ASoO	2	15.38	Felinos (1), primates (1)
ASeO	2	15.38	Carnívoros pequeños (1), m. Marinos (1)
AOHA	1	7.8	Primates (1)
TOT	13.0	100	

FASo= espacio físico+ alimenticio+ organización social, FAO= espacio físico+ alimenticio+ ocupacional, FASe= espacio físico+ alimenticio+ sensorial, FSOSe= espacio físico+ organización social+ sensorial, ASoO= alimenticio+ organización social+ ocupacional, ASeO= alimenticio+ sensorial+ ocupacional, AOHA=alimenticio+ ocupacional+ interacción humano animal

e) Desarrollo del enriquecimiento ambiental a lo largo del tiempo

Para tener una visión general de cómo ha sido el desarrollo del enriquecimiento ambiental a lo largo de los años comprendidos en este estudio, se presentan en los **cuadros 14 y 15**, la relación de los diferentes tipos de enriquecimiento con la región geográfica donde se realizó el estudio y el año de publicación del artículo.

Cuadro 14.- Número de artículos que abordan los diferentes tipos de enriquecimiento ambiental y su relación con las zonas geográficas donde se realizó el estudio

	F	A	O	Se	So	HA	M2	M3	Mx	S/D
Af	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--
As	--	--	1	--	--	--	--	1	1	1
E	--	4	2	1	2	2	7	3	1	--
EUA	7	11	1	3	7	12	10	5	8	--
RU	--	6	--	4	1	4	5	4	3	--
S/D	--	--	--	1	--	1	--	--	--	--

F= espacio físico, A= alimenticio, O= ocupacional, Se= sensorial, So= organización social, Ha= interacción humano animal, M2=dos técnicas, M3= tres técnicas, Mx= más de tres técnicas, Af= África, As= Asia, E= Europa, EU= Estados Unido, S/D= sin datos

Es interesante apuntar que aunque EUA tiene el mayor número de artículos publicados en el tema, y aunque las técnicas alimenticias sean las más empleadas por los investigadores, las estrategias HA simples (9 artículos sobre entrenamiento y 3 sobre influencia), son las preferidas por los estadounidenses (18.75% del total de artículos publicados para esta zona geográfica) (172,174,190,206,213,216-218,221,227,236,265); y las técnicas alimenticias simples son las de elección para los investigadores pertenecientes a la zona RU (22% del total de publicaciones para esta zona geográfica) (111,191,192,199,200,203).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo difieren en cierto modo a los obtenidos por Melfi (2005), quien investigó la variable de distribución por especies de primates estudiadas y el tipo de estudio (bienestar, conservación/bienestar y conservación) en Irlanda, Reino Unido y Estados Unidos dentro del periodo 1996 y 2000, afirmando que existe una importante diferencia entre los trabajos que se llevan a cabo en los tres países considerados, siendo los estudios relacionados con fisiología (genética, reproducción y endocrinología principalmente) las investigaciones que más se realizan en Estados Unidos,

mientras que en Reino Unido e Irlanda se enfocan más en aquellos proyectos orientados al comportamiento (208)

CUADRO 15.- Número de artículos que abordan los diferentes tipos de enriquecimiento ambiental y su relación el año de publicación

	F	A	O	Se	So	HA	M2	M3	Mx	S/D	TOT
1982	--	1	--	--	--	--	1	--	--	--	2
1984	1	--	--	1	--	--	--	--	--	--	2
1985	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	1
1987	--	--	--	--	--	1	1	1	--	--	3
1988	--	--	--	--	--	2	--	--	--	--	2
1989	--	1	--	2	--	--	--	--	--	--	3
1990	1	1	--	--	2	--	--	1	--	--	5
1991	1	--	--	--	--	--	2	--	--	--	3
1992	--	1	--	1	--	1	--	--	--	--	3
1993	1	1	--	1	--	--	--	--	1	--	4
1994	--	--	--	1	--	--	1	--	--	--	2
1995	--	--	--	--	--	3	1	1	--	--	5
1996	--	1	--	--	1	--	2	--	--	--	4
1997	--	5	--	--	--	--	--	2	3	--	10
1998	--	4	1	--	2	3	4	--	3	--	17
1999	--	1	--	--	1	--	1	1	--	--	4
2000	1	2	3	--	--	1	2	1	3	--	13
2001	--	1	--	--	2	--	3	1	1	1	9
2002	--	1	--	--	--	--	2	3	1	--	7
2003	2	1	--	1	--	5	1	2	1	--	13
2004	--	1	--	2	2	1	--	--	--	--	6
2005	--	--	--	--	--	2	--	--	--	--	2

F= espacio físico, A= alimenticio, O= ocupacional, Se= sensorial, So= organización social, Ha= interacción humano animal, M2=dos técnicas, M3= tres técnicas, Mx= más de tres técnicas, S/D= sin datos

Se puede observar que: a) ha existido un número similar de publicaciones referentes a los diferentes tipos de enriquecimiento simples, a lo largo de los años de estudio. b) el enriquecimiento ambiental social simple hace su primera aparición hasta 1990 (160,245), posiblemente debido a la dificultad en realizar este tipo de estrategia. c) es notorio el crecimiento en las estrategias mixtas a partir de 1997, aunque se tienen diversos artículos registrados antes de esta fecha (82,107,114,165,220,222,226,228,243,262).

2. Discusión de resultados

Considerando que el enriquecimiento ambiental es el conjunto de estrategias utilizadas en la promoción de un óptimo bienestar animal en los individuos cautivos, se puede inferir que su implementación es fundamental, en cualquier sistema de crianza y conservación de especies (27,28,75,84).

Mucho se ha hecho respecto al mantenimiento de los animales destinados al consumo humano y en aquellos de laboratorio, utilizados en estudios científicos. La generación de normas que regulan el cuidado de estas especies, ocasionó un rápido crecimiento en la investigación y diseño de proyectos sobre enriquecimiento ambiental aplicado a animales domésticos, habiendo en la actualidad un basto acervo bibliográfico sobre el tema. Sin embargo, en cuanto a la fauna silvestre cautiva se refiere, la falta de interés que existía hace unas cuantas décadas, y la falta de proyectos a largo plazo, provocó un lento crecimiento en las investigaciones relacionadas con el tema.

Hoy en día existe un amplio interés por parte de los amantes de los animales en tratar de mejorar la calidad de vida en fauna silvestre cautiva. Los objetivos y metas de los

zoológicos y acuarios han ido modificándose, dejando atrás la idea de que dichas colecciones eran exclusivamente para el entretenimiento (1), desarrollándose así, nuevos conceptos donde un punto de interés, es promover la salud física y mental de los animales.

En la actualidad los objetivos principales de un zoológico son: conservación, educación, investigación y recreación (2-4), siendo el más importante, sin duda alguna, la conservación de las especies (2-7), para lo cual es necesario contar con ambientes adecuados que permitan la adaptación de los animales con el medio, y con ello, el éxito en la habilidad inclusiva de los mismos. Por esta razón, y sustentados en los resultados obtenidos en investigaciones realizadas en animales domésticos, es que a partir de los 80's, mucho del personal que labora en los zoológicos decide adoptar la idea del enriquecimiento ambiental, estrategia que poco a poco ha ido evolucionando y mejorando, al grado que hoy en día es una de las medidas "primordiales" para el cuidado de los animales cautivos en casi cualquier zoológico moderno. A continuación se hace un análisis de los resultados.

a) Año de publicación y revista de arbitraje donde aparece la publicación

La última década se ha caracterizado por la edición de boletines, revistas y libros que han facilitado el desarrollo de nuevas y elaboradas estrategias de manejo conductual en los zoológicos. Sin embargo, la escasez de artículos científicos demostrada en este trabajo, nos indica una importante falta de progreso en el tema; en un periodo de 23 años, solamente fueron registrados 120 trabajos, que corresponden en promedio a 5.2 artículos por año.

El incremento en el número de publicaciones científicas a partir de 1990, se puede deber a varias razones:

1. La aparición de nuevos artículos de divulgación y/o boletines informáticos promovidos por la “American Association of Zoo Keepers” (Animal Keepers’ Forum), por la “Association of British Wild Animal Keepers” (RATEL) y los editados por “The Shape of Enrichment”, dirigidos principalmente a cuidadores y voluntarios que laboran en zoológicos. Estas publicaciones facilitaron la difusión de estrategias nuevas y modernas para el enriquecimiento en la fauna silvestre cautiva, influyendo en el desarrollo de estudios científicos.
2. La realización de la primera conferencia sobre enriquecimiento ambiental, en 1993, realizada en el “Metro Washington Park”, Portland, Oregon, de donde surgió el libro “Second Nature: Environmental Enrichment for Captive Animals”, que forma parte fundamental de las bases teóricas sobre el enriquecimiento ambiental (27,28,29).
3. La modificación y el surgimiento de nuevas leyes que regulan el bienestar de los animales cautivos, provocando un mayor interés en el cuidado de los mismos y un gran incremento en el desarrollo, implementación y publicación de las técnicas de enriquecimiento. Aunque la mayoría de estas leyes están dirigidas al cuidado de los animales de granja y de laboratorio, muchas han podido ser extendidas a los zoológicos.

Respecto al punto anterior, el enunciado del “Animal Welfare Act” de 1966, ha presentado dos modificaciones importantes dentro del contexto de este trabajo: una en 1985, en donde se regularon y establecieron técnicas para la promoción del bienestar psicológico de los primates no humanos albergados en laboratorios, y otra en 1990, en donde se estandarizaron algunos de los cuidados que deben llevarse a cabo en determinadas especies o en grupos de especies; entre éstas se incluyen las domésticas, los primates no humanos, los mamíferos marinos y una categoría que involucra a “otros animales de sangre caliente”. El acta mencionada, se ha convertido en la única Ley Federal en Estados Unidos,

que regula el trato de los animales de experimentación, y su manejo durante la exhibición, venta y transportación (278).

Así mismo, en 1986 aparece el “British Code of Practice for the Care of Animals Used in Scientific Procedures” el cual estipuló que los animales de laboratorio deben mantenerse en buen estado de salud y condiciones físicas razonables, de acuerdo a su especie y raza, de tal forma que puedan ser capaces de expresar sus repertorios conductuales naturales. En este código se consideran como grupos especiales las especies de fauna silvestre y los primates no humanos (279).

Los ejemplos anteriores sugieren que la aparición de leyes y normas tanto federales como estatales, han tenido gran influencia en el incremento del desarrollo, implementación y publicación de las técnicas enriquecedoras.

Cabe recalcar que a pesar de que diversos autores han insistido en la importancia que tiene la aplicación de enriquecimiento en las poblaciones silvestres cautivas, y aunque en los años 2000 y 2003 se nota un importante número de publicaciones (11%, correspondiente a 13 artículos publicados para cada uno) (55,86,101,115,116,122,127, 141,154,164,207,213,215-217,231,235-240,250,253,257,263) el crecimiento en los estudios a lo largo de éstas 2 décadas, en mi opinión, no ha sido suficiente. Es probable que sí exista interés en el tema, y que actualmente se estén llevando a cabo muchos estudios de investigación, sin embargo, la mayoría de estos trabajos quedan publicados en boletines informáticos y tesis de postgrado, y en el contexto de este trabajo, no fueron tomados en cuenta para el análisis.

b) Región geográfica en la que fue realizado el programa de enriquecimiento ambiental

La creación de los programas de enriquecimiento va a generar un costo económico extra al del mantenimiento de los animales, y por lo tanto, su implementación va a estar fuertemente influenciada por la situación económica de cada institución y de las políticas gubernamentales de cada país y región. Anteriormente se habló de que es posible generar enriquecimiento a partir de los recursos ya existentes, como la comida, lo cual hace posible que cualquier zoológico del mundo logre impulsar estos programas; sin embargo, Estados Unidos y el Reino Unido, países que entre otras cosas se caracterizan por tener un alto nivel socioeconómico, son las regiones geográficas con mayor número de publicaciones (54% y 23% de artículos publicados respectivamente). Así mismo, aunque no se registraron artículos para Latinoamérica y Oceanía, y solamente se registró un artículo para la zona correspondiente a África, no necesariamente significa que en estas regiones no se realicen estudios de esta naturaleza; es posible que los trabajos no quedaron incluidos dentro del período de tiempo analizado o simplemente no cumplieron con los criterios de selección.

Es importante recalcar que debido a que el enriquecimiento está fuertemente influenciado por las circunstancias socioeconómicas, políticas y culturales de cada país, es de esperar que el mayor número de investigaciones se realice en países con un alto nivel de desarrollo (280), los cuales disponen de una gran cantidad de recursos humanos y materiales, incluyendo la consolidación de oportunidades, la experiencia y la existencia de grupos de especialistas (208), que han permitido su avance a lo largo del tiempo. A diferencia de los países en vías de desarrollo donde existen otro tipo de prioridades

socioeconómicas, la escasez de estudios en etología y fisiología animal, así como la falta en la creación de técnicas no invasivas para evaluar el enriquecimiento ambiental y la capacitación del personal, han impedido el desarrollo de estas técnicas dentro de sus zoológicos.

Así mismo, el avance de los estudios en este tema en Estados Unidos y el Reino Unido también puede deberse a que Yarkes, Hediger, Markowitz y otros investigadores originarios de esos países, son los pioneros en aplicar técnicas semejantes a lo que ahora conocemos como enriquecimiento ambiental.

c) Grupo animal de estudio

Los estudios de enriquecimiento ambiental analizados, claramente muestran que los primates no humanos, han sido los individuos de elección para este tipo de estudios, y aunque se registraron varios estudios en otras especies de animales (principalmente carnívoros), los primates son casi el único grupo tomado en cuenta durante los años 80's. Es hasta aproximadamente 1997, donde se empieza a observar un mayor interés para la aplicación de enriquecimiento ambiental en alguna especie distinta, y si bien este crecimiento no es el idóneo, es interesante apuntar, que en la actualidad ya se empiezan a realizar estudios en animales poco tradicionales como los anfibios, los invertebrados y los reptiles (114,214,215,217). Para mayor detalle sobre la distribución anual con relación a las especies estudiadas, ver el **cuadro 17**, incluido en el **anexo**.

Reportes similares al presente trabajo, ilustran la inquietud existente a lo largo de los años, por realizar trabajos de enriquecimiento ambiental en primates cautivos. Shepherdson (1991), encontró que de 20 artículos publicados en el Zoo Biology entre 1982

y 1991, cuyo título estaba relacionado con el enriquecimiento animal, el 90% fue realizado en primates y sólo dos artículos en otras especies (oso y nutria) (281). Así mismo, en la compilación de ideas propuesta por Gride (1992), para técnicas de enriquecimiento en animales cautivos, de 200 proyectos registrados, 87 fueron planeados para primates, 53 para carnívoros, 36 para aves y el resto para otros mamíferos (282).

La tendencia para realizar proyectos de enriquecimiento en primates cautivos, coincide con la propensión de los investigadores para la creación de otro tipo de estudios (*i.e.* comportamiento, nutrición, genética, entre otros) en esa misma familia. Por ejemplo, Finlay y Maple (1986), reportaron que de un total de 120 zoológicos entrevistados, el 82% ha realizado algún tipo de investigación en los primates (283). Así mismo, Hardy (1992), menciona que la “Consortium of Aquariums, Universities and Zoos (C.A.U.Z)”, reportó que 43.7% de los proyectos fueron realizados en primates (284).

También Melfi (2005), asegura que existe cierta preferencia para investigar a los homínidos en los zoológicos. Aunque en el presente trabajo se consideraron todos los primates como un sólo grupo, se puede inferir que los grandes simios son la especie más estudiada en cuanto a enriquecimiento ambiental (208).

La enorme cantidad de estudios enfocados a mamíferos terrestres (particularmente primates), tal como puede apreciarse en el **Cuadro 9** de resultados, se puede deber a varias razones:

1. A la cercanía que tiene el ser humano en la cadena taxonómica y a la relación que mantiene y comparte con otras 250 especies de primates (285,286). La predilección por parte del público a ciertas especies (en particular hacia algunos mamíferos), puede estar influenciando enormemente las decisiones sobre las que deben ser enriquecidas (214,208,285). Según la percepción del hombre, los mamíferos cautivos tienden a verse más

aburridos y en ellos es más evidente el desarrollo de estereotipias y comportamientos anormales que en otras especies, tales como reptiles y aves (214,285). Así mismo, es muy posible que la falta de atención por parte de los investigadores para la realización de técnicas enriquecedoras, tanto en reptiles, como en anfibios e invertebrados, se debe en gran parte, a que por naturaleza, estos animales manifiestan “poco atractivo visual” y comportamientos difíciles de entender (5,27,82,214,285). Esto limita las oportunidades de experimentar e interpretar las técnicas de enriquecimiento ambiental, ya que según Anderson y Wood (2001), para muchas de estas especies, es prácticamente imposible saber si están aburridas, estresadas o “felices” (214).

