



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

**Evaluación de programas de enriquecimiento ambiental  
en dos cercopitécidos africanos, mangabey de collar  
(*Cercocebus torquatus torquatus*) y dril  
(*Mandrillus leucophaeus poensis*)**

Marc Escobar Toledano



Aquesta tesi doctoral està subjecta a la llicència Reconeixement- NoComercial – SenseObraDerivada 3.0. Espanya de Creative Commons.

Esta tesis doctoral está sujeta a la licencia Reconocimiento - NoComercial – SinObraDerivada 3.0. España de Creative Commons.

This doctoral thesis is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0. Spain License.







UNIVERSITAT DE BARCELONA



Facultat de Biologia

Departamento de Biología Evolutiva, Ecología y Ciencias Ambientales

Programa de Doctorado en Biodiversidad (H0G01)

**Evaluación de programas de enriquecimiento ambiental  
en dos cercopitécidos africanos, mangabey de collar  
(*Cercocebus torquatus torquatus*) y dril (*Mandrillus  
leucophaeus poensis*)**

Memoria presentada por **Marc Escobar Toledano** para optar al grado de  
**Doctor** por la Universidad de Barcelona

Barcelona, 2016

Marc Escobar Toledano

Directoras:

Dra. Carme Maté García

Barcelona Cicle de l'Aigua SA

Dra. Dolors Vinyoles Cartanyà

Departament de Biologia Evolutiva,

Ecologia i Ciències Ambientals

Facultat de Biologia (UB)



“Por los animales que son explotados, subalimentados y tratados con crueldad; por todas las criaturas en cautividad que agitan nostálgicas su alas contra los barrotes; por todos los animales víctimas de la caza; perdidos o abandonados, que tienen miedo o hambre; por todos los condenados a morir... y por quienes tratan con ello, pedimos compasión, manos cálidas y palabras amables”

Albert Schweitzer



## AGRADECIMIENTOS

Hay mucha gente que se ha visto implicada en la realización de todo este trabajo porque “ha llevado su tiempo” y durante ese tiempo por mi vida se han cruzado muchas y valiosas personas para mí. ¡A todos ellos GRACIAS!

En primer lugar agradecer, como no, a mis estimadas directoras de tesis Carmen y Dolors todo lo que me han enseñado y por todo lo que gracias a ellas he madurado. Sin ninguna de ellas nada de este trabajo hubiera sido posible y sin sus ánimos, energía contagiosa y positivismo no hubiera podido llegar hasta aquí. Dolors, gracias por aceptar dirigir esta tesis y por las locuras de horarios que te he hecho cumplir, por responder cadenas interminables de mails y por ese gran último empujón que me has dado. Y gracias por llevarse a pescar, siempre es un placer. Carmen, son ya tantos años juntos que poco tengo que decirte que no sepas. Gracias a ti por apostar por mí, por apostar por un recién licenciado y por estar a mi lado. Estoy ahora en este punto de mi vida en parte gracias a ti. Eres grande, muy grande!

Todo este trabajo empezó cuando todavía siendo estudiante de biología me presenté en el zoo con ganas de aprender. Lo que empezó durando varios meses se convirtieron en unas prácticas de casi ocho años! Allí tuve la gran suerte de encontrarme con gente fantástica y maravillosa, grandes profesionales y aún más grandes personas. Anabel y Susana me recibieron en la “*unitat de recerca*” con los brazos abiertos, tuvieron paciencia, me enseñaron y me formaron como observador así que para ellas que sirva este recuerdo de agradecimiento. Esther y Carlota muchas gracias de verdad por todos los cafés frente a leones, driles y mangabeys (a pesar de N’Boa), y por cuadrar las largas horas de registro para poder comer un par de días juntos, ¡vivan los becarios! En el zoo también tuve la suerte de hacer grandes amigos que aunque las obligaciones impiden que nos veamos tan a menudo como nos gustaría, sé que siempre están allí. Muchas gracias Anna, Dani, Marta y Mari Ángeles. Gracias Xavi por abrir “la puerta azul” el día que más lo necesité. Kukamonga nos hemos reído tanto y hemos “marujeado” tanto que mis años zoológicos y UABeros no hubieran sido lo mismo sin ti. Y

mención especial para la gente de taquillas y del “punt” que siempre tienen una sonrisa en la cara y sus recibimientos levantan el ánimo cuando uno más lo necesita.

A mis estimados y queridísimos compañeros y amigos de la *Fundació CRAM* pero en especial a la tripulación del “*Vell Mari*” (David, Anna, Laia y Dalia). Trabajar con vosotros en un barco ha sido de las mejores cosas que he hecho en mi vida porque hacíais que el trabajo fuera divertido. David de verdad eres el mejor y ya sabes que no hay más “Capi” que tú. Laia, cuando repetimos maniobra de “defensis alagüis”? Anna eres la única que me llama *Markitus* pero como siempre te acuerdas de mi cuando estoy de colonias siempre lo vas a poder seguir haciendo. ¡Por fin podré leerme tu libro! Dalia cuando recuerdo los “diarios de a bordo” y el “me ilumino” y no puedo quitarme la sonrisa de la cara. Chicos fueron dos meses irrepetibles! Muchas gracias especialmente a Marina, a quien tuve el honor de tener como estudiante de prácticas y acabó por ser mi amiga y por encontrarme un trabajo con tortugas y delfines. Estoy deseando volverá trabajar contigo.

A Chelina y Teresa mis dos grandes compañeras de máster. Aprendí más de ellas vosotras de lo que os imagináis. De verdad muchas gracias por estar siempre a mi lado.

Los compañeros de educación ambiental de la *Fundació Pere Tarrés*. Hacéis que ir a trabajar cada mañana sea una aventura y hacéis además que el trabajo valga la pena. Especialmente agradecer a mis compañeros de “La Ruca” (sou els millors i us estimo molt). Que os puedo decir y que os puedo contar que no sepáis. Tras siete años juntos trabajando y conviviendo durante cinco días a la semana conocéis de mi mucho más que yo mismo. Joan, Montse, Carme y Tere, gracias por cuidarme tanto. Sònia, Anna, Santi, Bernat os echo de menos cada día. Eli (autora de los dibujos, ¡artistaza!), Alba y Edu, gracias por hacerme reír durante tanto tiempo buscando “*gamusinos*”, huyendo de “*Capablanca*” y formando “*agentes del CDS*”, ¿quién quiere un “trabajo de verdad” teniendo este? Pero especialmente gracias a Silvia, Malu y Shirin que han aguantado como campeonas mis días de bajón (que han sido unos cuantos),

mis largas conversaciones telefónicas y con quien siempre es un lujo y un placer poder comer y viajar. Próximo destino....

Marc a ti también muchas gracias, de verdad. Creo que con nadie más que contigo puedo estar haciendo un café durante toda la tarde y mantener largas conversaciones interesantes cosa que a partir de ahora podremos hacer más a menudo. Gracias por escucharme, tolerar mis manías y por permitirme hablar siempre con total libertad, t'estimo molt! Álex sin ti no hubiera podido volver a pisar África y conocer Kenya contigo fue un lujo. Estoy deseando repetir la experiencia, fue el subidón de energía que necesitaba para llegar hasta aquí. Te lo debo.

Y como no, lo mejor como siempre está en el final. A mi familia, a los tíos, primos y abuelos, y en especial a mis padres, que siempre me animaron, toleraron y fomentaron mi amor por los seres con escamas, plumas y pelo. Durante este largo trabajo han aguantado las malas caras, los días buenos, pero aún más difícil, los malos. Siempre han estado a mi lado dando ánimos, han llenado mi vida de animales, de libros y han aguantado montañas de papeles sobre la mesa durante largas temporadas. He crecido gracias a vosotros y nunca os lo podré agradecer como os merecéis. Y a Aina, Màxim, Biel y Jana porque la diversión es estar con vosotros.