2. Al estatuto federal, promovido por el “Animal Welfare Act” en 1985, sobre la importancia de promover el bienestar animal en primates no humanos usados en los estudios de laboratorio, lo que ocasionó un rápido avance en las investigaciones dirigidas a primates cautivos en dichas instituciones. Gracias a eso, actualmente existe un basto cuerpo literario que ha contribuido al desarrollo y aplicación de las diferentes técnicas enriquecedoras en primates ubicados en los parques zoológicos (278,287). Así mismo, el ser uno de los grupos taxonómicos más estudiados en estado silvestre, ha servido como modelo para el desarrollo de diferentes estrategias de enriquecimiento en diferentes miembros de esta familia.

3. Mittermeier *et al.* (2002), mencionan que una posible razón por la cual se realicen tantas investigaciones en primates, se pueda deber a que una tercera parte de ellos está considerada en peligro de extinción, y que las investigaciones con los individuos cautivos, probablemente contribuya a su conservación (288). Es importante recordar que una de las metas de los zoológicos es precisamente la conservación de las especies, por lo

tanto a la hora de generar programas de investigación como los de enriquecimiento ambiental, se tiene cierta preferencia por aquellas especies críticas que ellos exhiben (289).

4. Muchas de las técnicas de enriquecimiento ambiental son un reto mental para los animales, por lo tanto, la gran mayoría de estos proyectos están orientados a animales con mentes vivaces y cerebros muy desarrollados. El estudio realizado por Melfi (2005), arroja un dato que concuerda con dicho punto, encontrando una correlación positiva entre el incremento en las investigaciones (sobre temas diversos) realizadas y el tamaño del cerebro (evolutivamente hablando) de los primates estudiados (208).

5. Es importante mencionar que la complejidad del enriquecimiento requerida, puede ser específica para cada taxón (290); Poole (1992), sugiere que en relación a las diferencias en el tamaño del cerebro entre diferentes órdenes taxonómicos, sólo los mamíferos tienen lo que él llama “necesidades psicológicas” y que por lo tanto son los que requieren con mayor urgencia la aplicación de dichas técnicas (291). Partiendo de la idea de que los mamíferos son más inteligentes y que necesitan una mayor estimulación del ambiente, es de esperar que la mayoría de las estrategias enriquecedoras estén encaminadas a estas especies, particularmente primates y carnívoros (82).

6. La escasez de conocimientos sobre la biología y el comportamiento en vida libre de diversas especies de animales (214,224), que sirvan de patrón de comparación para los estudios en cautiverio (224,274) y la falta de estudios a nivel de laboratorio que impulsen la planeación de más proyectos, posiblemente esté frenando la creación de aquellos enfocados a la aplicación de técnicas enriquecedoras en otros animales. Así mismo, el poco avance de estas estrategias en comparación con la desarrollada para los primates, en los zoológicos de todo el mundo, ha tenido que partir de una base empírica sin una base científica previa, y

por consiguiente, los primates han sido los primeros en beneficiarse con este tipo de programas (208,287,291,292).

Cabe mencionar la existencia de un amplio acervo bibliográfico sobre enriquecimiento ambiental en cerdo doméstico (*S. scrofa*) para consumo humano (*i.e.* 86,147,293-296), y sobre zorras (*Alopex sp*) bajo condiciones de productividad a beneficio del hombre (*i.e.* 158,297-301); sin embargo, es de llamar la atención la nula publicación de artículos referentes a la aplicación de enriquecimiento en suinos silvestres cautivos, así como el escaso estudio en cánidos silvestres (1.71%) (200,230) a pesar de que muchos de ellos están en peligro de extinción.

7. La carencia de recursos económicos y de personal en los zoológicos obliga a los encargados a escoger y descartar especies e individuos, y como una de las metas del enriquecimiento es mantener a los animales activos, es muy probable que se tenga cierta preferencia por aquellos animales que son mas visitados por el público (175,238). Sin embargo, esta aseveración es algo subjetiva porque aunque bien es cierto que si existe una inclinación por algunos animales, esto no siempre se refleja en los estudios de enriquecimiento. Por ejemplo, Forthman y *et al.* (1992), dicen que los osos son de los animales más populares en los zoológicos (224), sin embargo en los resultados de este trabajo, únicamente se registraron 7 artículos sobre osos, (5.98%) (50,91,188,222,224,249,259). Así mismo, King (1993), afirma que el reciente auge por el gusto por las aves indica que mucha gente las encuentra atractivas (82), y aunque se registraron varios estudios en aves cautivas (principalmente psitácidos) en zoológicos y laboratorios (82,122,183,199,248,275,302-305) solamente 5 artículos (4.27%) cubrían con los requisitos de este trabajo (82,122,199,248,275).

8. La escasa cantidad de individuos cautivos dentro de las colecciones zoológicas del mundo, que representen a diferentes órdenes y subórdenes de animales como los monotremas, los marsupiales, los reptiles, los anfibios y los invertebrados, limita enormemente las oportunidades de enriquecer diferentes especies (214,285). Hayes (1998), menciona que de 200,000 vertebrados silvestres cautivos, catalogados dentro de 465 colecciones zoológicas que son miembros del International Species Information System (ISIS), el 15% lo ocupan los reptiles, y únicamente 2% son anfibios (285). Por lo tanto, es lógico inferir que la publicación de artículos referentes a este tema sea limitada o nula para muchas de estas especies.

d) Tipo de enriquecimiento ambiental suministrado

Las diferentes técnicas enriquecedoras son implementadas de acuerdo a distintos factores tales como, el grado de dificultad de su elaboración, los recursos disponibles y del tipo de especie en estudio.

d.1) Manipulaciones del ambiente físico

- i. Tamaño y diseño del albergue (espacio físico) y objetos novedosos (enriquecimiento ocupacional)

En relación al enriquecimiento de ambientes físicos y al enriquecimiento ocupacional se registraron diversos reportes sobre ambos temas, sin embargo la gran mayoría se encuentra documentado en revistas de difusión y no en revistas científicas, lo que hace pensar que sí existe un cierto interés por el estudio de estas técnicas (*i.e.*

120,267-269,271,272,276,302,306-309).

ii. Alimentación

Parece ser que los investigadores tienen una predilección por las estrategias enriquecedoras que involucren técnicas alimenticias en su forma simple o en combinación con otras, cuestión que puede deberse a las siguientes razones:

1. A la urgencia de disminuir o eliminar las conductas de desplazamiento tales como las estereotipias orales y la inactividad (11,52,96,249), muchas de ellas ocasionadas por la frustración del comportamiento alimenticio como producto del cautiverio (11,50,52,104,234).

Es importante recordar que la gran mayoría de los animales en vida libre pasan gran parte de su tiempo activo en actividades relacionadas con la alimentación (*i.e.* búsqueda y consumo de alimento) (27,44,83,98,100,101,108) y aunque el esfuerzo requerido para concluir esta conducta varía de especie en especie, no deja de ser una conducta de sobrevivencia, la cual se antepone a cualquier otra actividad relacionadas con el sexo o la edad (jugar, acicalarse y aparearse) (310).

2. A la necesidad de eliminar al máximo los trastornos físicos y fisiológicos relacionados con la textura y/o presentación de los alimentos (97-99).

3. Al deseo de incrementar la actividad física y mental de los animales cautivos, así como promover conductas y actividades características de sus contrapartes silvestres (22,28,102,136,203). Mellen *et al.* (1998) argumentan que los alimentos en su forma natural son más interesantes para los animales, por lo cual ofrecer un basto rango de actividades concernientes con su adquisición y consumo, representa una excelente oportunidad de enriquecimiento (310). Inclusive se ha visto que habiendo comida *ad libitum* o aún cuando están saciados, a muchos animales les gusta trabajar con el fin de obtener los productos requeridos para su alimentación (83), lo cual sugiere, que las conductas alimenticias son

comportamientos inherentes a las especies, y por lo tanto, su promoción en individuos cautivos, es una de las necesidades primordiales para atender dentro de los zoológicos y de los acuarios del mundo (44,83,96,212,310).

Se tienen reportes de que los felinos están fuertemente motivados a realizar conductas alimenticias, aún en la ausencia de hambre, siendo la conducta predatoria, el comportamiento que se expresa con más evidencia (83,107). Aunque en términos del enriquecimiento, la conducta predatoria es la más difícil de cubrir, su nivel de expresión probablemente es una de las razones por la cual hay más aplicación de enriquecimiento de tipo alimenticio simple en felinos, y no en otros animales (6 artículos, correspondiente al 28.6% de los estudios realizados en estos animales) (83,96,97,198,234,235.).

Cabe reiterar que existe la creencia por parte de algunos autores, de que los carnívoros y los omnívoros están adaptados a investigar y resolver problemas alimenticios, mientras que los ungulados únicamente “pastorean” (83,95), por lo tanto, también es de esperar que los estudios que involucran el uso de técnicas M2 en su combinación AO (estrategias enfocadas para que los animales “trabajen” por su alimento), sea una de las más usadas en primates (*i.e.* 192,220,243,256), los cuales cuentan con cerebros muy desarrollados y mentes vivaces (208).

4. Es muy posible que la inclinación a realizar estrategias alimenticias simples en lugar de otras más complejas, se deba más a la necesidad de aprovechar los recursos existentes (económicos y de personal capacitado principalmente) que al interés del investigador, así como a las limitaciones para crear nuevas ideas. Sin duda alguna, es mucho más fácil y económico desarrollar algún tipo de estrategia a partir de un recurso que ya está destinado para la alimentación, que producir aparatos complejos que requieran de tiempo y dinero para el suministro de la misma, pudiendo ser ambas técnicas igual de

exitosas. Por ejemplo, Shepherdson *et al.* (1993), Law *et al.* (1997) y Gilkison *et al.* (1997), sugieren que una forma adecuada de enriquecer felinos es esconder pequeños pedazos de carne dentro de pilas hechas a partir de ramas (83,112) o bien a lo largo de todo el encierro (96). Así mismo Forthman *et al.* (1992) en su estudio realizado en tres especies de osos (polar, *U. maritimus*; negro asiático, *Selenarctos thibetanus* y kodiak, *Ursus arctos middendorffii*) proponen el uso de bloques de hielo conteniendo distintos tipos de comida y la administración de forraje fresco como otra forma de enriquecimiento; ellos concluyen que "este método de enriquecimiento simple y barato, posiblemente tenga una influencia significativa y positiva en el comportamiento de osos cautivos" (224).

iii. Otros (sensorial)

Powell (1997), afirma que cualquier estrategia enriquecedora puede estimular los órganos de los sentidos, sin embargo, aún en ambientes no enriquecidos existen ruidos y olores no perceptibles para el ser humano, que son detectados por los animales, y que pueden llegar a tener un impacto en el bienestar de los mismos, afectando los resultados del enriquecimiento (131). Es muy probable que debido a la dificultad para evaluar e interpretar estos estudios (22), y que a pesar de ser una(s) de las estrategias más económicas, simples, "fáciles" y accesibles, los investigadores prefieran invertir en otro tipo de estudios.

d.2) Manipulación del ambiente social

iv. Organización social

Si bien se reconoce la importancia que tiene la organización y el ambiente social en el entorno de los animales y su influencia en el bienestar de los mismos (*i.e.* la capacidad de promover el desarrollo de conductas reproductivas exitosas tales como la materna, 290), en realidad son pocas las investigaciones que han registrado los beneficios que trae consigo elaborar grupos sociales adecuados, de la misma o de diferentes especies. A pesar de que diversos estudios han demostrado las ventajas de enriquecer los ambientes sociales cautivos (*i.e.* 93,155-162,164), la dificultad y el riesgo que existe al manipular las estructuras sociales (*i.e.* incremento en la agresión intra e inter específica), posiblemente esté frenando la evolución de este tipo de estudios.

v. Interacción humano-animal

Aunque es clara la necesidad de determinar cuál es el efecto del público en el bienestar de los animales cautivos, la gran mayoría de los estudios también se han realizado en primates (5 artículos en este trabajo), y poco se ha hecho en otras especies (56,238).

La mayoría de los trabajos afirman que el visitante ejerce un factor estresante, más que enriquecedor (*i.e.* 165,169,211), sin embargo, la diferencia de resultados entre ellos, sugiere que se necesita profundizar en el tema. Por ejemplo, a lo largo de un año, Davis *et al* (2005), evaluaron la relación que existe entre el número de visitantes y la actividad del eje HHA en monos arañas (*Ateles geoffroyii rufiventris*) cautivos en el zoológico de Londres, encontrando una relación positiva entre el incremento en los niveles de cortisol urinario y el incremento en la densidad del público, concluyendo que los visitantes ejercen

un impacto negativo sobre estos animales (211). Por otro lado, Kyngdon *et al.* (2003), al monitorear el efecto del programa “nadar con delfines” (SWD por su abreviación en inglés, “Swim-with-Dolphin”) en el acuario de Marineland, Nueva Zelanda, en el comportamiento de tres hembras de delfín común (*Delphinus delphis*) durante y después de cada sesión, observaron que se incrementaba el uso de la zona catalogada como “zona de refugio” durante las sesiones SWD y durante los primeros 15 minutos después de terminada la sesión. Aunque dicha conducta se registró como una evasión a los nadadores, no se notaron cambios importantes en la conducta general de los delfines, por lo tanto los autores concluyen que el SWD carece de efecto detrimental en el bienestar de dichos animales (207).

Por otro lado, algunos autores han mencionado los beneficios que trae consigo el entrenamiento (*i.e.* 173,174,265,311), por ejemplo, Laule y Desmond (1999), afirman que a partir de estas estrategias se pueden incrementar los niveles de actividad en mamíferos marinos (173). Bloomsmith *et al.* (1992), documentaron que por medio de entrenamiento hubo una importante reducción en las conductas agresivas de un chimpancé (*P. troglodytes*) macho hacia otros miembros del grupo durante la alimentación (311).

Mellen y Ellis (1996), dicen que la mayoría de los zoológicos y acuarios realizan técnicas de entrenamiento principalmente en elefantes, mamíferos marinos y ocasionalmente en grandes primates (312). Los resultados obtenidos en este trabajo difieren de lo anterior, ya que solamente se encontraron que de 11 artículos registrados para la categoría HA- entrenamiento simple, 4 son para ungulados, 4 para primates (172,174,213,216,218,221,227,265) y uno para cada una de los siguientes grupos: carnívoros pequeños, mamíferos marinos y reptiles (217,236,260). Es muy posible que la diferencia encontrada se deba al criterio utilizado para la revisión de artículos en el presente estudio,

ya que la mayoría de los trabajos sobre entrenamiento se encontraron publicados en libros y en memorias de congresos o conferencias.

d.3) Manipulación mixta del ambiente (enriquecimiento mixto)

Por último La aparición o el incremento de estrategias mixtas en los últimos tiempos hace pensar en la probable falta de buenas y claras ideas para realizar programas de enriquecimiento mixto anterior a esta fecha, probablemente debido a la poca experiencia en el tema. (En el **anexo** del trabajo se compila más información que pudiera ser de interés para el lector)

3. Discusión general

A lo largo de este trabajo se ha hecho mención de los beneficios que trae consigo la aplicación de estrategias enriquecedoras en fauna silvestre cautiva, así como de los avances a lo largo del tiempo, sin embargo, la poca diversidad y la falta de estudios científicos planteada en esta investigación, me sugieren 2 cosas: una, existen muchas lagunas en lo que este tema respecta, y dos, que hoy en día, y aunque es de sorprenderse, a las técnicas de enriquecimiento ambiental, aún no se le han dado suficiente interés y prioridad por parte de los encargados de los zoológicos. Aunque el enriquecimiento aparente ser una panacea, la diversidad en los resultados, o la falta de interpretación (en muchos de los casos), así como las limitantes que la misma aplicación y evaluación de dichas estrategias implica (materiales, económicas, de personal, entre otras), desde mi punto de vista, hacen del enriquecimiento, un tema polémico.

a) Limitaciones económicas del desarrollo de los programas de enriquecimiento ambiental

Se han mencionado las razones por las cuales se prefiere administrar un determinado tipo de enriquecimiento ambiental en lugar de otro, y también sobre las especies a las que mayormente van encaminados, sobre todo, es importante destacar que la construcción de programas enriquecedores y su implementación tienen mayor auge en países desarrollados (EUA Y RU principalmente). Hasta la fecha, la inquietud por generar más y más proyectos es latente, aún así, existen una gran variedad de limitantes sociopolíticas y económicas que impiden el progreso de los proyectos.

Sin duda se puede afirmar que es posible generar estrategias enriquecedoras efectivas a partir de los recursos con los que normalmente cuentan los zoológicos, sin embargo, la diversidad de tipos y calidad de estrategias, puede verse reducida básicamente, a estrategias alimenticias muy simples, utilización de troncos y hojas secas disponibles de los árboles circundantes y posiblemente a la dispersión de heces de diversos animales dentro de los encierros, entre otras. Por otro lado, la adquisición de materiales de texturas variadas, y la existencia de una infraestructura adecuada (donde básicamente se construyan y analicen la calidad y seguridad de los objetos enriquecedores), pueden dar cabida a la generación de fructíferas ideas y a la construcción de divisas y/o estrategias mucho más complejas tales como, juguetes, presas artificiales, dispensadores de alimento y objetos mecánicos. A pesar del lento crecimiento en las investigaciones, en la actualidad existe una gran variedad de programas exitosos que sin duda pueden servir como base para la construcción de otros proyectos.

La elaboración de estrategias enriquecedoras más efectivas requiere de fuertes capitales económicos, destinados a la obtención de los recursos materiales, a la construcción de “laboratorios”, y también para la contratación de especialistas o bien para el entrenamiento de personal que pueda hacerse cargo de la planeación y dirección de los proyectos (en muchos zoológicos del mundo la formulación del enriquecimiento ambiental queda en manos de gente inexperta incapaz de crear estrategias efectivas). En mi opinión, la falta de recursos materiales, económicos y humanos (313), es la principal razón por la cual no se realicen trabajos de enriquecimiento en varios zoológicos del mundo, y aunque teóricamente existe mucho interés en el tema, concuerdo con Mellen *et al.* (1998), en que “...en realidad, al bienestar psicológico, no se le ha dado la suficiente prioridad dentro de los zoológicos...” (314), existiendo otras necesidades a donde generalmente se desvían los recursos.

b) Comportamiento específico de la especie

i. ¿En realidad se promueven comportamientos típicos?

Recordemos que uno de sus objetivos principales en zoológicos es crear oportunidades para la expresión de comportamientos típicos y/o normales en las especies, sin embargo, en mi opinión, es cuestionable el hecho de hablar de conductas normales en los individuos cautivos. La simple carencia de conocimientos en la biología de muchas de las especies (313), se convierte en una fuerte limitante para entablar una base clara y precisa sobre cuál o cuáles son los comportamientos que una determinada especie debe manifestar. Así mismo, los patrones conductuales expresados por las contrapartes silvestres son empleados comúnmente, como referencia en la comparación del comportamiento de los

individuos cautivos (315), que en términos del enriquecimiento ambiental, se espera que cubran la gran mayoría de los patrones expresados por los individuos libres.

Se ha mencionado que las condiciones generales del cautiverio generan cambios fisiológicos y psicológicos importantes en los animales, por lo tanto, es posible preguntar: ¿No es ficticio en cierto modo, querer comparar el comportamiento de un animal cautivo con el que se encuentra en libertad?, ¿Qué pasa con todos aquellos animales silvestres que durante generaciones han nacido en cautiverio?, ¿Podríamos hablar de conducta “normal” de la especie?. Es cierto que muchas veces el enriquecimiento involucra estrategias que mejoran los ambientes físicos y sociales, haciéndolos lo más parecido posible a un ambiente natural, aún así, en mi opinión, un ambiente cautivo por más modificado y moderno que sea, nunca va a dejar de ser un ambiente cautivo, y por lo tanto las conductas que un animal exprese, serán totalmente distintas a las de un animal en libertad.

Es interesante considerar los términos “típico” o “normal” dentro del plano de la “conservación”. Bajo cualquier situación, “típico” puede ser entendido como “...algo peculiar o característico de alguien o algo..” (316). Partiendo de esta descripción y tomando en cuenta el deseo de los investigadores en incrementar el rango de conductas “típicas de especie” en los individuos cautivos, es de suponer que cualquier comportamiento, independiente de sus características y que comúnmente sea interpretado por las contrapartes silvestres, también tendría que ser expresado por las poblaciones cautivas.

Usualmente en la naturaleza los animales expresan una variedad de conductas normales como parte de sus procesos adaptativos, entendiendo como “normal” “...a lo que por su acomodación a la naturaleza o al uso, o por su frecuencia, no produce extrañeza...”

(316). Tal es el ejemplo del canibalismo y el infanticidio, que aunque anteriormente se consideraban una conducta anormal y aberrante, comúnmente pueden ser observadas como un sistema natural de control de poblaciones y preservación de genes en muchas especies de animales como ciertos primates, reptiles y felinos entre otros (14,252,285). Sin embargo, y aunque hoy en día se considere que estas conductas pueden ser normales para muchas especies, su expresión dentro de las poblaciones cautivas no es deseable (252). Es importante recordar, que aunado a la conservación, los zoológicos también tienen la obligación de educar y entretener al público que los visita (27,156), por lo tanto, mostrar a un grupo de animales que expresen conductas (cualesquiera que sean) que logren crear reacciones de angustia en las personas, puede ser contraproducente para la institución.

Muchas de las técnicas enriquecedoras que son administradas con el objetivo de incitar los patrones “típicos-normales” de conducta, si bien promueven el interés y la actividad del animal hacia su entorno y contribuyen en gran modo a la reducción de las patologías del comportamiento, en lo absoluto generan comportamientos “normales” y mucho menos “típicos” desde el estricto punto de vista de las características taxonómicas y ecológicas. Es decir, ¿cuándo se ha visto a un primate silvestre utilizar una computadora para resolver un problema de tipo alimenticio? (133,317), o bien ¿Cuántos científicos y exploradores del río Nilo se han topado con una tortuga jugando con una pelota? (114). Sin duda al hablar de patrones conductuales típicos-normales en un zoológico, son los deseados o esperados por el investigador, y hay que hacer notar, que no es deseable que muchas conductas se manifiesten dentro de las poblaciones cautivas. Tal pareciera que muchas veces los programas de enriquecimiento están orientados para influir en el desarrollo de un comportamiento que a la especie humana le agrade, de acuerdo a sus parámetros antropocéntricos. Lo anterior hace ver lo importante que resulta fijar objetivos bien

definidos cuando se desarrollen programas de enriquecimiento ambiental para cada una de las especies (*i.e.* generar actividad o incitar patrones típicos-normales de especie).

ii. Influye o no la edad y el sexo en el comportamiento

Así mismo, es importante tomar en cuenta las diferencias que existen entre: individuos, género y la edad de los animales que son sometidos al enriquecimiento, ya que pueden existir importantes diferencias conductuales entre cada una de estas tres variables. Por ejemplo, O'Neill y Price (1991), mencionan que en comparación con los machos, las hembras de mono rhesus (*M. mulatta*) siempre muestran más interés en investigar los objetos novedosos presentes en el encierro (318).

Por otro lado, Line *et al.* (1991), encontraron una diferencia significativa en la duración del manejo de objetos novedosos entre monos rhesus jóvenes, y monos adultos albergados individualmente, concluyendo que en los adultos, el uso de todos los objetos evaluados declinó en forma aguda al segundo día de ser ofrecidos, por lo que el efecto de este tipo de enriquecimiento es limitado en estos individuos (124). En contraste, Novak *et al.* (1993), al evaluar el efecto de distintos objetos en varios grupos de monos conformados por individuos adultos y viejos, encontraron, a diferencia de Line *et al.* (1991), que los monos adultos mostraron gran interés en la manipulación de objetos, aún cuando éstos ya no eran novedosos (125). Dichos estudios nos hacen pensar que la manipulación de objetos y/o el impacto del enriquecimiento ambiental, también se puede ver influenciado por las condiciones sociales en las que son albergados los animales, y por lo tanto a la hora de evaluarlo, es necesario tomar en cuenta esta variable.

iii. Ambientes sociales “naturales” o artificiales

Vale la pena puntualizar que el ambiente social manipulado para los animales es impuesto por el humano en forma totalmente arbitraria, ya que decide cuáles especies o cuáles individuos son los que introduce, y por lo tanto, se corre el riesgo de no tener éxito, debido entre diferentes razones, a que el animal no tiene la posibilidad de escoger a su pareja con libertad, y a la posibilidad de que se crean graves confrontaciones jerárquicas, por la lucha por el territorio, alimento y otras (232). Aún con todos los problemas que puede traer consigo el manejo de los ambientes sociales en los medios cautivos, su aplicación es necesaria, sobre todo en aquellas especies que de forma natural experimentan cambios sociales periódicos, como un proceso básico de supervivencia (232,266).

c) Estrés y bienestar animal, ¿tiene algún efecto positivo el enriquecimiento ambiental? ¿cuál es el valor adaptativo de dichas estrategias?

Se menciona que los animales que están en cautiverio pueden estar en constante estrés, lo que favorece el desarrollo de estereotipias, reduce la capacidad reproductiva, y disminuye su habilidad inclusiva (25,26,63); generalmente pensamos que los animales que están en estado silvestre están exentos de cualquier factor estresante existente en el cautiverio. Hosey (2005), apunta que es un error asumir dicha posición, ya que el impacto que ocasiona el ser humano en la naturaleza, está generando que muchos animales se vean obligados a cambiar su ecología y naturaleza, expresando comportamientos y costumbres semejantes a las vistas en los ambientes cautivos (319).

Se piensa que los programas de enriquecimiento ambiental no deben dejar de lado los objetivos que reduzcan al máximo aquellos factores que pudieran generar estados

de estrés crónico y agudo en los animales cautivos, intentando, en mi percepción, crear ambientes “estériles”. En la naturaleza los animales lidian con una innumerable cantidad de factores estresantes y el estrés siempre está presente en la vida de los animales, como una regla y no como una excepción (40). Considerando la necesidad de diferenciar entre aquellos factores que no son amenazantes, de aquellos adversos que afectan la salud física y mental de los individuos (40), me atrevo a apuntar, que cuando la meta del enriquecimiento es diseminar el estrés, solamente deberán ser eliminados aquellos factores que estén causando un verdadero daño en el bienestar animal. Así mismo, se argumenta que las estereotipias pudieran ser una forma de autocontrol del organismo, para lidiar con el medio, por lo que hay que analizar hasta qué grado es conveniente eliminarlas mediante el enriquecimiento ambiental, y restringir que el propio individuo le haga frente al medio, o dispersarlas evitando la presencia de los factores que las provocan (decidir atacarla de forma directa o indirecta).

Poco se ha hecho sobre la relación entre la aplicación de dichas estrategias y la salud física de los animales. Schapiro y Bushong (1994), estudiaron el registro médico de 98 monos rhesus con el fin de evaluar los efectos del enriquecimiento ambiental (social y ocupacional) sobre el número y duración de los tratamientos médicos. Demostraron que entre los controles y los individuos enriquecidos no hubo diferencia en cuanto al número de tratamientos requeridos, sin embargo, los animales bajo enriquecimiento requirieron de tratamientos más prolongados, por lo cual los autores infieren que el enriquecimiento no influyó en la salud e los animales (320).

Dado a que el enriquecimiento ambiental puede alterar ciertos factores biológicos, diversos autores aseguran las ventajas a nivel fisiológico que trae consigo (*i.e* 178,179). Por ejemplo, se menciona que por medio del enriquecimiento es posible disminuir

los niveles de cortisol plasmático (*i.e.* 75,179,181,182), lo que entre otras cosas, podría resultar en una mejora del sistema inmune. Mucho se habla del posible incremento en el bienestar fisiológico de los animales enriquecidos, sin embargo, faltan estudios más concretos que puedan dar una base clara, sobre las respuestas fisiológicas que se están generando.

En mi opinión, una mejora del bienestar fisiológico puede concluir en una mejora en la salud, pudiendo servir esta última como un excelente índice para evaluar el impacto del enriquecimiento, sin embargo, se necesitan más estudios sobre el tema.

d) Impacto del enriquecimiento ambiental en el público y de éste en los programas

Aunque falta mucho por investigar sobre aspectos conductuales en las especies, los resultados obtenidos en diversos estudios, sugieren que la aplicación del enriquecimiento ambiental es necesaria, ya que una gran parte, genera mayor atracción visual en los visitantes, debido a que se incrementan los niveles de actividad en los animales, y de esta forma pueden ser observados en actitudes “típicas”, y no en reposo, dentro de sus madrigueras o realizando alguna conducta inadecuada.

Es evidente que estas estrategias benefician tanto a los animales como al público, especialmente si se reducen o eliminan uno o varios comportamientos anormales. Se cree que la gente visita los zoológicos principalmente por una cuestión de entretenimiento, seguida de un propósito educativo, lo que muchas veces provoca que la percepción del visitante sea prioritaria sobre las necesidades de los animales, y dado a que la primera herramienta educativa empleada son los encierros (156,186), generalmente se

fomenta la creación de ambientes estéticos y “naturales” donde los animales no aparenten estar aburridos o enfermos.

Los programas de enriquecimiento ambiental, en general, están altamente influenciados por la opinión, percepción y actitud del público que visita los zoológicos, y aunque fueron pocos los estudios que en este trabajo, valoraron la reacción o respuesta del público hacia el enriquecimiento (190,204,238,247), se piensa que en un ambiente naturalista simulado, las opciones deben ser lo más naturales posibles (190). Cabe mencionar que dos de los artículos revisados dentro de esta categoría, hacen mención al efecto que tiene el enriquecimiento ambiental (190) y el nivel de actividad de los animales (238), sobre el interés y la percepción del público. Por ejemplo, Mcphee *et al.* (1998) concluyen que el impacto o la percepción del público hacia el enriquecimiento ambiental, cambia en función del tipo de objeto (en este caso, el tipo de enriquecimiento) (190).

Por otro lado, aunque muchos de los visitantes y personal del zoológico están relacionados con el tema, aún existe una fuerte barrera ética y una idea errónea, sobre las formas de enriquecer y las consecuencias que trae consigo la elección y uso de determinadas estrategias; el tema más polémico en cuanto a esto se refiere, es el administrar presas vivas a los animales predadores. Cabe mencionar el estudio de Ings *et al.* (1997), quienes determinaron lo siguiente: el 100% de personas entrevistadas estaban de acuerdo en que se administraran insectos vivos a las iguanas, siempre y cuando se realizara fuera de exhibición, y sólo el 4% se opuso a que fuera durante la exhibición. El 72% estuvieron de acuerdo en dar peces vivos a los pingüinos durante la exhibición, mientras que el 84.5% estuvo de acuerdo en dárselos fuera de exhibición. Sólo el 32% estuvo de acuerdo en dar conejos vivos a los guepardos durante la exhibición, mientras que el 62.5% aceptó esta forma de alimentación, siempre y cuando se administra fuera de exhibición. Los autores

concluyen que en general la opinión de los entrevistados era a favor de la administración de presas vivas a los depredadores, porque es una cosa natural, y si lo objetaban, era debido a que puede ser traumático para los niños (247). Por otro lado, con nutrias de río norteamericanas (*Aonyx cinerra*), sujetas a un enriquecimiento elaborado con un dispensador que arrojaba peces vivos, en forma programada, Foster-Turley y Markowitz (1982), basándose en la buena respuesta de las nutrias y del público general, aunque generalmente los niños gritaban para estimular a los peces a escapar, no detectaron ningún comentario negativo por parte de los espectadores (219). Los resultados señalados anteriormente son sumamente interesantes. Muchas veces los intentos por crear estrategias que estimulen comportamientos “típicos-naturales”, tales como el predatorio, no pueden ser llevadas a cabo por la idea de que pudieran generar impactos negativos en el ser humano (210), primero, por el efecto que provoca ver a un animal comiéndose a otro, y después, por las opiniones morales de los defensores de los derechos de los animales respecto al bienestar y “sentimientos” de los individuos que son suministrados como presas. En este caso, se puede concluir que las personas no se alarman con la idea de dar peces o insectos vivos a los animales, sin embargo por obvias razones, sería inapropiado suministrarles presas de mayor tamaño.

e) Planeación y metodología de un adecuado programa de enriquecimiento ambiental

- i. Seguridad física y bioseguridad durante la implementación de los programas de enriquecimiento ambiental

Un punto que hay que tomar en cuenta en cuanto a la planeación de dichos programas, son todas aquellas consideraciones referentes a la seguridad y sanidad de los animales y de los operadores.