Y a mí otra familia, esa que tienes la suerte de escoger porque te encuentras en algún momento y lugar de la vida y con la que ya nada te separa. Yo tuve la gran suerte de encontrarla en la UAB: Bego, Gem's, Ic, Juan, Julio, Laura, Lauri, Marc, Mónica y Víctor. Gracias por esas casas rurales, por tantas partidas de uno (y "efecto marcus") y por tantas comidas y conversaciones interesantes. Ellos han aguantado más que nadie mis largas ausencias físicas y telefónicas pero siempre están allí cuando se les necesita. ¡Me ha tocado la lotería con vosotros!

Y finalmente pero no por ello menos importante, a los mangabey y los driles ( ya muchos otros que no aparecen en esta tesis) que me han permitido asomarme a sus vidas con la idea de hacer que éstas sean un poco mejor cada día. Espero haberlo conseguido.







# ÍNDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN GENERAL</b> .....	<b>3</b>
1.1. Bienestar animal .....	6
1.1.1. Indicadores utilizados en bienestar animal .....	8
1.1.2. Evaluación del bienestar animal a partir del comportamiento .....	11
1.2. Enriquecimiento ambiental .....	12
1.2.1. Tipos de enriquecimiento .....	14
1.2.2. Métodos de evaluación del enriquecimiento .....	22
1.3. Primates en cautividad .....	25
1.3.1. Crianza manual y problemas derivados .....	26
1.3.2. Enriquecimiento ambiental en primates .....	28
<b>2.- OBJETIVOS DE LA TESIS</b> .....	<b>39</b>
<b>3.- ESTRUCTURA DE LA TESIS</b> .....	<b>41</b>
<b>4.- CAPÍTULO 1: Efecto de un enriquecimiento estructural sobre el mangabey de collar</b> .....	<b>43</b>
<b>SECCIÓN 1.1:</b> Evaluación del programa de enriquecimiento estructural en el comportamiento del mangabey de collar ( <i>Cercocebus torquatus torquatus</i> ) .....	<b>45</b>
<b>SECCIÓN 1.2:</b> Análisis del uso del espacio en un grupo de mangabey de collar ( <i>Cercocebus torquatus torquatus</i> ) tras la aplicación de un programa de enriquecimiento estructural .....	<b>75</b>

5.- <b>CAPÍTULO 2:</b> Efecto de un enriquecimiento estructural sobre una pareja de dril .....	<b>103</b>
<b>SECCIÓN 2.1:</b> Evaluación del programa de enriquecimiento estructural en el comportamiento de una pareja de dril ( <i>Mandrillus leucophaeus poensis</i> ) .....	<b>105</b>
<b>SECCIÓN 2.2:</b> Análisis del uso del espacio en una pareja de dril tras la aplicación de un programa de enriquecimiento estructural .....	<b>133</b>
6.- <b>CAPÍTULO 3:</b> Efecto que la resocialización (enriquecimiento social) tiene sobre dos crías de cercopitécidos africanos .....	<b>165</b>
<b>SECCIÓN 3.1:</b> Influencia del método de cría sobre el comportamiento en subadultos de dos especies de cercopitécidos criados de forma manual .....	<b>167</b>
7.- <b>DISCUSIÓN GENERAL</b> .....	<b>209</b>
8.- <b>CONCLUSIONES GENERALES</b> .....	<b>221</b>
9.- <b>BIBLIOGRAFÍA GENERAL</b> .....	<b>227</b>

# INTRODUCCIÓN GENERAL



Los principales objetivos de los zoos actuales son la investigación y la conservación de las especies, junto con la educación y el entretenimiento del público que los visita. El rol activo que han tomado los zoos frente a la conservación es uno de los mayores cambios que han experimentado este tipo de instituciones desde su nacimiento (**Conway, 1980; Durrell, 1976; Rosenweig, 2003; Wilson, 2002**) cuando, simplemente se pretendía exponer a los animales para el deleite del público (S. XIX, y años anteriores). En la actualidad se pretende que los zoos funcionen como centros de conservación (**Rabb, 1994**). Esta evolución se aprecia dentro de la estrategia interna que la *World Association of Zoos and Aquariums* (**WAZA, 2005**) recoge dentro de sus objetivos y funciones principales. A nivel europeo la “Directiva Europea de Zoos” (**Directiva 1999/22/CE, DOUE, 1999**), se encarga de garantizar que las funciones principales de los zoos sean las de la conservación de la biodiversidad y la protección de la fauna, mientras que a nivel estatal la aplicación de la **ley 31/2003 (capítulo 2, artículo 3)** obliga a los parques zoológicos a asegurar un alojamiento a los animales que les permita satisfacer sus necesidades biológicas así cómo a aplicar enriquecimiento ambiental en sus instalaciones con el objetivo de mejorar el bienestar de los animales, favoreciendo de esta manera la conservación de las especies (**Rodríguez-Guerra and Guillén-Salazar, 2010**).

Como consecuencia de algunas de las actividades antropogénicas llevadas a cabo durante años, tales como la caza, la destrucción y fragmentación del hábitat, y el cambio global, muchas especies de grandes mamíferos se encuentran actualmente amenazadas de extinción (p. e. las distintas especies de gorila, *Gorilla sp.*, y el elefante africano, *Loxodonta africana*) o bien ya se han extinguido en libertad (órix de cimitarra, *Oryx dammah*, y ciervo del padre David, *Elaphurus davidianus*). La contribución de la investigación en los zoos centrándose en garantizar el bienestar animal y los condicionantes de la reproducción de determinadas especies, ha permitido una tasas de reproducción que generen un *stock* de animales que pueden participar en los programas de conservación *in situ* (**Conde et al., 2001b; Hutchins et al., 2003**). Con el desarrollo de proyectos como la reintroducción del caballo de

przewalski (*Equus ferus*), o el refuerzo poblacional del titi león dorado (*Leontopithecus rosalia*), se puso de manifiesto la importancia de proporcionar a los animales cautivos las oportunidades necesarias para desarrollar todo su repertorio comportamental, tal y como lo harían si se encontraran en libertad, para así poder liberarlos con mayores garantías de supervivencia y de reproducción exitosa en el medio natural. Esta labor de conservación debe llevarse a cabo mediante los programas de cría en cautividad y el mantenimiento de unas condiciones óptimas que garanticen tanto la diversidad genética como la diversidad conductual de los animales (Conway, 1988, 1989, 1995, 1999; Hutchins and Conway, 1995).

Según datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2006), cerca del 25% de los mamíferos se encuentran en peligro de extinción. Un estudio reciente elaborado a partir de los datos procedentes de zoos y acuarios de todo el mundo ha demostrado que el 15% de las especies amenazadas se encuentran en cautividad (Conde et al., 2011a). El mismo estudio indica que el 25% de los mamíferos que se encuentran bajo algún grado de amenaza, tienen representación dentro de las colecciones zoológicas, siendo éstos ejemplares un banco de reproducción en cautividad que podría utilizarse para conservar a las especies cuyos hábitats están desapareciendo (Conde et al., 2011a).

### **1.1. Bienestar animal**

Generalmente, el ambiente natural de las especies que se alojan en los zoos no puede ser reproducido en cautividad, y por ello su comportamiento puede verse afectado (Hosey, 1997, 2005; Huntingford, 2004; Price, 1999). A pesar de los factores diferenciales entre libertad y cautividad, el objetivo es que los animales cautivos muestren patrones de actividad diarios (PAD) lo más similares posible a los de que presentan sus conespecíficos en el medio natural; ello constituye la premisa que mayoritariamente se asume como garantía de bienestar (Renner and Lussier, 2002; Spinka, 2006).