Cualquier estrategia de enriquecimiento tiene sus riesgos, y con el fin de evitar la aparición de problemas, deben ser planteadas y analizadas con cuidado; por ejemplo, para detectar e impedir la aparición de agresiones durante las estrategias enriquecedoras sociales, deben ser estudiadas por tiempos más prolongados que cualquier otra técnica (*i.e.* 241). Existen varios estudios sobre el uso de distintas estrategias para la introducción de individuos a grupos de la misma o diferentes especies, todas con resultados exitosos (*i.e.* 230,241,245); y a pesar que se ha hecho mucho hincapié en la importancia que tienen los ambientes sociales para el desarrollo conductual de las crías y el bienestar de los jóvenes y adultos, en mi opinión los estudios son muy escasos.

Diversos estudios reportan incremento en la agresión intergrupala durante la fase de enriquecimiento, y en muchos casos, se adjudica a la competencia por la estrategia (ya sea alimento, objetos, o espacio físico); para evitar al máximo este tipo de confrontaciones entre individuos, es de vital importancia que en cualquier encierro enriquecido se suministre la cantidad suficiente de objetos enriquecedores para todos los individuos que ahí se albergan. Un ejemplo claro se aprecia en el experimento realizado por Maki *et al.* (1989), quienes reportaron un importante incremento en la agresión en un grupo de

chimpancés (*P. troglodytes*) cautivos después de introducir un sólo “rompecabezas alimenticio” (321), mientras que, utilizando varios dispensadores, Bloomsmith *et al* (1988), no encontraron ningún tipo de conducta que hiciera referencia a la lucha jerárquica por el objeto, en este caso el alimento (322).

Así mismo, con el fin de evitar lesiones graves, y transmisión de enfermedades, todo los materiales que van a ser usados (incluyendo la comida), deben pasar por un estricto control de calidad con la aprobación obligatoria de los médicos veterinarios. Se debe soslayar al máximo no sólo el ofrecimiento de objetos tóxicos, sino también de aquellos que al ser manipulados de alguna u otra forma puedan causar un daño físico en los animales, de no ser así, es muy posible que se lastimen, enfermen, y en el peor de los casos, mueran. Por ejemplo, Hahn *et al.* (2000), reportaron el caso de un macaco (*Macaca fascicularis*) macho de tres años de edad, el cual ingirió un pedazo de sogas que había sido atada en la jaula como parte de una estrategia enriquecedora, provocándole perforaciones en el borde mesentérico, ulceraciones de la mucosa intestinal, peritonitis séptica y por último la muerte (323). También se debe tener cuidado en la desinfección y/o selección de objetos que pudieran transmitir enfermedades infecciosas, en especial los referentes al alimento y las heces, ya que en ellos se pueden alojar patógenos que enfermen severamente a los animales y en ocasiones, se puede llegar a ocasionar una epidemia.

Por otro lado, las estrategias de enriquecimiento también deben ser planteadas en términos de seguridad para el personal que colabora en los encierros, empezando por la fabricación y operación de las diferentes estrategias enriquecedoras y también en relación a los riesgos que se corren al implementar dichos programas en especies “peligrosas” y de difícil manejo (ya sea por su tamaño, agresividad o por ser altamente venenosas).

ii. Desarrollo y evaluación de los programas de enriquecimiento ambiental

Un buen programa de enriquecimiento ambiental debe estar basado en una metodología precisa. De acuerdo a Brousset y Galindo (2004), los pasos a seguir son: diagnóstico del problema, manipulación del ambiente y evaluación del impacto (84).

El diagnóstico preciso y cuantitativo, tanto del problema (*i.e.* anomalías del comportamiento) como de los registros conductuales y fisiológicos, previo a cualquier manipulación del ambiente, son imprescindibles para así poder definir el fin de la estrategia a utilizar (84). Y dado a que el enriquecimiento ambiental puede virar hacia muchas metas y objetivos, es necesario ser claro en cuál o cuáles se quiere incidir, de no ser así, posiblemente se tengan errores a la hora de interpretar los resultados.

Una vez identificado el problema y las metas, se debe postular una hipótesis que permita explicar las causas y desarrollo del problema en cuestión, de esta manera, se pueden proponer métodos apropiados para solucionarlo (84), y así proceder a la aplicación sistemática de algunas de las técnicas antes mencionadas.

La forma más correcta de medir el enriquecimiento, es a través de la valoración del nivel de bienestar animal antes, durante y después de la aplicación del enriquecimiento, a partir de indicadores fisiológicos y conductuales. Para determinar su efectividad o bien, su impacto en el bienestar de las especies, todo programa debe ser evaluado adecuadamente, definiendo los parámetros que deban ser medidos, los comportamientos que se consideran normales, y grado de actividad que puedan presentar los animales, dentro de los parámetros elegidos. Para lo anterior y dado que jamás una especie será igual a otra, ni en lo fisiológico ni en lo conductual, es necesario dar respuesta a la pregunta ¿qué es lo normal en cada especie?.

Debido a la dificultad que trae consigo la valoración de los índices fisiológicos en fauna silvestre cautiva, son pocos los investigadores que los han empleado y menos aún, los que estiman su impacto a largo plazo (longevidad, éxito reproductivo y estado de salud) (*i.e* 178,182). Por ejemplo, el éxito de los patrones reproductivos de las especies, mucho tiene que ver con su entorno social, y aunque anteriormente se habló de los beneficios que trae consigo el suministro del enriquecimiento ambiental en la promoción de la reproducción, únicamente se encontraron dos artículos que determinaron esto (189,229).

La forma más común y sencilla de evaluar los programas de enriquecimiento ambiental a corto plazo, es a partir de los registros conductuales (*i.e.* disminución en la frecuencia de conductas anormales) (72,84). Hosey (2005), comenta que para cualquier estudio de comportamiento, en especial aquellos referentes a conocer el efecto del ambiente en primates cautivos en zoológicos, es necesario realizar dos tipos de estudios, uno que compare el comportamiento de los individuos de la misma especie dentro de diferentes “rangos ambientales” (usando siempre los mismos valores), y otro, que evalúe la interacción entre la forma de manutención, la presencia del público y la restricción del espacio (319).

Es importante apuntar que la evaluación de la conducta en individuos cautivos puede caer en interpretaciones subjetivas y erróneas, y aunque se asume que la comparación entre las contrapartes silvestres debe servir como modelo para evaluar el bienestar animal de los animales cautivos (debido al medio artificial al que son sometidos), cualquier cambio de comportamiento debe ser interpretado considerando que existe la posibilidad de que el propio medio modifique los resultados. Por otro lado, dado a que la mayoría de los estudios sólo evalúan los cambios en comportamiento, los resultados pueden ser mal comprendidos y es posible que la respuesta generada, en realidad no represente lo

que el investigador cree, ya que, por ejemplo, un aumento en los niveles de actividad general no necesariamente implica un incremento en el bienestar, sino también puede provenir como una respuesta del estrés. Para evitar esto, Mellen *et al.* (1998), sugieren que las estrategias deben enfocarse a cambiar el tiempo de actividad dedicado a los distintos comportamientos (310).

Finalmente, al hacer uso de los indicadores conductuales para evaluar el efecto del enriquecimiento ambiental, no sólo es necesario tomar en cuenta “la manipulación o uso” de la estrategia (84), si no que también es importante evaluar la frecuencia, secuencia y duración de las distintas conductas tanto normales como anormales, así como la latencia o tiempo que tarda en responder un individuo al estímulo enriquecedor, la duración del efecto alcanzado (para descartar o confirmar habituación y/o aburrimiento) y la aparición de nuevas conductas.

4. Comentarios

Los programas de enriquecimiento ambiental pueden mejorar la habilidad de adaptación e incrementar el periodo de vida de los animales (13,27,29,49), así mismo pueden contribuir a la implementación de programas exitosos de reproducción y reintroducción en fauna en peligro de extinción (6-8,27,29,65), por lo tanto, deberían de ser un factor integral del desarrollo y el mantenimiento de la genética y el comportamiento de las poblaciones cautivas (5,75,324). Se afirma que cualquier programa de conservación y/o reintroducción que se planea, debe aplicar estas técnicas, o de lo contrario es probable que los individuos liberados fracasen (27,324), sin embargo, la información respecto a este problema, es escasa.

Para tener resultados importantes en el campo del enriquecimiento, es necesario fijar bien los propósitos y las metas del mismo; definir previamente si está orientado a que las especies en cautiverio se desenvuelvan de acuerdo a su idiosincrasia, o si sólo es tenerlas entretenidas para que ante la percepción del ser humano, se vean menos aburridas y más interesantes.

El interés para realizar este tipo de investigaciones, permite reconocer que las nuevas generaciones de estudiantes, tienen una visión diferente sobre el tema y se encuentran preocupados por el bienestar de las especies cautivas y la conservación de la biodiversidad del planeta. Sería recomendable el desarrollo de proyectos de cooperación entre diferentes instituciones, con el fin de garantizar el intercambio de experiencias y de información, lo cual permitiría una retroalimentación y mejor capacitación en el personal destinado a las actividades relacionadas con los programas. Es importante fomentar esta rama de la ciencia y sobre todo, facilitar su difusión, para que sea de fácil acceso, lo que ayudaría al desarrollo de nuevos proyectos y cooperaría a alcanzar los objetivos del enriquecimiento ambiental.

El crecimiento desmesurado actual de las zonas urbanas y la poca consciencia del ser humano hacia la naturaleza, ha provocado que las poblaciones de animales silvestres se estén viendo brutalmente reducidas. Es muy posible que dentro de unos años, el único lugar donde podremos ver a muchas de estas especies, sea en zoológicos y acuarios. Esta percepción, obliga a que se inicien programas intensos de conservación de especies, en la gran mayoría de los zoológicos y acuarios del mundo, aunque sea a partir de los recursos ya existentes, contando con el apoyo de investigadores creativos dentro de un equipo multidisciplinario, que vaya desde arquitectos y cuidadores, hasta biólogos y veterinarios, que contribuyan al mantenimiento de las poblaciones cautivas y silvestres.

No hay que menospreciar lo referente a los costos que significa la implementación de los programas de enriquecimiento ambiental, ya que siempre va a estar fuertemente influenciada por las circunstancias socioeconómicas, políticas y culturales de cada país, región o institución, pues genera costos adicionales al del mantenimiento de los animales.

La mayor parte de los estudios relacionados con el comportamiento, bienestar, enriquecimiento ambiental, entre otros relacionados con fauna silvestre, se realizan en los países desarrollados, que de alguna u otra manera tienen cubiertas las principales necesidades de la población, y que por su nivel cultural, están convencidos de que la protección animal es una forma de proteger el entorno del hombre, que no vive aislado, sino que es parte de la biodiversidad. Cualquier cambio en el ambiente, necesariamente tendrá repercusiones en su bienestar, además de que alterará el entorno para las generaciones futuras.

Los gobiernos de todos los países, a través de sus secretarías de ecología, y organizaciones no gubernamentales, deberán garantizar la conservación de las especies, y una forma de promoverla es a través de la implementación de este tipo de programas principalmente aplicados en aquellos animales endémicos de cada zona. Posiblemente si cada país se enfocara a las especies habituales de su región geográfica, los programas planteados serían más efectivos. Esto no significa que al resto de los animales cautivos no se les deba aplicar algún tipo de estrategia enriquecedora, sino que con el fin de optimizar los recursos, necesariamente se debe hacer una selección de las especies, y que mejor que escoger las propias.

ANEXO

CUADRO 16.- Orden, clase, familia o género de las diferentes especies que integran los grupos de animales conformados para el estudio

GRUPO O TAXÓN	ORDEN O ESPECIES LO INTEGRAN	GRUPO O TAXÓN	ORDEN O ESPECIES QUE LO INTEGRAN
Amphibia	Orden: <i>Anura, Apoda, Caudata</i>	Mamíferos pequeños	Orden: <i>Insecrívora, Lagomorpha, Edentata, Pholidota, Rodentia</i>
Aves	Orden: <i>Anseriformes, Apodiformes, Apterygiformes, Caduariiformes, Caprimulgiformes, Cicinooformes, Coliiformes, Columbiformes, Coraciiformes, Cuculiformes, Charadriiformes, Falconiformes, Galliformes, Gaviiformes, Gruiformes, Musophagiformes, Passeriformes, Pelicaniformes, Phoenicopteriformes, Piciformes, Podicipediformes, Procellariiformes, Psittaciformes, Rheiformes, Sphenisciformes, Strigiformes, Struthioniformes, Tinaformes, Troganiformes</i>	Marsupiala	Familia: <i>Didelphidae, Microbiotheriidae, Caenoestidae, Dasyuridae, Mymecobiidae, Thylacinidae, Notoryctidea, Peramelidae, Thylacomyidae, Phalangeridae, Burramyidae, Petauridae, Macropodidae, Phascolarctidae, Vombatidae, Tarsipedidae</i>
Canidae	Género: <i>Alopex, Canis, Cerdocyon, Cuon, Chrysocyon, Lycaon, Nyctereutes, Speothos, Urocyon, Vulpes</i>	Monotremata	Género: <i>Ornithorhynchus, Tachyglossus, Zaglossus</i>
Carnívoros pequeños	Familia: <i>Mustelidae, Procyonidae, Viverridae</i>	Peces	Clase: <i>Agnatha, Chondrichthyes, Osteichthye</i>

Chiroptera	Suborden: <i>Megachiroptera</i> <i>Microchiroptera</i>	Primates	<i>Callitrichidae</i> , <i>Cébidos</i> , <i>Cercopitecus</i> , <i>Hylobátidos</i> , <i>Póngido</i>
Felidae	Género: <i>Acinonyx</i> , <i>Felis</i> , <i>Lynxs</i> , <i>Panthera</i>	Probóscide	Género: <i>Elephas</i> , <i>Loxodonta</i>
Hyaenidae	Género: <i>Crocota</i> , <i>Hyaena</i> , <i>Proteles</i>	Reptilia	Orden: <i>Crocodilia</i> , <i>quamata</i> <i>Chelonia</i> , <i>Rhynchocephalia</i>
Invertebrados	Phylum: <i>Arthtopoda</i> , <i>Mollusca</i>	Ungulados	Orden: <i>Artiodactyla</i> , <i>Perissodactyla</i>
Mamíferos Marinos	Orden: <i>Cetacea</i> , <i>pinnipedia</i> , <i>Sirenea</i>	Ursidae	<i>Helarctos</i> , <i>Melursus</i> , <i>Selenarctos</i> , <i>Thalarctos</i> , <i>Tremarctos</i> , <i>Ursus</i>

A continuación se presenta información extra que puede ser de utilidad para el lector.