La preocupación por el bienestar animal es bastante reciente ya que actualmente, no sólo se proporciona alojamiento y comida diaria a los animales, sino que también se intenta satisfacer otras necesidades físicas y psicológicas. El concepto y preocupación por el bienestar de los animales proviene de la *Farm Animal Welfare Council* (FAWC), organización nacida en 1979 que estableció las bases para garantizar el bienestar de los animales de granja. De las directrices que se crearon entonces, deriva lo que comúnmente se denomina “el principio de las 5 libertades” y que constituye una aproximación práctica al estudio y valoración del bienestar. Estas cinco libertades son: (1) nutrición adecuada (acceso al agua y la comida cuando se necesite, sin llegar al sobrepeso y sin pasar hambre), (2) ausencia de enfermedades o lesiones (evitar lesiones y enfermedades siempre que se pueda) y, en caso de padecerlas, proporcionar un tratamiento adecuado lo más rápidamente posible, (3) confort térmico y físico (tener zonas de descanso cómodas y adecuadas así como tener facilidad de movimientos), (4) reducción del estrés (evitar el estrés, miedo y dolor derivados del manejo), y (5) tener la capacidad de mostrar la mayoría de conductas normales (instalaciones de tamaño suficiente, comportamiento social adecuado) (FAWC, 1993). Tras aplicarse a los animales domésticos, el concepto de las cinco libertades se extendió al resto de fauna, especialmente la alojada en laboratorios y zoos.

A pesar de no existir una definición consensuada de “bienestar animal”, ya que según algunos autores ésta depende del enfoque con que se realiza, **Broom (1986) y Webster (1994)** proponen definirlo como “el estado en que un animal puede hacer frente a su entorno evitando el sufrimiento y manteniendo un estado físico correcto”. Otros autores (**Gibbons et al., 1994**) lo definen de forma operacional como “la libertad para alcanzar el repertorio comportamental típico de la especie”, lo que permite poder hacer evaluaciones conductuales y establecer baremos desde el nivel más bajo donde el animal no puede adaptarse a su entorno, hasta el óptimo en el que el se adapta a él de forma adecuada (**Broom and Johnson, 2000**). Cuando los animales cautivos están en condiciones inadecuadas que les impiden expresar

completamente todo su repertorio comportamental aparecen los indicadores conductuales, como las conductas anormales o los prolongados períodos de inactividad, que sirven como alerta poniendo en cuestión el bienestar existente (**Hediger, 1950**).

#### **1.1.1. Indicadores utilizados en bienestar animal**

Los indicadores más utilizados para valorar el bienestar de los animales son la diversidad del repertorio conductual (**Maestripieri, 2000; Plowman et al., 2005**), el patrón de actividad diario (**Hosey et al., 2009**), el uso del espacio (**Bashaw et al., 2001; Shepherdson et al., 1993**) y las relaciones sociales y de proximidad entre ejemplares (**Ross et al., 2009**).

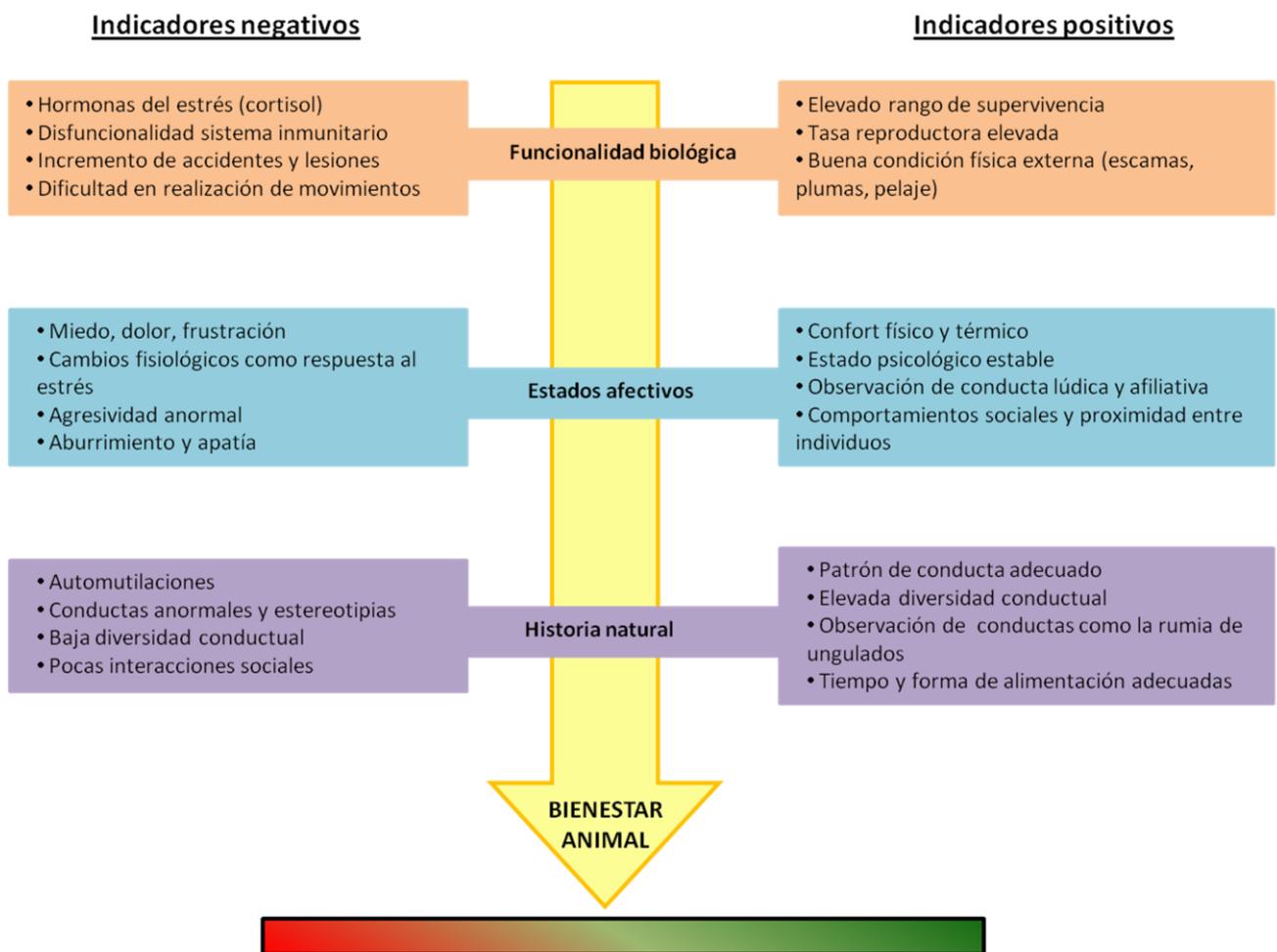
Actualmente también se utilizan indicadores fisiológicos como los niveles hormonales de cortisol obtenidos mediante análisis de sangre y orina, el estudio de la frecuencia respiratoria (**Pedernera-Romano et al., 2006; Seltzer and Ziegler, 2007**), y la longevidad y tasa de reproducción de las especies (**Clubb and Mason, 2007**). Según **Fraser and Weary (2005)**, todos estos indicadores se pueden agrupar en tres categorías: (1) funciones biológicas (hormonas y supervivencia), (2) estados afectivos (miedo y dolor), (3) e historia natural (patrón de conducta y estereotipias, **Figura 1**).

Uno de los indicadores positivos utilizados para determinar el bienestar de los animales consiste en comparar el patrón de actividad diario de una especie en libertad y en cautividad para detectar aquellas diferencias que puedan comprometerlo (**Mallapur and Chelman, 2002; Melfi and Feistner, 2002**). Un ejemplo de ello es la conducta alimentaria (que incluye el comportamiento de búsqueda y el consumo de alimento en sí mismo), ya que se ha demostrado que en cautividad el tiempo dedicado al consumo alimentario es un factor clave para detectar la aparición o persistencia de conductas anormales (**Bashaw et al., 2001; Mason and Rushen, 2009**).

Las conductas anormales son uno de los indicadores negativos relacionados con la historia natural de la especie más utilizados para conocer el grado de bienestar (**Novak et al., 1998**;

**Reinhardt, 1994**). Dentro de ellas se incluyen aquellos comportamientos que se observan en animales cautivos pero que nunca han sido observados en libertad o bien aquéllos que, de aparecer en libertad, se presentan en un contexto y una frecuencia muy diferentes a lo que se observa en cautividad (**Meyer-Holzapfel, 1968**).

**Figura 1:** Diagrama sobre los indicadores “negativos” y “positivos” que dan una medida sobre el bienestar de los animales (**Calstead, 1998; Carlstead and Shepherdson, 1994; Ducan 2006; Fraser and Weary, 2005**). Los indicadores a su vez están clasificados siguiendo el criterio de **Fraser and Weary (2005)** según se trate de indicadores sobre funcionalidad biológica, estado psicológico o de la historia natural de la especie.



El tipo más característico y más estudiado de conductas anormales son las estereotipias. Las estereotipias se caracterizan por presentarse frecuentemente, carecer de función aparente y aparecer, en algunos casos, como patrón fijo de conducta, por lo que se presentan de forma invariable en el tiempo (duración de la conducta) y en el espacio (lugar de la instalación donde se realiza) (**Mason, 1991**). Este tipo de comportamientos son muy diversos y se presentan en función de la especie, y de su contexto físico y social. En carnívoros las más frecuentes son las relacionadas con las conductas motoras (**Calstead, 1998; Clubb and Mason, 2003**), en ungulados las más habituales son las estereotipias orales (**Bashaw et al., 2001; Mason and Rushen, 2009**), mientras que en probóscidos son los movimientos aberrantes (**Rees, 2009; Wilson et al., 2004**). En primates, se presentan en gran diversidad de formas, describiéndose estereotipias motoras como el *pacing* que consiste en un desplazamiento repetitivo tanto en el tiempo como en el espacio de la instalación (**Novak and Sackett, 2006**), pero también otras como las conductas autodirigidas como la automutilación (**Dorey et al., 2009**), el exceso de acicalamiento (*overgrooming*), chuparse el dedo y el balanceo (**Bayne et al., 1992; Berkson, 1968**), la coprofagia (**Akers and Schildkraut, 1985; Gould and Bres, 1986**) o la regurgitación-reingesta (R/R) constante del alimento (**Lukas, 1999**). La presencia de conductas anormales indica una falta de bienestar, reduce la efectividad de las instalaciones debido a que éstas no son utilizadas en su totalidad, y afectan al mismo tiempo a la supervivencia de los individuos si éstos forman parte de un programa de reintroducción (**Mason, 1991; Mason and Latham, 2004**). Por ello, algunos autores defienden la tolerancia cero a este tipo de comportamientos (**Mason et al., 2007**). Las estereotipias se presentan como respuesta a un entorno estéril, sin estímulos y constituyen una de las maneras que tienen los animales de adaptarse a ese entorno (**Broom, 1998; Mason and Lathan, 2004; Rushen, 1993**) autoestimulándose (**Mason and Latham, 2004**). En situaciones muy graves estos comportamientos pueden persistir en el tiempo a pesar de haber realizado mejoras en las condiciones en las que se encuentra el animal, por lo que en algunos casos son indicadoras

de una falta de bienestar sufrida en el pasado (**Mason, 1991**). Algunas de las causas que provocan la aparición de estos comportamientos son la cantidad y frecuencia de visitantes (**Birke, 2002; Selliger and Ha, 2005**), el manejo de los animales (**Elzanowski and Sergiel, 2006**), la cantidad de veces al día que se les proporciona alimento (**Rees, 2009**), el tamaño de la instalación en la que se encuentran alojados (**Paulk et al., 1977**), la falta de estimulación en el pasado (**Mallapur and Choudhury, 2003; Tarou et al., 2005**) o un entorno de cría inadecuado (**Dorey et al., 2009; Honess and Marin, 2006**).

### **1.1.2. Evaluación del bienestar animal a partir del comportamiento**

La observación del comportamiento es una forma de investigación no invasiva para obtener una aproximación del nivel de bienestar. Debe realizarse de forma científica y por personal especializado ya que se necesitan conocimientos sobre la biología y el comportamiento de las especies para elaborar un etograma completo y realizar, de este modo, un buen diseño de las sesiones de registro a partir de las cuales se obtendrán los resultados.

La comparación de los datos obtenidos en condiciones de libertad con los observados en cautividad, nos ayuda a conocer el nivel de bienestar de los animales. Si los resultados obtenidos en cautividad se asemejan al comportamiento de la especie en libertad, entonces podemos aceptar que el bienestar está garantizado (**Pink and Richardson, 2009; Shivik et al., 2009**). Si por el contrario, se obtienen diferencias, ello puede ser un indicador de falta de bienestar (**Mason et al., 2001**), hecho que implicaría llevar a cabo una actuación para evitar que esta situación llegara a ser crónica.

Para garantizar y mejorar el bienestar de los animales, se utilizan técnicas de “enriquecimiento ambiental”, que consisten en la incorporación de diferentes estímulos en la vida de los animales.

## **1.2. Enriquecimiento ambiental**

El enriquecimiento ambiental es una técnica de estimulación empleada para mejorar el cuidado de los animales cautivos teniendo en cuenta su biología y su comportamiento natural en libertad (**Maple et al., 1995; Young, 2003**). Se trata, por lo tanto, de un proceso dinámico en el cual los cambios en las instalaciones y en las prácticas de manejo pretenden estimular la expresión del repertorio comportamental de los animales mediante la manifestación de los comportamientos y habilidades típicos de la especie, lo que como consecuencia promueve su bienestar (*Behavior and Husbandry Advisory Group of the American Zoo and Aquarium Association, BHAG/AZA, 1999*).

El enriquecimiento ambiental se ha convertido en una parte integral del funcionamiento y manejo diario de los animales en los zoos ya que se trata de una herramienta que garantiza su bienestar (**Mellen and Ellis, 1996**). Gracias a él se pueden incrementar las tasas de reproducción y reducir tanto el estrés como sus manifestaciones (**Mellen and MacPhee, 2001**). Además, incrementa el comportamiento típico de la especie (**Markowitz and Lafrose, 1987; Mellen and MacPhee, 2001; Renner and Lussier, 2002**) y ayuda a reducir las estereotipias (**Mason, 1991; Mellen and MacPhee, 2001; Shepherdson, 1998; Tudge, 1991**).

Los objetivos principales que persiguen los programas de enriquecimiento ambiental son: (1) proporcionar unas condiciones de bienestar físico y psicológico a los animales cautivos, (2) aumentar su reproducción en cautividad y asegurar los cuidados paterno-filiales, (3) identificar y reducir la frecuencia y duración de conductas anormales, (4) incrementar el repertorio de los comportamientos típicos de la especie, (5) incrementar el uso del espacio en las instalaciones, (6) favorecer la probabilidad de reintroducción exitosa en la naturaleza de ejemplares nacidos en cautividad, y (7) fomentar el interés y la educación de los visitantes en los zoológicos (**Carlstead and Shepherdson, 1994; Castro et al., 1998; Kreger et al., 1998**). Los programas de enriquecimiento actúan en tres niveles diferentes: (1) sobre el bienestar de los

animales (mayor diversidad en el patrón de comportamiento, reducción de los comportamientos anormales, uso completo del espacio disponible), (2) sobre el público (los visitantes observan conductas típicas de la especie por lo que las visitas son más interesantes, educativas y divertidas), y (3) sobre la conservación de especies amenazadas (incremento de la reproducción, reducción del estrés, incremento de la supervivencia).