CUADRO 17.- Distribución anual de los grupos animales estudiados con relación al número de artículos capturados

AÑO	GRUPO ANIMAL																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1982	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--
1984	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--
1985	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--
1987	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	2	--	--	--	--
1988	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	1	--
1989	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	--	--	--
1990	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	4	--	--	--	--
1991	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	--	--	--	1
1992	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	2
1993	--	1	--	--	--	2	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--
1994	--	--	--	--	--	--	--	--	0.5	--	--	--	--	1	0.5	--	--	--
1995	--	--	--	--	--	2	--	--	--	--	--	--	--	2	--	--	1	--
1996	--	--	--	--	--	1	--	--	1	--	--	--	--	1	--	1	--	--
1997	--	2	1	--	--	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1
1998	--	--	--	--	0.5	2	--	--	--	--	0.5	--	--	10	1	--	1	1
1999	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	--	--	--	1
2000	--	2	--	1	1	1	--	--	--	--	--	--	--	6	1	--	1	--
2001	--	--	--	1	--	1	--	1	1	--	--	--	--	3	1	--	1	--
2002	--	--	--	1	--	2	--	--	1	--	--	--	--	2	--	--	--	1
2003	1	--	--	3	--	1	--	--	1	--	--	--	--	3	--	1	1	--
2004	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	4	1	--	--	--
2005	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	--	--	--	--
total	1	5	2	8	1.5	21	--	1	5.5		0.5	--	--	49	5.5	2	8	7

Para este análisis únicamente se tomaron en cuenta 117 artículos

1= Amphibia, 2= Aves, 3= Canidae, 4= Carnívoros pequeños, 5= Chiroptera, 6= Felidae, 7= Hyaenidae, 8= Invertebrados, 9= Mamíferos marinos, 10= Mamíferos pequeños, 11= Marsupiala, 12= Monotremata, 13= Peces, 14= Primates, 15= Proboscide, 16= Reptilia, 17= Ungulados, 18= Ursidae

CUADRO 18.- Número de artículos publicados que abordan los diferentes tipos de EA y su relación con la revista de publicación

REVISTA	F	A	O	Se	So	HA	M2	M3	Mx	S/D
AB	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--
AW	--	6	--	2	2	--	--	2	1	--
AABS	1	3	--	2	--	4	1	2	--	--
IZYB	--	2	1	1	1	0	1	3	7	--
JAAWS	--	--	1	--	--	4	1	--	--	--
ZB	5	9	1	3	7	8	9	5	4	--
ZG	1	2	1	--	--	1	5	--	--	--
O	--	--	--	1	--	2	4	1	--	1

AB= Animal Behavior, AW= Animal Welfare, AABS= Applied Animal Behavior Science, IZYB= International Zoo Year Book, JAAWS= Journal of Applied Animal Welfare Science, ZB= Zoo Biology, ZG= Zoologische Garten, O= otras revistas de arbitraje internacional

F= Físico, A= Alimenticio, O= Ocupacional, Se= Sensorial, So= Social, HA= Interacción humano animal, M2= Dos técnicas, M3= Tres técnicas, Mx= Más de tres técnicas

Anteriormente se mencionó cuales eran las preferencias de cada revista en cuanto al tipo de enriquecimiento ambiental, sin embargo, el cuadro anterior nos puede dar información un poco más detallada sobre cómo ha sido la distribución de las publicaciones a razón del tipo de enriquecimiento y la revista de publicación. Es muy probable que el tipo de estrategia aplicada en los estudios afecte la decisión para su publicación, es decir, que la elección de la revista por parte de los investigadores, o bien de los comités editoriales para publicar o no determinado artículo, se deba entre otras cosas, a las características de las líneas editoriales de cada revista.

CUADRO 19.- Número de artículos publicados con relación al grupo o especie animal y la revista de publicación

REVISTA	GRUPO ANIMAL																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
AB	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
AW	--	1	1	--	1.5	3	--	--	1	--	0.5	--	--	3	1	--	1	--
AABS	--	--	--	--	--	4	--	--	1	--	--	--	--	9	1	1	1	1
IZYB	--	2	--	2	--	5	--	--	--	--	--	--	--	7	--	--	--	--
JAAWS	1	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	--	--	--	--
ZB	--	2	1	4	--	6	--	--	1.5	--	--	--	--	18	2.5	1	6	3
ZG	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	7	--	--	--	3
O	--	--	--	1	--	2	--	--	2	--	--	--	--	2	1	--	--	1

AB= Animal Behavior, AW= Animal Welfare, AABS= Applied Animal Behavior Science, IZYB= International Zoo Year Book, JAAWS= Journal of Applied Animal Welfare Science, ZB= Zoo Biology, ZG= Zoologische Garten, O= otras revistas de arbitraje internacional

REFERENCIAS

1. Martínez RF. El zoológico de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco: Ayuntamiento de Guadalajara, 1988
2. Isabel A, Rivera JA, Rangel A, Galindo MF. La evaluación del bienestar animal en zoológicos. Memorias del 19 congreso de AZCARM; 2002 noviembre 5-8; Valsequillo (Puebla) México: Asociación de Zoológicos, Criaderos y Acuarios de México, 2002
3. Lindburg D. Zoos and the rights of animals. *Zoo Biol* 1999; 18: 433-448
4. Secretaria de desarrollo urbano y ecología. Normas y técnicas en relación a construcción y equipamiento de zoológicos. México (DF): SEDUE, 1984; Tomo 1
5. Carlstead K, Shepherdson D. Alleviating stress in zoo animals with environmental enrichment. In: Moberg GP, Mench JA, editors. *The biology of animal stress: Basic principles and implications for animal welfare*. USA: CABI Publishing, 2000: 337-354
6. Palazuelos LP. Memorias del II Simposio sobre Fauna Silvestre, Gral. MV Manuel Cabrera Valtierra; 1984 octubre 24-26; DF (México). 1984: 224-230
7. Parás GA. Perspectivas del desempeño reproductivo de especies silvestres en cautiverio. Memorias del Simposio sobre Tecnología Reproductiva Aplicada a la Conservación de las Especies en Peligro de Extinción; 1997 marzo 31- abril 2; DF (México). 1997: 337-343
8. Markowitz H. The conservation of species-typical behaviors. *Zoo Biol* 1997; 16: 1-2
9. Heymer A. *Diccionario etológico*. Barcelona, España: Ediciones Omega SA, 1982
10. Mason GJ. Stereotypies: A critical review. *Anim Behav* 1991; 41: 1015-1037

11. Bashaw AJ, Tatou LR, Maki TS, Maple TL. A survey assessment of variables related to stereotypy in captive giraffe and okapi. *Appl Anim Behav Scie* 2001; 73: 235-247
12. Hinde RA. *Animal behaviour*. New York: McGraw-Hil, 1970. In: Arnone M, Dantzer R. Does frustration induce aggression in pigs? *Appl Anim Ethol* 1980; 6: 351-362
13. Mendoza A. ¿Qué es enriquecimiento ambiental? Memorias del IV congreso AMACZOOA; 2002 julio 15-19; Tuxtla Gutiérrez (Chiapas). México; Asociación Mesoamericana del Caribe de Zoológicos y Acuarios, 2002
14. Fowler ME, editor. *Zoo and wild animal medicine. Current therapy*. 2^a ed. Denver Colorado: Saunders Company, 1986
15. Ganong FW. *Fisiología médica*. 15^a ed. México: Manual Moderno, 1996
16. Ruckebush Y, Phaneuf LP, Dunlop R. *Fisiología de pequeñas y grandes especies*. México: Manual Moderno, 1991
17. Hoopes K, Thwarts R. *Principles of veterinary science*. Maryland: William's and Wilkins, 1997
18. Dobson H, Smith RF. What is stress, and how does it affect reproduction? *Anim Reprod Sci* 2000; 60: 743-752
19. Mc Donnell SM. Reproductive behavior of stallions and mares: comparison of free – running and domestic in –hand breeding. *Anim Reprod Sci* 2000; 60: 211-219
20. Laurenson MK. Early maternal behavior of wild cheetahs: Implications for captive husbandry. *Zoo Biol* 1993; 12: 31-43
21. Hutchins M, Mann SG, Mead DC, Elbin S, Steenberg J. Social behavior of Matschie's tree kangaroos (*Dendrolagus matschiei*) and it implications for captive management. *Zoo Biol* 1991; 10: 147-164

22. Galindo MF. Enriquecimiento ambiental en zoológicos. Memorias del XIV Simposio sobre Fauna Silvestre, Gral MV Manuel Cabrera Valtierra; 1996 octubre, DF. (México). 1996: 236- 242
23. Moberg GP, editor. Animal stress. USA: American Physiological Society, 1985
24. Broom DK. The scientific assessment of animal welfare. *Appl Anim Behav Sci* 1988; 20: 5-19
25. Broom DK, Johnson KG. Stress and animal welfare. London: Chapman and Hall, 1993
26. Newberry, R. Environmental enrichment: Increasing the biological relevance of captive environments. *Appl Anim Behav Sci* 1995; 44: 229-243
27. Shepherdson D. Introduction: tracing the path of environmental enrichment in zoos. In: Shepherdson D, Mellen JD, Hutchins M, editors. Second nature: Environmental enrichment for captive animals. USA: Smithsonian Institution Press, 1998: 1-14
28. Newberry R. Environmental enrichment: Bringing nature to captivity. Memories of 28th ISAE congress; 1994 August 3-6; research center forum, Denmark: International Society for Applied Ethology, 1994
29. Mellen J, Sevenich M. Philosophy of environmental enrichment: past, present and future. *Zoo Biol* 2001; 20: 211-226
30. Fraser AF, Broom DM. Farm animal behaviour and welfare, 3^a ed. London: Bailliere Tindall, 1990
31. Consten D, Bogerd J, Komen J, Lambert JGD, Goos HJT. Long-term cortisol treatment inhibits pubertal development in male common carp, *Cyprinus carpio l.* *Biol Reprod* 2001; 64: 1063-1071
32. Goodenough J. Learning. In: Goodenough J, McGuire B, Wallace RA. Perspectives on Animal Behavior, 2nd USA: John Wiley & Sons, Inc, 2001: 81-100

33. Hinde RA, Stevenson-Hinde J. Constraints on learning. London: Academic Press, 1973.
In: Fraser AF, Broom DM. Farm animal behaviour and welfare, 3^a ed. London: Bailliere Tindall, 1990
34. Newberry R, Estevez I. A dynamic approach to the study of environmental enrichment and animal welfare. *Appl Anim Behav Sci* 1997; 54: 53-57
35. Maier R. Comparative animal behaviour: an evolutionary and ecological approach. Chicago: Allyn and Bacon, 1998
36. Galindo MF. Introducción a la etología aplicada. En: Galindo MF, Orihuela TA, editores. *Etología aplicada*. México DF: Universidad Autónoma de México, 2004: 17-28
37. Darwin C. The descent of man and selection in relation to sex. London: Murray, 1971.
In: Maier R. Comparative animal behaviour: an evolutionary and ecological approach. Chicago: Allyn and Bacon, 1998
38. Selye H. The evolution of the stress concept. *Am Scient* 1973; 61: 692-699. In: Broom DK, Johnson KG. *Stress and animal welfare*. London: Chapman and Hall, 1993
39. Guyton AC, Hall JE. *Fisiología Médica*. 9^a ed. México: Interamericana McGraw-Hill, 1997
40. Moberg GP. Biological response to stress: implication for animal welfare. In: Moberg GP, Mench JA, editors. *The biology of animal stress: Basic principles and implications for animal welfare*. USA: CABI Publishing, 2000: 1-21
41. Gregory NG, Grandin T. *Animal Welfare and meat science*. London: CABI Publishing, 1998
42. Wechsler B. Coping and coping strategies: a behavioral view. *Appl Anim Behav Sci* 1995; 43: 123-133

43. Fox MW, editor. Abnormal behavior in animals. Philadelphia: Saunders company, 1968
44. Chamove AS. Environmental enrichment. *Anim Tech* 1989; 40: 155-178
45. Arnone M, Dantzer R. Does frustration induce aggression in pigs? *Appl Anim Ethol* 1980; 6: 351-362
46. Towards J. Animal welfare: a cool eye. Oxford: Webster Blackwell Science, 1994.
47. Fox MW, Mickley LD, editors. Advances in animal welfare science 1984-1985. Washington DC: The humane society of the United States, 1984
48. Cassaigne GI. Efecto del enriquecimiento ambiental sobre la incidencia de interacciones agresivas en un grupo de tigres (*Panthera tigris*) en confinamiento (Tesis de licenciatura) DF (México) México: Universidad Autónoma de México FMVZ, 1999
49. Ödberg PO. Abnormal behaviour: (Stereotypes). Proceedings of the 1st World Congress in Ethology Applied to Zootechnics; 1978 Madrid (España). España: Industrias Gráficas España, 1978: 475-480
50. Wechsler B. Stereotypes and attentiveness to novel stimuli: a test in polar bears. *Appl Anim Behav Sci* 1992; 33: 381-388
51. Cooper JJ, Nicol CJ. Stereotypic behaviour affects environmental preference in bank voles, *Clethrionomys glareolus*. *Anim Behav* 1991; 41: 971-977
52. Wechsler B. Stereotypes in polar bears. *Zoo Biol* 1991; 10: 177-188
53. Schwaibold U, Pillay N. Stereotypic behaviour is genetically transmitted in the African striped mouse *Rhabdomys pumilio*. *Appl Anim Behav Sci* 2002; 74: 273-280
54. Wiepkema PR, Van Hellemond KK, Roessingh P, Romberg H. Behaviour and abomasal damage in individual veal calves. *Appl Anim Behav Sci* 1987; 18: 257-268. In: Wechsler B. Coping and coping strategies: a behavioral view. *Appl Anim Behav Sci* 1995; 43: 123-133

55. Hosey GR. Zoo animals and their human audiences: What is the visitor effect? *Anim Welf* 2000; 9: 343-357
56. Carlstead K, Fraser J, Bennett C, Kleiman DG. Black rhinoceros (*Diceros bicornis*) in US zoos: II. Behavior, breeding success, and mortality in relation to housing facilities. *Zoo Biol* 1999; 18: 35-52
57. Birke L. Effects of browse, human visitors and noise on the behaviour of captive orangutans. *Anim Welf* 2002; 11: 189-202
58. Tarou LR, Bashaw MJ, Maple TL. Empty nest: A case study of maternal response to separation from a juvenile offspring in a captive sumatran orangutan (*Pongo pygmaeus abelii*). *J Appl Anim Welf Sci* 2000; 3: 203-213
59. Tarou LR, Bashaw M, Maple TL. Social attachment in giraffe: Response to social separation. *Zoo Biol* 2000; 19: 41-51
60. Elsasser TH, Klasing KC, Filipov N, Thompson F. The metabolic consequences of stress: targets for stress and priorities of nutrient use. In: Moberg GP, Mench JA, editors. *The biology of animal stress: Basic principles and implications for animal welfare*. USA: CABI Publishing, 2000: 77-110
61. Mc Glone JJ, Salak JL, Lumpkin EA, Nicholson RI, Gibson M, Norman RL. Shipping stress and social status effects on pig performance, plasma, cortisone, natural killer cell activity, and leukocyte numbers. *J Anim Sci* 1993; 71: 888-896
62. Tollersrud S, Baustad, Flatlandsmo. Effects of physical stress on serum enzymes and other blood constituents in sheep. *Acta Vet Scand* 1971; 12: 220-229
63. Consten D, Keuning ED, Bogerd J, Zandbergen MA, Lambert JGD, Komen J, *et al.* Sex steroids and their involvement in the cortisol-induced inhibition of pubertal development in male common carp, *Cyprinus carpio l.* *Biol Reprod* 2002; 67: 465-472

64. Casu S, Cappai P, Naitana S. Effects of high temperatures on reproduction in small ruminants. *Animal husbandry in warm climates*. 1991: 103-111
65. Carlstead K, Shepherdson D. Effects of environmental enrichment on reproduction. *Zoo Biol* 1994; 13: 447-458
66. Moore IT, Greene MJ, Mason RT. Environmental and seasonal adaptations of the adrenocortical and gonadal responses to capture stress in two populations of the male garter snake, *Thamnophis sirtalis*. *J Exp Zool* 2001; 289: 99-108
67. Pickering AD, Pottinger TG, Carragher JSP. The effects of acute and chronic stress on the levels of reproductive hormones in the plasma of mature male brown trout, *Salmo trutta*. *Gen Comp Endocrinol*, 1987; 68: 249-259
68. Kattesh HG, Kornegay ET, Knight JW, Gwazdauskas FG, Thomas HR, Notter DR. Glucocorticoid concentrations, corticosteroid binding protein characteristics and reproduction performance of sows and gilts subjected to applied stress during mid-gestation. *J Anim Sci* 1980; 50: 897-905
69. Gross WB, Siegel HS. Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. *Avian Dis* 1983; 27: 972-979
70. Dhabhar FS, Miller AH, McEwen BS, Spencer RL. Effects of stress on immune cell distribution: Dynamics and hormonal mechanisms. *J Immunol* 1995; 154: 5511-5527
71. Broom DM. Indicators of poor welfare. *Br Vet J* 1986; 142: 524-426
72. Pifarré i OM. Registros conductuales como instrumento para diagnóstico y evaluación de un programa de enriquecimiento. *Memorias del 19 congreso de AZCARM*; 2002 noviembre 5-8; Valsequillo (Puebla) México: Asociación de Zoológicos, Criaderos y Acuarios de México, 2002
73. Broom DM. Welfare evaluation. *Appl Anim Behav Sci* 1997; 54: 21-23