Existen dos tipos diferentes de aproximación a los programas de enriquecimiento. La primera, denominada “ingeniería conductual”, se basa en las ideas de **Markowitz (1982)** que fomenta la reproducción en cautividad de aquellos comportamientos más relevantes que la especie manifiesta en su medio natural, así como un incremento de la actividad y de la conducta alimentaria. Para conseguirlo utilizó máquinas diseñadas específicamente para ello, como un dispensador de alimento para el mono Diana (*Cercopithecus diana*) que funcionaba mediante el uso de fichas (**Markowitz, 1982**). El otro tipo de aproximación es más naturalista (**Hancocks, 1980**), y pretende reproducir el hábitat mediante el uso de elementos naturales. Esta aproximación es más atractiva visualmente, pero es más difícil de aplicar en determinados entornos y con determinadas especies ya que no todas las instalaciones están preparadas para ello (por ejemplo, las que cuentan con suelo y paredes de cemento y/o vidrio), ni todas las especies tienen la misma capacidad de destrucción. Gorilas (*Gorilla gorilla gorilla*) y chimpancés (*Pan troglodytes*) son grandes consumidores de vegetales por lo que su replantación dentro de las instalaciones debe ser constante a menos que se protejan determinadas zonas de la acción de los animales. Ambas aproximaciones funcionan y son compatibles entre ellas, siempre que se pretenda conseguir que se exprese el repertorio comportamental (**Hutchings et al., 1978**), por lo que es adecuado considerarlas para conseguir un diverso y completo programa de enriquecimiento (**Shepherdson, 1988**).

Existen muchas formas diferentes de incorporar estímulos en la vida en cautividad de los animales y por ello existe una clasificación que los engloba a todos ellos.

### 1.2.1. Tipos de enriquecimiento

Los distintos tipos de enriquecimiento que existen se pueden clasificar principalmente en seis categorías: estructural, alimentario, social, ocupacional, sensorial y de la interacción con humanos o entrenamiento (**Bloomsmith et al., 1991**). Aunque el enriquecimiento se clasifique en seis tipos diferentes, eso no significa que dichos tipos sean excluyentes entre sí, ya que el mismo elemento de enriquecimiento puede proporcionar alimento (enriquecimiento alimentario) y una estimulación psicológica (enriquecimiento ocupacional) simultáneamente. Un buen ejemplo de ello son los puzzles alimentarios utilizados en primates (**Novak et al., 1998; Roberts et al., 1999**) (Figura 2)

**Enriquecimiento estructural:** se basa en la realización de cambios sobre el ambiente físico del animal. El lugar donde vive se puede dividir en dos partes, la instalación (se trata del ambiente intrínseco, **Little and Sommer, 2002**) y el entorno (la zona que rodea a la instalación o ambiente extrínseco, **Ochiai-Ohira, 2009**). Las dos zonas influyen en el bienestar por lo que se puede actuar sobre ambas para mejorarlo. Dentro de una instalación, los elementos que en gran medida determinan el bienestar de los animales son el tamaño de dicha instalación, el tipo de substrato, los límites espaciales (superior, inferior y lateral), los elementos accesorios y las barreras visuales que les permiten esconderse tanto del público como de otros congéneres. En cuanto al entorno, los elementos principales que hay que tener en cuenta son las instalaciones colindantes y la zona de público.

**Hediger (1950)** indicó que el tamaño de la instalación debía ser específico para cada especie ya que cada una tiene una distancia de huida diferente. Cada especie necesita un tamaño mínimo a partir del cual los elementos estructurales interiores ganan en importancia. Una instalación más grande no garantiza un mayor nivel de bienestar ya que es importante diferenciar entre tamaño total de la instalación y tamaño utilizable por los animales. Mientras que una zona acuática dentro de una instalación proporciona metros cuadrados, si la especie alojada no es nadadora o buceadora la zona acuática no será utilizable.

El sustrato a menudo es de cemento, un sustrato duro que puede comprometer el bienestar ya que puede afectar a los animales físicamente tal y como se ha descrito en elefante asiático (*Elephas maximus*) (Schwammer, 2001). Por ello, el uso de sustratos naturales como tierra, o corteza de pino, proporciona cambios de dureza y de composición que hacen más adecuadas las instalaciones para la mayoría de especies.

Los límites de una instalación influyen en parámetros como la intensidad lumínica y el grado de insolación que inciden en ella. Las barreras laterales más utilizadas para separar animales y público suelen ser cristales, pastores eléctricos, fosos o una combinación de estos elementos.

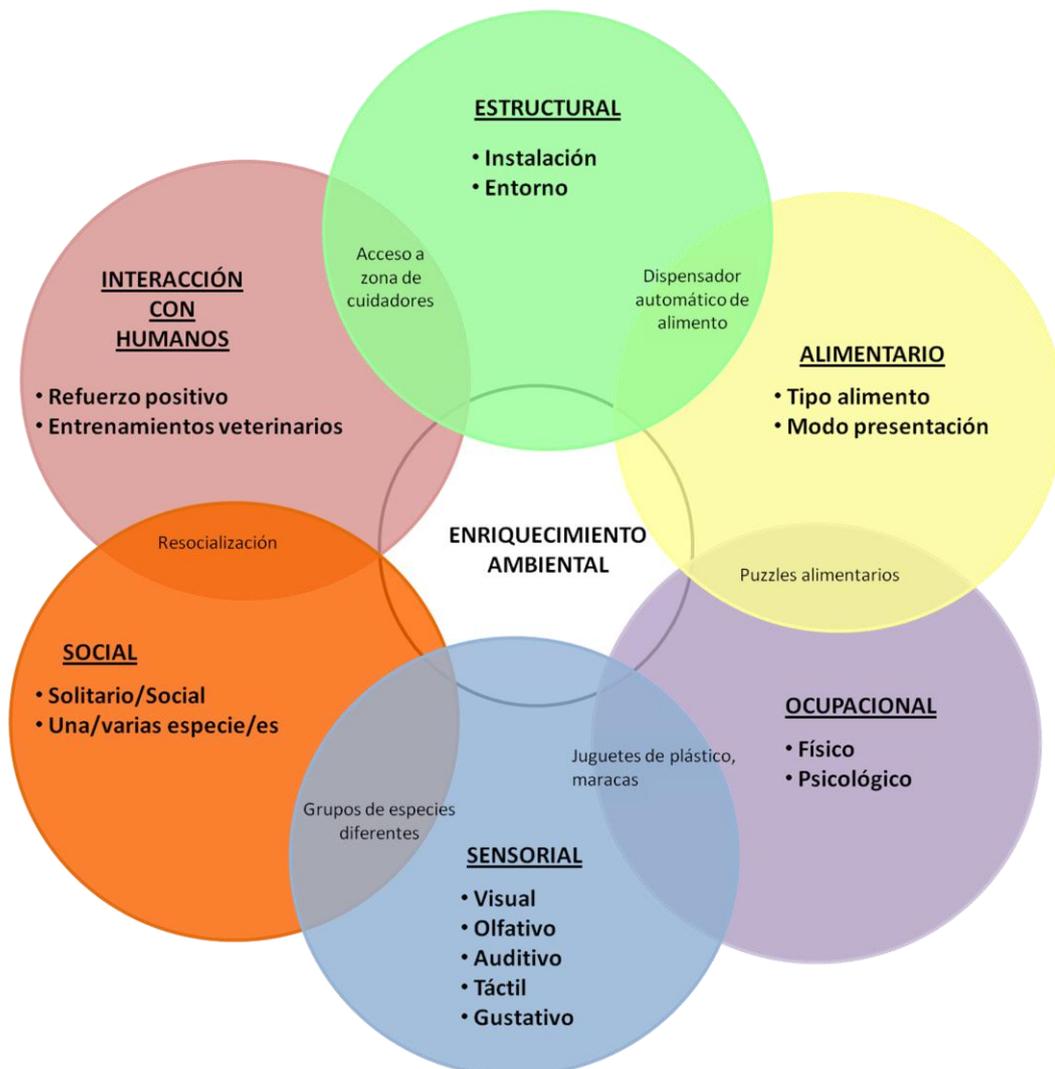
El mobiliario está formado por los elementos del interior de la instalación que no pueden modificarse fácilmente (p. e., estructuras para trepar), a diferencia de los accesorios (p. e. cuerdas) que pueden ser modificados con facilidad. Ambos pueden ser permanentes o temporales. Existe una gran cantidad de elementos que se pueden integrar en las instalaciones para hacerlas más adecuadas, desde cajas de alimentación y áreas de descanso, a troncos naturales y objetos novedosos. En el caso de los primates, el mobiliario y los accesorios son, en muchas ocasiones, más importantes que el tamaño de la instalación ya que se trata de elementos que pueden proporcionar novedad y estimulación constante.

En un entorno como un zoo, es normal que varias instalaciones compartan límites laterales o que se encuentren cerca las unas de las otras. En algunas situaciones es recomendable colocar diferentes grupos de la misma especie en instalaciones contiguas para facilitar la comunicación. Si la instalación adyacente está ocupada por un depredador, la ocurrencia de comportamientos relacionados con el estrés puede verse incrementados en la especie presa, por el olor de sus depredadores o por ser visibles y audibles desde su instalación (Buchanan-Smith et al., 1993).

La distancia entre los animales y el público, así como el efecto que tiene éste sobre ellos, es muy diverso y depende tanto de la especie como del individuo. Existe un gran número

de publicaciones que ponen de manifiesto el efecto negativo que tiene el público sobre el bienestar (Chamove et al., 1988; Fa, 1989; O'Donovan et al., 1993). Para paliar este efecto, se recomienda que las instalaciones dispongan de áreas donde los animales se puedan refugiar y estén fuera del campo visual del público. Se ha visto como gracias a la incorporación de barreras visuales, las interacciones y efectos negativos que el público tiene sobre los gorilas se ve reducido (Norcup, 2000).

**Figura 2:** Tipología general de los tipos de enriquecimiento ambiental teniendo en cuenta el ámbito de actuación que persiguen. A pesar de que existen seis categorías de enriquecimiento (estructural, alimentario, ocupacional, sensorial, social e interacción con humanos), éstos no son mutuamente excluyentes entre sí, tal y como los ejemplos del diagrama demuestran.



**Enriquecimiento alimentario:** consiste en modificar la dieta o la forma de proporcionar el alimento. Existe una gran variedad de adaptaciones morfológicas, fisiológicas y comportamentales para conseguirlo. Según **Eisenberg (1981)**, existen 16 tipos de animales en función de su tipología alimentaria, aunque normalmente se trabaja con una clasificación más simple (carnívoro, herbívoro y omnívoro). El tipo de enriquecimiento alimentario que queramos aplicar tiene que tener en cuenta la dieta y los procesos naturales que presenta la especie para conseguir su alimento. Uno de los motivos principales que explican la aparición de estereotipias orales en herbívoros como el *liking* (lamer de forma constante una superficie) y locomotoras en carnívoros (*pacng*), es el sistema que tienen estos dos grupos de animales en conseguir y consumir el alimento (**Baxten and Plowman, 2001; Calstead, 1998; Mason, 1991; Mason and Mendl, 1997**). Mientras que en libertad los herbívoros dedican mucho tiempo a consumir una elevada cantidad de alimento de bajo valor nutricional, en cautividad el tiempo y la cantidad de alimento que se les proporciona es reducido porque se ve compensado por su elevado valor nutricional (**Veaseley et al., 1996a**). Los carnívoros, por otra parte, en cautividad no pueden expresar el comportamiento depredador por lo que el alimento es rápidamente consumido y no se permite un desarrollo completo de la conducta alimentaria (**Young, 2003**).

El enriquecimiento alimentario puede aplicarse en a dos niveles diferentes: en la forma de presentar el alimento (frecuencia, horarios, y tiempo en conseguirlo; **Gaengler and Clum, 2015; Wells and Irwin, 2009**) y en el tipo de alimento que se presenta (novedad, variedad estacional, premios; **McGrew et al., 1986; Ruskell et al., 2015**). Su objetivo suele ser incrementar el tiempo invertido en conseguir el alimento pero sin aumentar la cantidad consumida (**Baxter and Plowman, 2001; Stoinski et al., 2000**).

La forma en que un mismo alimento puede ser presentado, puede actuar como enriquecimiento, se puede repartir, esconder o proporcionar mediante un puzzle alimentario (**Baxter and Plowman, 2001; Roberts et al., 1999**). Es importante que se proporcione a

diferentes horarios y en diferentes tomas a lo largo del día para evitar la conducta anticipatoria que se asocia a un incremento de las conductas agresivas y de las estereotipias (**Bloomsmith and Lambeth, 1995; Lyons et al., 1997**). La dieta de los animales deber ser lo más variada posible y actualmente existe una gran diversidad de piensos y alimentos procesados específicamente para diferentes especies. También se pueden enriquecer estos alimentos con otros menos frecuentes proporcionados de forma aleatoria, siempre que no les afecte a la salud.

**Enriquecimiento social:** hace referencia a los cambios que se producen en la estructura social de un grupo con el objetivo de potenciar las interacciones sociales que en él se producen. Una actuación con enriquecimiento social se puede enfocar, por una parte, desde el punto de vista de la proximidad, ya sea permitiendo el contacto (enriquecimiento social con contacto) o evitándolo (enriquecimiento social sin contacto). Por otra parte, puede enfocarse desde la perspectiva de la especie, es decir, un enriquecimiento basado en animales de la propia especie (enriquecimiento social intraespecífico; **Hoff et al., 1996**) o en especies diferentes (enriquecimiento social interespecífico, **Buchanan-Smith, et al., 2009**). La formación de grupos mixtos formados por dos o más especies está siendo muy utilizada en zoos (**Deleu et al., 2003**) ya que permite aprovechar mejor el espacio disponible y promueve una visión más natural de las relaciones sociales que se establecen entre las diferentes especies en la naturaleza (**Tabla 1**). La formación de estos grupos debe realizarse con especies compatibles (**Maple and Westlund, 1975**) y mediante un proceso de socialización adecuado; debe contar, además, con un seguimiento de las interacciones que se establecen en el grupo una vez formado (**Wojciechowski, 2004**).