74. Brousset HJDM, Borderas TF, Galindo MF, González-Rebeles C, Páramo RR, Schunemann AA, *et al.* Evaluación del bienestar de los animales en el Zoológico de San Juan de Aragón, UNAM, 2000. En: Isabel A, Rivera JA, Rangel A, Galindo MF. La evaluación del bienestar animal en zoológicos. Memorias del 19 congreso de AZCARM; 2002 noviembre 5-8; Valsequillo (Puebla) México: Asociación de Zoológicos, Criaderos y Acuarios de México, 2002
75. Brousset HJDM. Efecto del enriquecimiento ambiental sobre el bienestar de tres especies de felinos mexicanos en peligro de extinción (ocelote, margay y jaguarundi) mantenidos en cautiverio (Tesis de doctorado). DF (México) México: Universidad Autónoma de México FMVZ, 2003
76. Slater PJB, editor. Introducción a la etología, México: Grijalbo (CNCA), 1991
77. Novak MA, Suomi SJ. Psychological well-being of primates in captivity. *Am Psychol* 1988; 43: 765-773
78. Morimura N. Psychological well-being of captive animals. *Jpn J Anim Psychol* 2000; 50: 183-191
79. Hediger H. Wild animals in captivity. New York: Dover, 1964. In: Mench JA, Kreger MD. Ethical and welfare issues associated with keeping wild mammals in captivity. In: Kleiman D, Allen M, Thompson K, Lumpkin S, editors. Wild mammals in captivity. Chicago: University of Chicago Press, 1996: 5-15
80. Markowitz H. Behavioral enrichment in the zoo. New York: Van Nostrand Reinhold, 1982. In: Mench JA, Kreger MD. Ethical and welfare issues associated with keeping wild mammals in captivity. In: Kleiman D, Allen M, Thompson K, Lumpkin S, editors. Wild mammals in captivity. Chicago: University of Chicago Press, 1996: 5-15

81. Bernal SJF, Garza-Ramos MR, Gerdes BD, Morales PMJ. "Enriquecimiento animal 2000": El programa de enriquecimiento animal en la dirección general de zoológicos de la Ciudad de México. Memorias del X Simposio sobre Fauna Silvestre, Gral. MV Manuel Cabrera Valtierra; 2000 octubre; D.F. (México). 2000: 185-188
82. King CE. Environmental enrichment: it's for the birds? *Zoo Biol* 1993; 12: 509-512
83. Shepherdson D, Carlstead K, Mellen JD, Seidensticker J. The influence of food presentation on the behavior of small cats in confined environments. *Zoo Biol* 1993; 12: 203-216
84. Brousset H-JD, Galindo MF. Enriquecimiento ambiental en fauna silvestre. En: Galindo MF, Orihuela TA, editores. *Etología aplicada*. México DF: Universidad Autónoma de México, 2004: 279-309
85. American Zoo and Aquarium Association. Accreditation standardized guidelines. AZA communique; 1994, December, 2-9; AZA, 1994. In: Mench JA, Kreger MD. Ethical and welfare issues associated with keeping wild mammals in captivity. In: Kleiman D, Allen M, Thompson K, Lumpkin S, editors. *Wild mammals in captivity*. Chicago: University of Chicago Press. 1996: 5-15
86. Wemelsfelder F, Haskell M, Mendl MT, Calvert S, Lawrence. Diversity of behaviour during novel object test is reduce in pigs housed ion substrate-impooverished conditions. *Anim Behav* 2000; 60: 385-394
87. Kitchen AM, Martin AA. The effects of cage size and complexity on the behaviour of captive common marmosets, *Callithrix jacchus jacchus*. *Lab Anim* 1996; 30 (4): 317-326
88. Odgen JJ, Finlay TW, Maple TL. Gorilla adaptations to naturalistic environments. *Zoo Biol* 1990; 9: 107-121

89. Van Loo PLP, Kruitwagen CLJJ, Koolhaas JM, Van de Weerd HA, Van Zutphen LFM, Baumans V. Influence of cage enrichment on aggressive behaviour and physiological parameters in male mice. *Appl Anim Behav Sci* 2002; 76: 65-81
90. Mellen J, Shepherdson D. Environmental enrichment for felids: and integrated approach. *Int Zoo Yb* 1997; 35: 1991-197
91. Renner MJ, Lussier JP. Environmental enrichment for the captive spectacled bear (*Tremarctos ornatus*). *Pharmacol Biochem & Behav* 2002; 73: 279-283
92. Miller –Schroeder P, Paterson JD. Environmental influences on reproductive and maternal behavior in captive gorillas: results of a survey. In: Segal EF, editor. *Housing, care and psychological well-being of captive and laboratory primates*. Park Ridge, New Jersey: Noyes Publications, 1989: 389-415. In: Carlstead K, Shepherdson D. Effects of environmental enrichment on reproduction. *Zoo Biol* 1994; 13: 447-458
93. Mellen JD. Factors influencing reproductive success in small captive exotic felids (*Felis spp*): a multiple regression analysis. *Zoo Biol* 1991; 10: 95-110
94. Chang T, Forthman DL, Maple T. Comparison of confined mandrill (*Mandrillus sphinx*) behavior in traditional and “ecologically representative Exhibits”. *Zoo Biol* 1999; 18: 163-176
95. Pirst G. Manejo animal y enriquecimiento. Sociedad zoológica de San Diego; comunicación personal
96. Gilkison J, White BC, Taylor S. Feeding enrichment and behavioural changes in Canadian lynx (*Lynx canadensis*) at Louisville zoo. *Int Zoo Yb* 1997; 35: 213-116
97. Bond J, Lindburg D. Carcass feeding of captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*): the effects of naturalistic feeding program on oral health and psychological well- being. *Appl Anim Behav Sci* 1990; 26: 273-282

98. Young R. The importance of food presentation for animal welfare and conservation. Proceedings of the nutrition society. 1997; 56: 1095-1104
99. Backer W, Cambell R, Gilbert J. Enriching the pride: scents that make sense. Shape Enrichment. 1997; 6(1): 1-3
100. Morimura N, Ueno Y. Behavior patterns of 9 mammals in the zoo: the comparison among species, and different environments. Jpn J Anim Psychol 1998; 48: 33-45
101. O'Connor KI .Mealworm dispensers as environmental enrichment for captive Rodrigues fruit bats (*Pteropus rodricensis*). Anim Welf 2000; 9: 123-137
102. Bloomsmith MA, Lambeth SP. Effects of predictable versus unpredictable feeding schedule on chimpanzee behavior. Appl Anim Behav Sci 1995; 44: 65-74
103. Henderson JV, Waram NK. Reducing equine stereotypes using an equiball. Anim Welf 2001; 10: 73-80
104. Ross Stephen R. The effect of a simple feeding enrichment strategy on the behaviour of two Asian small-clawed otters (*Aonyx cinerea*). Aquat Mamm 2002; 28: 113-120
105. Guold E, Bres M. Regurgitation and reingestion in captive gorilla: description and intervention. Zoo Biol 1986; 5: 241-250. In: Young R. The importance of food presentation for animal welfare and conservation. Proceedings of the nutrition society. 1997; 56: 1095-1104
106. Kells A, Dawkins MS, Cortina BM. The effect of a “freedom food” on the behaviour of broilers on commercial farms. Anim Welf, 2001; 10: 347-356
107. Markowitz H, LaForse S. Artificial prey as behavioral enrichment devices for felines. Appl Anim Behav Sci 1987;18: 31-43

108. Stoinski TS, Daniel E, Maple TL. A preliminary study of the behavioral effects of feeding enrichment on African elephants. *Zoo Biol* 2000; 19: 485-493
109. Law G, Graham D, McGowan P. Environmental enrichment for zoo and domestic cats. *Anim Tech* 2001; 52: 155-163
110. Leyhausen P. Cat behaviour. New York: Garland STPM Press, 1979. In: Law G, Graham D, McGowan P. Environmental enrichment for zoo and domestic cats. *Anim Tech* 2001; 52: 155-163
111. Britt A. Encouraging natural feeding behavior in captive –bred black and white ruffed lemurs (*Varecia variegata variegata*). *Zoo Biol* 1998; 17: 379-392
112. Law G, Macdonald A, Ried A. Dispelling some common misconceptions about the keeping felids in captivity. *Int Zoo Yb* 1997; 35: 197-207
113. Rice TR, Harvey H, Kayheart R, Torres C. Effective strategy for evaluating tactile enrichment devices for singly caged macaques. *Contemp Top Lab Anim Sci* 1999; 38: 24-26
114. Burghardt GM, Ward B, Rosscoe R. Problem of reptile play: Environmental enrichment and play behaviour in a captive Nile soft-shelled turtle, *Trionyx triunguis*. *Zoo Biol* 1996; 15: 223-238
115. Renner MJ, Feiner AJ, Orr MG, Delaney BA. Environmental enrichment for new world primates: introducing food-irrelevant objects and direct and secondary effects. *J Appl Anim Welf Sci* 2000; 3: 23-32
116. Celli ML, Tomonaga M, Udono T, Teramoto M, Negano K. Tool use task as environmental enrichment for captive chimpanzees. *Appl Anim Behav Sci* 2003; 81: 172-182

117. Bartos C. Enrichment ideas for African crested porcupines. *Shape Enrichment* 1998; 7(2): 1-2
118. Neistadt N. Otter choices of enrichment. *Shape Enrichment* 1995; 4(4): 1-2
119. Chag M. Give your bats grenades. *Shape Enrichment* 1996; 5(4): 1-2
120. Steele T. Providing an outlet for head-butting behavior in bison. *Shape Enrichment* 2000; 9(2): 1-2
121. Heuer A, Rothe H. Environmental enrichment for four subadult orangutans (*Pongo pygmaeus abelii*) in the Zoological Garden of Hanover. *Zool Gart* 1998; 68: 119-133
122. Field DA, Thomas R. Environmental enrichment for psittacines at Edinburgh zoo. *Int Zoo Yb* 2000; 37: 232-237
123. Begley N. Keeping pace in the rat race: the benefits of enrichment. *Shape Enrichment* 2002; 11(4): 1-3
124. Line SW, Morgan KN, Markowitz H. Simple toys do not alter the behavior of aged rhesus monkeys? *Zoo Biol* 1991; 10: 473-384
125. Novak MA, Musante A, Munroe H, O'Neill OL, Price, Suomi SJ. Old, socially housed rhesus monkeys manipulate objects. *Zoo Biol* 1993; 12: 285-298
126. Swaisgood RR, White AM, Zhot XP, Zhang GQ, Wei RP, Hare HJ, *et al.* A quantitative assessment of the efficacy of an environmental enrichment programme for giant panda. *Anim Behav* 2001; 61: 447-457
127. Sodaro C, Weber B. Hand-rearing and early reintroduction of Sumatran orangutan at Brookfield zoo. *Int Zoo Yb*, 2000; 37: 372-380
128. Bayne KAL, Hurts JK, Dexter SL. Evaluation of the preference to and behavioral effects of an enriched environment on a male rhesus monkeys. *Lab Anim Sci* 1992; 42:

- 38-45. In: Newberry, R. Environmental enrichment: Increasing the biological relevance of captive environments. *Appl Anim Behav Sci* 1995; 44: 229-243
129. Melo L. Auditory enrichment for asian elephants. *Shape Enrichment* 1999; 8(2): 1-4
130. Rumbaugh DM, Washborn D, Savage RES. On the care of chimpanzees: methods of enrichment. In: Segal EF, editor. *Housing, care and psychological wellbeing of captive and laboratory primates*. Park Ridge New Jersey: Noyes Publications, 1989: 357-375. In: Newberry R. Environmental enrichment: Bringing nature to captivity. Memories of 28th ISAE congress; 1994 August 3-6; research center forum, Denmark: International Society for Applied Ethology, 1994
131. Powell KE. Environmental enrichment programme for Ocelots at North Carolina Zoological Park, Asheboro. *Int Zoo Yb* 1997; 35: 217-224
132. Brent LL, Eichberg JW evaluation of two environmental enrichment devices for singly caged chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Am J Primatol* 1989; 1 Suppl 1: 65.70
133. Platt DM, Novak MA. Videostimulation as enrichment for captive rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Appl Anim Behav Sci* 1997; 57: 139-155
134. Bloomsmith MA, Lambeth SP. Videotapes as enrichment for captive chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Zoo Biol* 2000; 19: 541-551
135. Douglas RJ, Martin KAC, Nelson JC. The neurobiology of primate vision. *Bailliere's Clin Neurol* 1993; 2: 191-225. In: Platt DM, Novak MA. Videostimulation as enrichment for captive rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Appl Anim Behav Sci* 1997; 57: 139-155
136. Wooster DS. Enrichment techniques for small felids at Woodlan Park Zoo, Seattle. *Int Zoo Yb* 1997; 35: 208-212

137. Ewer RF. The Carnivores. New York: Cornell University Press, 1973. In: Schuett LB, Fraser BA, Making scents using the olfactory senses for lion enrichment. Shape Enrichment 2001; 10(3): 1-3
138. Schuett LB, Fraser BA, Making scents using the olfactory senses for lion enrichment. Shape Enrichment 2001; 10(3): 1-3
139. Ervin J. A bear essentials. Shape Enrichment 1994; 3(4): 1-2
140. Hadley K. Scent preferences of southern white rhinos. Shape Enrichment 2000; 9(4): 1-3
141. Blount JD, Taylor NJ. The relative effectiveness of manipulable feeders and olfactory enrichment for Kinkajous *Potos flavus*: A preliminary study of Newquay Zoo. Int Zoo Yb 2000; 37: 381-394
142. Wells DL, Egli JM. The influence of olfactory enrichment on the behaviour of captive black-footed cats, *Felis nigripes*. Appl Anim Behav Sci 2004; 85: 107-119
143. Griefahn B, Di Nisi J. Mood and cardiovascular functions during noise, related to sensitivity, type of noise and sound pressure level. J Sound Vib 1992; 155: 113-123. In: Cloutier S, Weary D, Fraser D. Can ambient sound reduce distress in piglets during weaning and restraint? J Appl Anim Welf Sci. 2000; 3: 107-116
144. Ray RL, Brady JV, Emurian HH. Cardiovascular effects of noise during complex task performance. Int J Psychol Physiol 1984; 1: 335-340. In: Cloutier S, Weary D, Fraser D. Can ambient sound reduce distress in piglets during weaning and restraint? J Appl Anim Welf Sci 2000; 3: 107-116
145. Brent L, Weaver. The physiological and behavioral effects of radio music on singly housed baboons. J Med Primatol 1996; 25: 370-374

146. Gvoryahu G, Cunnigham DL, Van Tienhoven A. Filial imprinting, Environmental Enrichment, and music application effects on behavior and performance of meat strain chicks. *Poult Sci* 1989; 68: 211-217
147. Cloutier S, Weary D, Fraser D. Can ambient sound reduce distress in piglets during weaning and restraint? *J Appl Anim Welf Sci* 2000; 3: 107-116
148. Houpt K, Marrow M, Seeliger M. A preliminary study of the effect of music on equine behavior. *J Equi Vet Sci* 2000; 20: 691-693
149. Odgen JJ, Lindburg DG, Maple TL. A preliminary study of the effects of ecologically relevant sounds on the behaviour of captive lowland gorillas. *Appl Anim Behav Sci* 1994; 39: 163-176
150. Shepherdson D, Bemment N, Carman M, Reynolds S. Auditory enrichment for Lar gibbons *Hylobates lar*. *Int Zoo Yb* 1989; 28: 256-260
151. Schapiro SJ, Porter LM, Suarez SA, Bloomsmith MA. The behaviour of singly caged, yearling rhesus monkeys is affected by the environment outside of the cage. *Appl Anim Behav Sci* 1995; 45: 152-163
152. O'Neill. A room with a view for captive primates: issues, goals, related and strategies. In: Segal EF, editor, *Housing care and psychological well-being of captive and laboratory primates*. Park Ride, New Jersey: Noyes Publications, 1989: 135-160. In: Newberry R. *Environmental enrichment: Increasing the biological relevance of captive environments*. *Appl Anim Behav Sci* 1995; 44: 229-243
153. Chamove AS, Hosey GR, Chaetzel P. Visitors excite primates in zoos. *Zoo Biol* 1988; 7: 359-369. In: Newberry R. *Environmental enrichment: Increasing the biological relevance of captive environments*. *Appl Anim Behav Sci* 1995; 44: 229-243