A pesar de las ventajas de vivir en grupo, a veces los primates se han de alojar de forma solitaria (proceso de socialización, cuarentena veterinaria o previa a un traslado a otro centro). Se trata de una de las peores situaciones en las que un animal social se puede encontrar ya que el contacto social es imprescindible para su bienestar (**Eaton et al., 1994**;

**Reinhardt and Reinhard, 2000**). La mayoría de las especies de primates son mantenidas en grupos sociales de tipo harem, generando un problema de exceso de machos derivado de la proporción, próxima a la igualdad, de sexos al nacer. Para evitar su aislamiento social, en algunas especies como el gorila (**Stoinski et al., 2001**), el mangabey de coronilla blanca (*Cercocebus atys lunulatus*, **Fàbregas and Guillén-Salazar, 2007**) y el mono narigudo (*Nasalis larvatus* **Chih Mun Sha et al., 2013**) se han formado grupos de machos “solteros sobrantes”, y aunque la estabilidad de estos grupos varía según los ejemplares, proporcionan a los animales la posibilidad de seguir manteniendo relaciones sociales con miembros de su propia especie (**Stoinski et al., 2004**).

**Enriquecimiento ocupacional:** su principal objetivo es actuar sobre las capacidades cognitivas de los animales (es decir, con finalidad psicológica; **McAfee et al., 2002**) o bien actuar sobre sus capacidades motoras (finalidad física; **Kosorygina et al., 2009**). Se trata de uno de los enriquecimientos menos estudiados a pesar de que su aplicación sea una de las más comunes (póngidos: **Margullis et al., 2012**; cercopitecos: **Vick et al., 2000**; **Visalberghi and Vitale, 1990**).

**Enriquecimiento sensorial:** con este tipo de enriquecimiento se potencia el uso de las capacidades sensoriales de los animales, actuando sobre cualquiera de los cinco sentidos mediante el uso de música, televisión y hamacas en póngidos (**Bloomsmith and Lambeth, 2000**; **Howell et al., 2003**; **Robbins and Margulis, 2014**; **Wolper, 1995**) o hielo en lémures y cercopitecos (**Poulsen, 1994**; **Rice et al., 1999**).

**El enriquecimiento centrado en la interacción con humanos** se basa en la interacción positiva y voluntaria de los animales con el personal del zoo por lo que este tipo de enriquecimiento siempre se realiza bajo refuerzo positivo (**Claxton, 2011**; **Herrelko et al., 2009**; **Hosey, 2013**). El entrenamiento se utiliza como herramienta para el manejo de los animales y como forma de mejorar su bienestar (**Spienzo and Piva, 2009**) porque estimula sus habilidades físicas y psicológicas, disminuye el estrés y reduce la frecuencia de inmovilizaciones físicas o uso de sedantes en el manejo de los ejemplares (**Bosso and Beresca, 2009**).

**Tabla 1:** Agrupaciones mixtas de primates africanos pertenecientes al Orden Cercopithecidae observadas en diferentes instituciones zoológicas a partir de los datos de **Strange (2007)**, de la consulta directa a algunos zoos (\*), y de la observación directa (\*\*).

Género	Especies asociadas	Institución
<i>Allenopithecus</i> , <i>Cercopithecus</i> , <i>Erythrocebus</i> y <i>Miopithecus</i>	Bonobo ( <i>Pan paniscus</i> ), carraca lila ( <i>Coracias caudatus</i> ), chacal de lomo negro ( <i>Canis mesomelas</i> ), cercopiteco mona ( <i>Cercopithecus mona</i> ), cerdo hormiguero ( <i>Orycteropus afer</i> ), damán de El Cabo ( <i>Procapra capensis</i> ), dicdic de Günther ( <i>Madoqua guentheri</i> ), duiquero azul ( <i>Philantomba monticola</i> ), duiquero bayo ( <i>Cephalophus dorsalis</i> ), duiquero de flancos rojos ( <i>Cephalophus rufilatus</i> ), gorila ( <i>Gorilla g. gorilla</i> y <i>G. g. graueri</i> ), hipopótamo pigmeo ( <i>Choeropsis liberiensis</i> ), lobo de tierra ( <i>Proteles cristata</i> ), mono de Sykes ( <i>Cercopithecus mitis albogularis</i> ), mono de cola roja de Schmidt ( <i>Cercopithecus ascanius schmidtii</i> ), pintada común ( <i>Numida meleagris</i> ), pintada vulturina ( <i>Acryllium vulturinum</i> ) y moñuda ( <i>Guttera pucherani</i> ), puercoespín crestado ( <i>Hystrix cristata</i> ), saltarocas ( <i>Oreotragus oreotragus</i> ), sirirí de la Pampa ( <i>Dendrocygna viduata</i> ), suricata ( <i>Suricata suricata</i> ), talapoin ( <i>Miopithecus talapoin</i> ), tortuga de espolones africana ( <i>Geochelone sulcata</i> ) y varias especies de aves libres y combinaciones entre diferentes especies de cercopitécidos.	Baltimore Zoo, Brookfield Zoo, Caldwell Zoo, Central Park Zoo, Cincinnati Zoo, Granby Zoo, Houston Zoo, Louisville Zoo, Montgomery Zoo, North Carolina Zoo, Omaha Henry Doorly Zoo, Parc Zoològic de Barcelona**, San Diego Zoo, Santa Ana Zoo
<i>Cercocebus</i> y <i>Lophocebus</i>	Cercopiteco de cola roja ( <i>Cercopithecus ascanius</i> y <i>C. a. schmidtii</i> ), cercopiteco menor ( <i>Cercopithecus petaurista</i> ), colobo negro y blanco ( <i>Colobus guereza</i> ), gorila, hipopótamo pigmeo, mandril ( <i>Mandrillus sphinx</i> ), mangabey de collar ( <i>Cercocebus torquatus torquatus</i> ), mangabey negro ( <i>Lophocebus albigena</i> ), mangabey de mejillas grises ( <i>Lophocebus albigena</i> ), mono de Sykes, mono tota ( <i>Chlorocebus aethiops</i> ), mono vervet ( <i>Cercopithecus pygerythrus</i> ), puercoespín crestado y talapoin	AAP*, Binder Park Zoo*, Bioparc Valencia*, Brookfield Zoo, Micke Grove Zoo, National Zoological Park, Parc Zoològic de Barcelona**, y Pont Scorf*, San Diego Zoo y Zoo de Córdoba

Tabla 1 (continuación)

<i>Colobus</i>	Bongo ( <i>Tragelaphus eurycerus</i> ), calao terrestre norteño ( <i>Bucorvus abyssinicus</i> ) y del sur ( <i>Bucorvus leadbeateri</i> ), cercopiteco de cola roja, cercopiteco de Wolf ( <i>Cercopithecus wolfi</i> ), damán de El Cabo, dicdic de Günther, duikero bayo, facóquero oriental ( <i>Phacochoerus aethiopicus</i> ), gorila, hipopótamo pigmeo, jabirú ( <i>Ephippiorhynchus senegalensis</i> ), lémur de cola anillada ( <i>Lemur catta</i> ), lobo de tierra, mono de Allen ( <i>Allenopithecus nigroviridis</i> ), mono azul de Stuhlmann ( <i>Cercopithecus mitis stuhlmanni</i> ), mono coronado ( <i>Cercopithecus pogonias</i> ), mono de Brazza ( <i>Cercopithecus neglectus</i> ), mono de Sykes, mono Diana ( <i>Cercopithecus diana</i> ), pintada vulturina, potamoquero rojo ( <i>Potamochoerus porcus</i> ), puercoespín crestado, saltarrocas, talapoin y varias especies de anátidas y aves libres.	Brookfield Zoo, Caldwell Zoo, Cheyenne Mountain Zoo, Cincinnati Zoo, Columbus Zoo, Granby Zoo, Henry Vilas Zoo, Houston Zoo, Jacksonville Zoo, Lincoln Park Zoo, Metro Washington Park Zoo, Montgomery Zoo, National Zoological Park, North Carolina Zoo, Omaha Henry Doorly Zoo, Riverbanks Zoo, San Antonio Zoo, San Diego Zoo, Sedgwick County Zoo, Sunset Zoo, y Sunset Zoological Park
<i>Macaca</i>	Macaco león ( <i>Macaca silenus</i> ), macaco negro ( <i>Macaca nigra</i> ), nutria cenicienta ( <i>Aonyx cinereus</i> ) y varias especies de peces	National Zoological Park
<i>Mandrillus, Papio</i> y <i>Theropithecus</i>	Carpa común ( <i>Cyprinus carpio</i> ), cercopiteco de cola roja, colobo de Angola ( <i>Colobus angolensis palliatus</i> ), colobo negro y blanco, damán ( <i>Procavia sp.</i> ), ganso del Nilo ( <i>Alopochen aegyptiaca</i> ), hipopótamo pigmeo, íbice de los Alpes ( <i>Capra ibex</i> ) y de Nubia ( <i>Capra ibex nubia</i> ), león marino de California ( <i>Zalophus californianus</i> ), macaco negro, mandril, mono de Brazza, mono de Sykes, mono mona ( <i>Cercopithecus mona</i> ), pelícano ( <i>Pelecanus sp.</i> ), sitatunga ( <i>Tragelaphus spekii</i> ), talapoin y varias especies de aves.	Atlanta Zoo**, Bioparc Valencia* , Bronx Zoo, Brookfield Zoo, Gladys Porter Zoo, Houston Zoo, Knoxville Zoo, North Carolina Zoo, Riverbanks Zoo, San Antonio Zoo y San Diego Zoo