154. Grisham J, Lyon F, Pearson P, MacFarlane C. Great EscApe: The great ape facility at Oklahoma City Zoological Park. *Int Zoo Yb* 2000; 37: 366-374
155. Meehan CL, Garner JP, Mench JA. Isosexual pair housing improves the welfare of young Amazon parrots. *Appl Anim Behav Sci* 2003; 81: 73- 88
156. Seidensticker J, James GD. Integrating animal behavior and exhibit design. In: Kleiman D, Allen M, Thompson K, Lumpkin S, editors. *Wild mammals in captivity*. Chicago: University of Chicago Press, 1996: 180-190
157. Reinhardt V. Pair-housing rather than single-housing for laboratory rhesus macaques. *J Med Primatol* 1994; 23: 426-431
158. Ahola L, Harris M, Kasanen S, Mononen J, Pyykönen T. Effects of group housing in an enlarged cage system on growth, bite wounds and adrenal cortex function in farmed blue foxes (*Alopex lagopus*). *Anim Welf* 2000; 9: 403-412
159. Kessel A, Brent L. The rehabilitation of captive baboons. *J Med Primatol* 2001; 30: 71-80
160. Xanten WA. Marmoset behaviour in mixed-species exhibits at the National Zoological Park, Washington. *Int Zoo Yb* 1990; 29: 143-148
161. Crotty MJ. Mixed species at the Los Angeles Zoo. *Int Zoo Yb* 1981: 203-206
162. Pochon V. Mixed-species exhibit for Eastern black and white colobus and Patas monkeys (*Colobus guereza* and *Erythrocebus pata*). *Int Zoo Yb* 1998; 36: 67-73
163. Estrada AT, Silva CJ, Mosso PM. Ambientación de albergues en los zoológicos del estado de Guerrero. *Memorias del X Simposio sobre Fauna Silvestre*, Gral. MV Manuel Cabrera Valtierra; 1992 octubre; DF (México). 1992: 167-170
164. Lukas KE, Hoff MP, Maple TL. Gorilla behavior in response to systematic alternation between zoo enclosures. *Appl Anim Behav Sci* 2003; 81: 367-386

165. Mitchell G, Herring F, Obradovich S, Tromborg C, Dowd B, Neville LE, *et al.* Effects of visitors and cage changes on the behaviors of mangabeys. *Zoo Biol* 1991; 10: 417-423
166. Hediger H. Man and animal in the zoo. London: Routledge & Kegan Paul, 1970. In: Hosey GR. Zoo animals and their human audiences: What is the visitor effect?. *Anim. Welf* 2000; 9: 343-357
167. Morris D. The response of animals to a restricted environment. Symposia of the zoological society of London. 1964; 13: 99-118. In: Hosey GR. Zoo animals and their human audiences: What is the visitor effect?. *Anim Welf* 2000; 9: 343-357
168. Snyder RL. Behavioral stress in captive animals. In: National Academy of Sciences. Research in zoo and aquariums. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1975: 41-76. In: Hosey GR. Zoo animals and their human audiences: What is the visitor effect?. *Anim Welf* 2000; 9: 343-357
169. Perret K, Preuschoft H, Preuschoft S. The impact of zoo visitors on the behavior of chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Zool Gart* 1995; 65: 314-332
170. Fa JE. Influence of people on the behavior of display primates. In: Segal EF, editor. Housing, care and psychological well being of captive and laboratory primates. Park Ride, New Jersey: Noyes publications, 1989: 270-290. In: Hosey GR. Zoo animals and their human audiences: What is the visitor effect?. *Anim Welfare* 2000; 9: 343-357
171. Cook S, Hosey GR. Interaction sequences between chimpanzees and human visitors at the zoo. *Zoo Biol* 1995; 14: 431-440
172. Phillips M, Grandin T, Graffam W, Irlbeck A, Cambre RC. Crate conditioning of bongo (*Tragelaphus eurycerus*) for veterinary and husbandry procedures at the Denver Zoological Gardens. *Zoo Biol* 1998; 17: 25-32

173. Laule G, Desmon T. Enriching elephant and others through protected contact training. Memories of the 4th International Conference on Environmental Enrichment; 1999 29 August-3 September; Edinburgh (Scotland): Edinburgh Zoo, 1999: 27
174. Brown CS, Loskutoff NM. A training program for noninvasive semen collection in captive western lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). *Zoo Biol* 1998; 17: 143-151
175. Wolf R, Tymitz B. Studying visitor perceptions of zoo environments: a naturalistic view. *Int Zoo Yb* 1981: 49-53
176. Naka F, Shiga T, Yaguchi M, Okado N. An enriched environment increases noradrenaline concentration in the mouse brain. *Brain Res* 2002; 924: 124-126
177. Kempermann G, Kuhn G, Gage. More hippocampal neurons in adult mice living in an enriched environmental. *Nature* 1997; 386: 493-495
178. Brent L. Feeding enrichment and body weight in captive chimpanzees. *Am J Primatol* 1995; 24 Suppl 1: 12-16
179. Boinski S, Swing SP, Gross TS, Davis JK. Environmental enrichment of brown capuchins (*Cebus apella*): Behavioral and plasma and fecal cortisol measures of effectiveness. *Am J Primatol* 1999; 48 Suppl 1: 49-68
180. Young D, Lawlor A, Leone P, Dragunow M, During MJ. Environmental enrichment inhibits spontaneous apoptosis, prevents seizures and is neuroprotective. *Nature Med* 1999; 5(4): 448-453
181. Haemisch A, Gartner K Effects of cage enrichment on territorial aggression and stress physiology in male laboratory mice. *Acta Physiol Scan* 1997; 61 Suppl 640: 73-76

182. Schmid J, Heistermann M, Ganslober U, Hodges K. Introduction of foreign female Asian elephants (*Elephas maximus*) into an existing group: behavioural reactions and changes in cortisol levels. *Anim Welf* 2001; 10: 357-372
183. Meehan CL, Mench JA. Environmental enrichment affects the fear and exploratory responses to novelty of young Amazon parrots. *Appl Anim Behav Sci* 2002; 79: 75-88
184. Wood-Gush DGM, Vestergaard K. The seeking of novelty and its relation to play. *Anim Behav* 1991; 42: 599-606. In Newberry R. Environmental enrichment: Bringing nature to captivity. Memories of 28th ISAE, 1994 August: 3-6; research center forum, Denmark: International Society for Applied Ethology, 1994
185. Blount JD. Redevelopment of a disused enclosure for housing Sulawesi crested macaques *Macaca nigra* at Newquay Zoo. *Int Zoo Yb* 1998; 36: 56-63
186. Dickie L. Environmental enrichment for Old World primates with reference to the primate collection at Edinburgh Zoo. *Int Zoo Yb* 1998; 36: 131-139
187. Hemphill J, McGrew WC. Environmental enrichment thwarted: Food accessibility and activity levels in captive western lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). *Zool Gart* 1998; 68: 381-394
188. Langenhorst T. Behavior of a brown bear group (*Ursus arctos*) with behavioral enrichment at the Hellbrunn/Salzburg zoo. *Zool Gart* 1998; 68: 167-186
189. Law G, Tatner P. Behaviour of a captive pair of clouded leopards (*Neofelis nebulosa*): introduction without injury. *Anim Welf* 1998; 7: 57-76
190. McPhee ME, Foster JS, Sevenich M, Saunders CD. Public perceptions of behavioral enrichment: assumptions gone away. *Zoo Biol* 1998; 17: 525-534
191. Murray AJ, Waran NK, Young RJ. Environmental enrichment for Australian mammals. *Anim Welf* 1998; 7: 415-425

192. Perret K, Buechner S, Adler HJ. Environmental enrichment programs for chimpanzees (*Pan troglodytes*) in zoos. *Zool Gart* 1998; 68: 95-111
193. Rapaport LG. Optimal foraging theory predicts effects of environmental enrichment in a group of adult golden lion tamarins. *Zoo Biol* 1998; 17: 231-244
194. Ruiz-Miranda CR, Wells SA, Golden R, Seidensticker J. Vocalizations and other behavioral responses of male cheetahs (*Acinonyx jubatus*) during experimental separation and reunion trials. *Zoo Biol* 1998; 17: 1-16
195. Wiedenmayer C. Food hiding and enrichment in captive Asian elephants. *Appl Anim Behav Sci* 1998; 56: 77-82
196. Wood W. Interactions among environmental enrichment, viewing crowds, and zoo chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Zoo Biol* 1998; 17: 211-230
197. Powell, DM. Preliminary evaluation of environmental enrichment techniques for African lions (*Panthera leo*). *Anim Welf* 1995; 4: 361-370
198. Williams BG, Waran NK, Carruthers J, Young RJ. The effect of a moving bait on the behaviour of captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*). *Anim Welf* 1996; 5: 271-281
199. Coulton LE, Waran NK, Young RJ. Effects of foraging enrichment on the behaviour of parrots. *Anim Welf* 1997; 6: 357-363
200. Ings R, Waran NK, Young RJ. Effect of wood-pile feeders on the behaviour of captive bush dogs (*Speothos venaticus*). *Anim Welf* 1997; 6: 145-152
201. Grindrod JAE, Cleaver JA. Environmental enrichment reduces the performance of stereotypic circling behaviour in captive common seals (*Phoca vitulina*). *Anim Welf* 2001; 10: 53-63

202. Buchanan-Smith HM, Anderson DA, Ryan CW. Responses of cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus*) to fecal scents of predators and non-predators. *Anim Welf* 1993; 2: 17-32
203. Baxter E, Plowman AB .The effect of increasing dietary fiber on feeding, rumination and oral stereotypes in captive giraffes (*Giraffa camelopardalis*). *Anim Welf* 2001; 10: 281-290
204. Blaney EC, Wells DL. The influence of a camouflage net barrier on the behaviour, welfare and public perceptions of zoo-housed gorillas. *Anim Welf* 2004; 13(4)
205. Hosey GR, Druck PL. The influence of zoo visitors on the behavior of captive primates. *Appl Anim Behav Sci* 1987; 18: 19-29
206. MitchellG, Tromborg CT, Kaufman J, Bargabus S, Simoni R, Geissler V. More on the “influence” of zoo visitors on the behaviour of captive primates. *Appl Anim Behav Scie* 1992; 35: 189-198
207. Kyngdon DJ, Minot EO, Stafford KJ. Behavioural responses of captive common dolphins *Delphinus delphis* to a “Swim-with-Dolphin” program. *Appl Anim Behav Sci* 2003; 81: 163-170
208. Melfi V. The appliance of science to zoo-housed primates. *Appl Anim Behav Sci* 2005; 90: 97–106
209. Maple T, Finlay TW. Post- occupancy evaluation in the zoo. *Appl Anim Behav Sci* 1987; 18: 5-18
210. Jones M, Pillay N. Foraging in captive hamadryas baboons: implications for enrichment *Appl Anim Behav Sci* 2004; 88: 101-110

211. Davis N, Schaffner CM, Smith TE. Evidence that zoo visitors influence HPA activity in spider monkeys (*Ateles geoffroyii rufiventris*) Appl Anim Behav Sci 2005; 90: 131-141
212. Shepherdson D, Brownback T, James A. A mealworm dispenser for the Slender-tailed meerkat *Suricata suricatta*. Int Zoo Yb 1989; 28: 268-271
213. Grandin T. Habituating antelope and bison to cooperate with veterinary procedures. J App Anim Welf Sci 2000; 3: 253-261
214. Anderson RC. Enrichment for giant Pacific octopuses: Happy as a Clam?. J Appl Anim Welf Sci 2001; 4: 157-168
215. Hurme K, Gonzalez K, Halvorsen M, Foster B, Moore D, Chepko-Sade BD. Environmental enrichment for dendrobatid frogs. J Appl Anim Welf Sci 2003; 6: 285-299
216. Savastano G, Hanson A, McCann C. Training nonhuman primates using positive reinforcement techniques. J Appl Anim Welf Sci 2003; 6: 247-261
217. Weiss E, Wilson S. The use of classical and operant conditioning in training Aldabra Tortoises (*Geochelone gigantea*) for venipuncture and other husbandry issues. J Appl Anim Welf Sci 2003; 6: 33-38
218. Colahan H, Breder C. Primate Training at Disney's Animal Kingdom. J Appl Anim Welf Sci 2005; 6: 235-246
219. Foster-Turley P, Markowitz. A captive behavioral enrichment study with Asian small-clawed river otters (*Aonyx cinerra*). Zoo Biol 1982; 1: 29-43
220. Tripp JK. Increasing activity in captive orangutans: provision of manipulable and edible materials. Zoo Biol 1985; 4: 225-234

221. Calle PP, Bornmann JC. Giraffe restraint, Habituation and desensitization at the Cheyenne Mountain zoo. *Zoo Biol* 1988; 7: 243-252
222. Carlstead K, Seidensticker J, Balwin R. Environmental enrichment for zoo bears. *Zoo Biol* 1991; 10: 3-16
223. Zucker E, Deithman M, Watts E. behavioral evaluation of exhibit modifications designed to accommodate en aged Diana monkey. *Zoo Biol* 1991; 10: 69-74
224. Forthman DL, Elder SD, Bakeman R, Kurkowscki TW, Noble CC, Winslow SW. Effects of feeding enrichment on behavior of three species of captive bears. *Zoo Biol* 1992; 11: 87-195
225. Carlstead K, Brown J, Seidensticker J. Behavioral and adrenocortical responses to environmental changes in leopard cats (*Felis bengalensis*). *Zoo Biol* 1993; 12: 321-331
226. Savage A, Rice JM, Brangan JM, Martini DP, Pugh JA, Miller D. Performance of African elephants (*Loxodonta africana*) and California sea lions (*Zalophus californianus*) on a two-choice object discrimination task. *Zoo Biol* 1994; 13: 69-77
227. Grandin T, Rooney MB, Phillips M, Cambre R, Irlbeck NA, Graffam W. Conditioning of Nyala (*Tragelaphus angasi*) to blood sampling in a crate with positive reinforcement. *Zoo Biol* 1995; 14: 261-273
228. Markowitz H, Anday C, Gavazzi A. Effectiveness of acoustic “prey”: environmental enrichment for captive African leopard (*Panthera pardus*). *Zoo Biol* 1995; 14: 371-379
229. Hoff MP, Hoff KT, Horton LC, Maple TL. Behavioral effects of changing group membership among captive lowland gorillas. *Zoo Biol* 1996; 15: 383-393
230. Bestelmeyer SV. Behavioral changes associated with introductions of male manned wolves (*Chrysocyon brachyurus*) to females with pups. *Zoo Biol* 1999; 18: 189-197

231. Hebert PL, Bard K. Orangutan use of vertical space in an innovative habitat. *Zoo Biol* 2000; 19: 239-351
232. Burks KD, Bloomsmith MA, Forthman D, Maple T. Managing the socialization of an adult male gorilla (*Gorilla gorilla gorilla*) with a history of social deprivation. *Zoo Biol*, 2001; 20: 347-358
233. Hunter, SA; Bay MS, Martin ML, Hatfield JS. Behavioral effects of environmental enrichment on harbor seals (*Phoca vitulina concolor*) and gray seals (*Halichoerus grypus*). *Zoo Biol* 2002; 21: 375-387
234. McPhee ME. Intact carcasses as enrichment for large felids: Effects on - and off-exhibit behaviors. *Zoo Biol* 2002; 21: 37-47
235. Bashaw MJ, Bloomsmith MA, Marr MJ, Maple TL. To hunt or not to hunt? A feeding enrichment experiment with captive large felids. *Zoo Biol* 2003; 22: 189-198
236. Bloomsmith MA, Jones ML, Snyder RJ, Singer RA, Gardner WA, Liu SC, *et al.* Positive reinforcement training to elicit voluntary movement of two Giant Pandas throughout their enclosure. *Zoo Biol* 2003; 22: 323-334
237. Hare VJ, Ripsky D, Battershill R, Bacon K, Hawk K, Swaisgood RR. Giant Panda Enrichment: Meeting Everyone's Needs. *Zoo Biol* 2003; 22: 401-416
238. Margulis SW, Hoyos C, Anderson M. Effect of felid activity on zoo visitor interest. *Zoo Biol* 2003; 22: 587-599
239. Rybiski TL, Bashaw MJ, Maple TL. Failure of a chemical spray to significantly reduce stereotypic licking in a captive giraffe. *Zoo Biol* 2003; 22: 601-607
240. Wilson M, Kelling A, Poline L, Bloomsmith M, Maple T. Post-occupancy evaluation of Zoo Atlanta's Giant Panda Conservation Center: staff and visitor reactions. *Zoo Biol* 2003; 22: 365-382

241. Burks KD, Mellen JD, Miller GW, Lehnhardt J, Weiss A, Figueredo AJ, *et al.* Comparison of two introduction methods for African elephants (*Loxodonta africana*). Zoo Biol, 2004; 23: 109-126
242. Wojciechowski S. Introducing a fourth primate species to an established mixed-species exhibit of African monkeys. Zoo Biol 2004; 23: 95-108
243. Nash VJ. Tool use by captive chimpanzees at an artificial termite mound. Zoo Biol 1982; 1: 211-222
244. Stanley ME, Aspey WP. An athometric analysis in a zoological garden: modification of ungulate behaviour by the visual presence of a predator. Zoo Biol 1984; 3: 89-109
245. Meder A. Integration of hand-reared gorillas into breeding groups. Zoo Biol 1990; 9: 157-164
246. Ganslosser U, Brunner C. Influence of food distribution on behavior in captive bongos, *Taurotragus euryceros*: An experimental investigation. Zoo Biol 1997; 16: 237-245
247. Ings R, Waran NK, Young RJ. Attitude of zoo visitors to the idea of feeding live prey to zoo animals. Zoo Biol 1997; 16: 343-347
248. Van Hoek CS, King CE. Causation and influence of environmental enrichment on feather picking of the crimson-bellied conure (*Pyrrhura perlata perlata*). Zoo Biol 1997; 16:161-172
249. Fischbacher M, Schmid H. Feeding enrichment stereotypic behaviour in spectacled bears. Zoo Biol 1999; 18: 363-371

250. Vick SJ, Anderson JR, Young R. Maracas for Macaca? Evaluation of three potential enrichment objects in two species of zoo-housed macaques. *Zoo Biol* 2000; 19: 181-191
251. Jenny S, Schmid H. Effect of feeding boxes on the behavior of stereotyping Amur tigers (*Panthera tigris altaica*) in the Zurich Zoo, Zurich, Switzerland. *Zoo Biol* 2002; 21: 573-584
252. Little KA, Sommer V. Change of enclosure in langur monkeys: implications for the evaluation of environmental enrichment. *Zoo Biol* 2002; 21: 549-559
253. Swaisgood RR, Ellis S, Forthman DL, Shepherdson D. Commentary: Improving well-being for captive giant pandas: theoretical and practical issues. *Zoo Biol* 2003; 22: 347-354
254. Otto KA, Mager WB. Further developments in the breeding population of lowland gorillas at Apenheul. *Zoo Biol* 1990; 9: 165-170
255. Hutchins M, Hancocks D, Crockett C. Naturalistic solutions to the behavioral problems of captive animals. *Zool Gart* 1984; 54 :28-42
256. Mentz I, Perret KA. Environmental enrichment in gorillas (*Gorilla gorilla*): Observations on feeding behavior and manipulation of food. *Zool Gart* 1999; 69: 49-63
257. Neuwald A, Heckner-Bisping U. A new way of keeping lowland gorillas, *Gorilla gorilla gorilla* (Savage & Wyman, 1847) in Loro Park, Tenerife. *Zool Gart* 2000; 70: 376-402
258. Leyendecker M, Magiera U. Living space enrichment for adult orangutans, *Pongo pygmaeus*, in the zoo. *Zool Gart* 2001; 71: 173-193
259. Langenhorst T. Effects of a behavioral enrichment program on the stereotypic behavior of brown bears (*Ursus arctos*). *Zool Gart* 1997; 67: 341-354

260. Kastelein RA, Wiepkema PR. The significance of training for the behaviour of stellar sea lions (*Eumotopias jubata*) in human care. *Aquat mamm* 1988; 14: 39-41
261. Langbauer WJr, Payne K, Charif R, Thomas E. Responses of captive elephants to playbacks of low-frequency calls. *Canadian J Zoology*, 1989; 67: 2604-2607
262. Coll C. Food preferences communicated via symbol discrimination by a California sea lion (*Zalophus californianus*). *Aquat Mamm* 1996; 22: 3-10
263. Healy E. The effect of four alternative enclosures and predatory enrichment on the behavior and welfare of three species of the genus *Panthera* at Dublin Zoo. *Advances Ethol* 2000; 35: 37
264. Narushima E. Environmental enrichment for geriatric animals in zoos. *J Vet Med* 2001; 54: 935-941
265. Smith T, McAllister JM, Gordon SJ, Whittaker M. Quantitative data on training New World Primates to urinate. *Am J Primatol* 2004; 64: 83-93
266. Williams LE, Abee CR. Aggression with mixed age-sex groups of Bolivian squirrel monkeys following single animal introductions and new group formations. *Zoo Biol* 1988; 7: 139-145
267. Wolper C .A hammock in the rein forest for chimpanzees. *Shape Enrichment* 1995; 4(3): 1-2
268. Parker R. Hogs play at LA *Shape Enrichment* 1996; 5(1): 1-2
269. Deroo M. Portable digging beds. *Shape Enrichment*, 1998 7(1): 1-2
270. Caine NG, O'Boyle JJ. Caged design and forms of play in red-billed tamarins, *Sagunus labiatus*. *Zoo Biol* 1992; 11: 215-220
271. Kment C. Fun for apes: art is not essential. *Shape Enrichment*, 1994; 3(2): 1-2
272. Poulsen E, Miller L. Got a tiger by the tug. *Shape Enrichment* 1996; 5(3): 1-2

273. Testa D. Paws to play: enrichment ideas for lynxes. *Shape Enrichment* 1997; 6(2): 1-2
274. Rehling MJ: Octopus prey puzzles. *Shape Enrichment* 2000; 9(3): 1-5
275. Mettke-Hofmann C. Reactions of nomadic and resident parrot species (*Psittacidae*) to environmental enrichment at the Max-Planck Institute. *Int. Zoo Yb* 2000; 37: 244-256.
276. Wood JB, Wood DA. Enrichment for an advanced invertebrate. *Shape Enrichment* 1999; 8(3): 1-5
277. Baker KC. Benefits of positive human interaction for socially housed chimpanzees. *Anim Welf* 2004; 13: 239-245
278. Animal Welfare Act and Regulations [homepage on the internet] United States Department of Agriculture: Animal Information Center [Update: 21 agosto, 2003; cited: 2 mayo, 2007]. Available from: (<http://www.nal.usda.gov/awic/legislat/usdaleg1.htm>)
279. British Code of Practice for the Care of Animals Used in Scientific Procedures [homepage on the internet] United Kingdom: Code of practice for the housing and care of animals [Update: 8 diciembre, 2006; cited: 2 mayo, 2007]. Home office, Science, Research, and Statistics; [about 2 screens]. Available form: (<http://www.homeoffice.gov.uk/docs/hcasp1.html>)
280. Seidensticker J, Ferthman DL. Evolution, ecology, and enrichment basic considerations for wild animals in zoos. In: Shepherdson D, Mellen J, Hutchins M, editors. *Second nature: Environmental enrichment for captive animals*. USA: Smithsonian Institution Press, 1998: 15-29
281. Shepherdson D. A wild time at the zoo: Practical enrichment for zoo animals. *Proceedings of the annual conference of the American Association of Zoological Parks*

- and Aquariums; 1991: 413-420. In: King CE. Environmental enrichment: it's for the birds? Zoo Biol. 1993; 12: 509-512
282. Gride T. 200 examples of environmental enrichment for zoo animals. Amsterdam, National Foundation for research in zoological gardens; 1992. In: King CE. Environmental enrichment: it's for the birds? Zoo Biol 1993; 12: 509-512
283. Finlay T, Maple T. A survey of research in American zoos and aquariums. Zoo Biol 1986; 5: 261–268. In: Melfi V. The appliance of science to zoo-housed primates. Appl Anim Behav Sci 2005; 90: 97–106
284. Hardy DF, The consortium of aquariums, universities and zoos. Int Zoo News 1992; 39/8 (No 241): 17–20. In: Melfi V. The appliance of science to zoo-housed primates. App Anim Behav Sci 2005; 90: 97–106
285. Hayes MP, Jennings MR, Mellen JD. Beyond Mammals: environmental Enrichment for amphibians and reptiles In: Shepherdson D, Mellen JD, Hutchins M, editors. Second nature: Environmental enrichment for captive animals. USA: Smithsonian Institution Press, 1998: 205-235
286. Melfi V, Hosey G. Editorial. Appl Anim Behav Sci 2005, 90: 93-95
287. Crockett C. Psychological well-being of captive nonhuman primates: lessons from laboratory studies. In: Shepherdson D, Mellen JD, Hutchins M, editors. Second nature: Environmental enrichment for captive animals. USA: Smithsonian Institution Press, 1998: 129-152
288. Mittermeier RA, KonstantWR, RylandsAB, Ganzhorn J, Oates JF, Butynski TM, *et al.* Primates in Peril: the World's top 25 most endangered primates. Washington, DC: Conservation International and the Primate Specialist Group of IUCN. The World

- Conservation Union; 2002. In: Melfi V. The appliance of science to zoo-housed primates. *Appl Anim Behav Sci* 2005; 90: 97–106
289. Lindburg D, Berkson J, Nighthelner L. The contribution of zoos to primate conservation. In: Else JG, Lee PC, editors. *Primate ecology & conservation*. Cambridge: Cambridge University Press, 1986: 295– 300
290. Kreger DM, Hutchis M, Fascione. Context, ethics and environmental enrichment in zoos and aquariums. In: Shepherdson D, Mellen JD, Hutchins M, editors. *Second nature: Environmental enrichment for captive animals*. USA: Smithsonian Institution Press, 1998: 59-82
291. Poole TB. The nature of evolution of behavioural needs in mammals. *Anim Welfare* 1992; 1: 203-220. In: Mench JA. *Environmental enrichment and the importance of exploratory behavior*. In: Shepherdson D, Mellen JD, Hutchins M, editors. *Second nature: Environmental enrichment for captive animals*. USA: Smithsonian Institution Press, 1998: 30-46
292. Moran G. The application of the science of animal behaviour to the zoo and ethics of keeping animals in captivity. *Appl Anim Behav Sci* 1987; 18: 1-4
293. Wood-Gush DGM, Vestergaard K, Petersen HV. The significance of motivation and environment in the development of exploration in pigs. *Biol Behav* 1990; 15: 39-52
294. O'Connell NE Influence of environmental enrichment on aggressive behaviour and dominance relationships in growing pigs. *Anim Welf* 1999; 8: 269-279
295. Weerd HA. A systematic approach towards developing environmental enrichment for pigs. *Appl Anim Behav Sci* 2003; 84: 101-118

296. Edge HL, Bornetn HLI, Newton E, Edwards SA. Alternatives to nose-ringing in outdoor sows: 2. The provision of edible or inedible overground enrichment. *Anim Welf* 2004; 13: 233-237
297. Alasuutari S. Environmental enrichment in relation to behaviour in farm-bred blue foxes. *Norw J Agri Sci* 1992; Suppl 9: 569-573
298. Pedersen V. Only minor changes are required to improve the environmental conditions of farmed foxes. *Dansk Pelsdyravl*, 1994; 57 (5): 209-211
299. Bakken M. Methods of improving animal welfare for farmed foxes. *Norsk Pelsdyrblad* 1996; 70 (11): 4-15
300. Whiterow A, Gill E. Environmental enrichment for wild-born captive foxes. *Anim Tech* 1997; 48: 37-43
301. Mononen J, Kasanen S, Harri M, Sepponen J, Rekilâ T. The effects of elevated platforms and concealment screens on the welfare of blue foxes. *Anim Welf* 2001; 10: 373-385
302. Neistadt N, Alia C. Sea bird enrichment at the Oregon coast aquarium. *Shape Enrichment*, 1994; 3(3): 1-2
303. Mason A. Fowl play at Edinburgh zoo. *Shape Enrichment* 1995; 4(2): 1-3
304. Millam JR, Kenton B, Jochim L, Brownback T, Brice AT. Breeding orange-winged Amazon parrots in captivity. *Zoo Biol* 1995; 14: 275-284
305. Sandos AC. Bird enrichment tacking flight. *Shape Enrichment* 1999; 8(4): 1-3
306. Cowan K. Fire hose hammocks for bears. *Shape Enrichment* 1997; 6(3): 1-2
307. Tresz H, Ambrose L, Halsch H, Hearsh A. Providing enrichment at no cost. *Shape Enrichment* 1997; 6(4): 1-4

308. Malone N. Providing orangutans with opportunities for arboreal behavior. *Shape Enrichment* 1998; 7(2): 1-2
309. Mead J, Hunter S. Planning it out: improving enrichment quality and variety for marine mammals. *Shape Enrichment* 2001; 10(2): 1-2
310. Mellen JD, Hayes MP, Shepherdson D. Captive environmental for small felids. In: Shepherdson D, Mellen JD, Hutchins M, editors. *Second nature: Environmental enrichment for captive animals*. USA: Smithsonian Institution Press, 1998: 184-201
311. Bloomsmith MA, Laule G, Thurston RH, Alford PL. Using training to moderate chimpanzee aggression. *AAZPA Regional Conference Proceedings*; 1992; Wheeling, W.Va.: American Association of Zoological parks and aquariums, 1992: 719-722. In Mellen JD, Ellis S. *Animal learning and husbandry*. In: Kleiman D, Allen M, Thompson K, Lumpkin S, editors. *Wild mammals in captivity*. Chicago: University of Chicago Press. 1996: 88-99
312. Mellen JD, Ellis S. *Animal learning and husbandry*. In: Kleiman D, Allen M, Thompson K, Lumpkin S, editors. *Wild mammals in captivity*. Chicago: University of Chicago Press. 1996: 88-99
313. Stewart KL. Environmental enrichment program development: hurdling the common obstacles. *Anim Tech and Welf*, 2003; 2: 9-12
314. Mellen JD, Shepherdson D, Hutchins M. The future of environmental enrichment In: Shepherdson D, Mellen JD, Hutchins M. *Second nature: Environmental enrichment for captive animals*. USA: Smithsonian Institution Press, 1998: 239-336
315. Veasey JS, Waran NK, Young RJ. On comparing the behaviour of zoo housed animals with wild conspecifics as a welfare indicator. *Anim Welf* 1996; 5: 13-24
316. *El Pequeño Larousse Ilustrado*. Bogotá, Colombia: Larousse, 2003

317. Tarou LR, Kuhar CW, Adcock D, Bloomsmith MA, Maple TL. Computer-assisted enrichment for zoo-housed orangutans (*Pongo pygmaeus*) *Anim Welf* 2004;13: 445-453
318. O'Neill PL, Price CS. Customizing an enrichment program: rhesus monkeys. *Lab Anim* 1991; 20: 29-41
319. Hosey GR. How does the zoo environment affect the behaviour of captive primates?. *Appl Anim Behav Sci* 2005; 90: 107–129
320. Schapiro SJ, Bushong D. Effects of enrichment on veterinary treatment of laboratory rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Anim Welf* 1994; 3: 25-36
321. Maki S, Alford L, Bloomsmith MA, Franklin J. Food puzzle device simulating termite fishing for captive chimpanzees (*Pan troglodytes*) *Am J Primatol* 1989; 1 Suppl 1: 71-78
322. Bloomsmith MA, Alford PL, Maple TL. Successful feeding enrichment for captive chimpanzees. *Am J Primatol* 1988; 16: 155-164
323. Hahn NE, Lau D, Eckert K, Markowitz H. Environmental enrichment-related injury in a macaque (*Macaca fascicularis*): Intestinal linear foreign body. *Comp Med* 2000; 50: 556-558
324. Kreger M. Antes de reintroducir animales del zoológico. Memorias del IV congreso AMACZOOA; 2002 julio 15-19; Tuxtla Gutiérrez (Chiapas) México; Asociación Mesoamericana del Caribe de Zoológicos y Acuarios, 2002