A partir del género de los primates (género), se indican las especies a las cuales están asociadas (especies asociadas), y los centros (institución) donde se han establecido las agrupaciones mixtas entre primates y una o varias de las especies asociadas. Datos de consulta directa a zoos (\*), y de la observación directa (\*\*).

A pesar de que el entrenamiento con refuerzo positivo se utiliza con una gran diversidad de especies y tiene grandes ventajas (**Desmond and Laule, 1994**), dentro del Orden de los primates, este tipo de actuación es más común en simios (F. Pongidae) que en el resto de familias (**Tabla 2**). Mediante el uso de esta técnica de enriquecimiento, se consigue realizar un examen físico de los animales de forma voluntaria así como la recolección de muestras de semen de forma no invasiva (**Brown and Loskutoff, 1998**). Gracias al entrenamiento se ha conseguido que hembras de varias especies de primates aprendan los comportamientos necesarios para criar de forma adecuada a sus crías (**Abelló and Colell, 2006; Abelló and Fernández, 2003; Desmond and Laule, 1994; Joiness, 1977**) o para adoptar y criar a ejemplares infantiles de otras madres (**Hoff et al., 2005**).

### **1.2.2. Métodos de evaluación del enriquecimiento**

A pesar de los efectos positivos que tienen los distintos tipos de enriquecimiento sobre los animales, muchos centros no lo aplican de forma habitual o bien, en caso de realizarse, en la mayoría de ocasiones no se evalúa y se aplica de forma puntual o incorrecta. La evaluación de un programa de enriquecimiento es importante ya que permite conocer qué comportamientos aumentan su frecuencia y cuáles la reducen. Además, aporta información sobre qué elementos consiguen con mayor eficacia su objetivo, cuándo dejan de ser eficaces, y en qué momento se tendrá que replantear un nuevo programa de enriquecimiento (**Hawkins, 1999; Oliva-Purdy, 1997**). Esta evaluación ayuda a que los esfuerzos físicos, económicos y personales repercutan directamente sobre el bienestar (**Hoy et al., 2005**).

En consecuencia, y para poder llevar a cabo de forma correcta un enriquecimiento ambiental, es importante seguir los pasos necesarios para conseguir que la aplicación, la interacción del animal y la evaluación se realicen de forma adecuada. Las fases en que se divide un programa de enriquecimiento (**Figura 3**) son: (1) la búsqueda bibliográfica de la especie objeto de estudio, tanto en condiciones de libertad como en cautividad, para conocer

su hábitat, comportamiento y estructura social, así como los éxitos y fracasos que se han obtenido en otros centros tras la aplicación de un enriquecimiento, (2) el desarrollo de observaciones preliminares que nos permitirán el reconocimiento individual de los ejemplares que componen el grupo (si es el caso), y que además incluyen la elaboración del etograma y el diseño de la hoja de registro donde se refleja la regla de muestreo y de registro escogidas, (3) obtención de la línea base del estudio a partir de la observación del comportamiento con el objetivo de determinar las condiciones en que se encuentran los animales estudiados, (4) planificar y establecer los objetivos que se pretenden alcanzar con el programa de enriquecimiento (p. e., alcanzar un patrón de actividad diario más similar al que presenta la especie en libertad, reducir una estereotipia o incrementar el uso del espacio que hacen de su instalación), (5) diseñar y elaborar los elementos que formaran parte del programa de enriquecimiento, y determinar la frecuencia en que se aplicarán (p. e. establecimiento de un calendario de presentación), (6) aplicar el programa de enriquecimiento e incorporarlo dentro de la rutina diaria de manejo, (7) evaluarlo mediante la observación del comportamiento y su posterior comparación con los datos obtenidos durante la línea base, y finalmente, (8) realizar un reajuste si éste fuera necesario, tanto en la presentación de los elementos como en los elementos propiamente dichos, siempre que los objetivos establecidos antes de la aplicación del programa de enriquecimiento no se hayan alcanzado (**Colahan and Breder, 2003**).

La valoración de los efectos que tiene el enriquecimiento ambiental sobre el bienestar de los animales se puede realizar mediante tres aproximaciones:

(1) Cuantificación de las conductas y del patrón de actividad típicos de la especie en libertad: El hecho de que un enriquecimiento consiga que un individuo en cautividad exprese aquellas conductas que son representativas de la especie en libertad se considera un éxito. Lamentablemente existen pocos estudios realizados a largo plazo en libertad, hecho que dificulta la disponibilidad de información con la que poder comparar el patrón de

actividad diario obtenido en cautividad con el de la especie en libertad (**Kerridge, 2005, Veasey et al., 1996b**). Por ello, en muchas ocasiones, las comparaciones se realizan a partir de datos de grupos cautivos cuyos patrones de actividad diarios se asume que son similares a los de la especie en su hábitat natural. La comparación del patrón de actividad antes y después del enriquecimiento, con el de la especie en su hábitat natural, nos permite conocer en cuáles de los comportamientos analizados el enriquecimiento ha sido exitoso ya que se ha conseguido un patrón de actividad lo más similar posible al que presenta la especie en libertad.

(2) Reducción o desaparición de las conductas anormales: Una vez identificadas y clasificadas en el diagnóstico, se diseñan los programas y elementos de enriquecimiento específicos orientados a disminuir su frecuencia dentro del patrón de actividad diario.

(3) Incremento y/o mantenimiento de la diversidad conductual: Cuando no se dispone de información suficiente para llevar a cabo una comparación exhaustiva del comportamiento en libertad y en cautividad, entonces la diversidad conductual (número diferente de conductas que se observan en una y otra situación) puede ayudarnos a realizar una aproximación sobre el grado de bienestar de un animal. El índice de Shannon-Weaver, que tradicionalmente se utiliza para mediciones ecológicas, también se aplica en este contexto para así poder conocer la diversidad comportamental de las especies en diferentes situaciones (**Parra-Herra et al., 2011**). La conducta de preparación y utilización de herramientas para la captura de termitas (observada en algunos grupos de chimpancés, en libertad), no ocurrirá en cautividad sino se les facilita este tipo de alimento. Para suplir este déficit, en muchos centros se les proporciona a los chimpancés la posibilidad de obtener alimento mediante el uso de

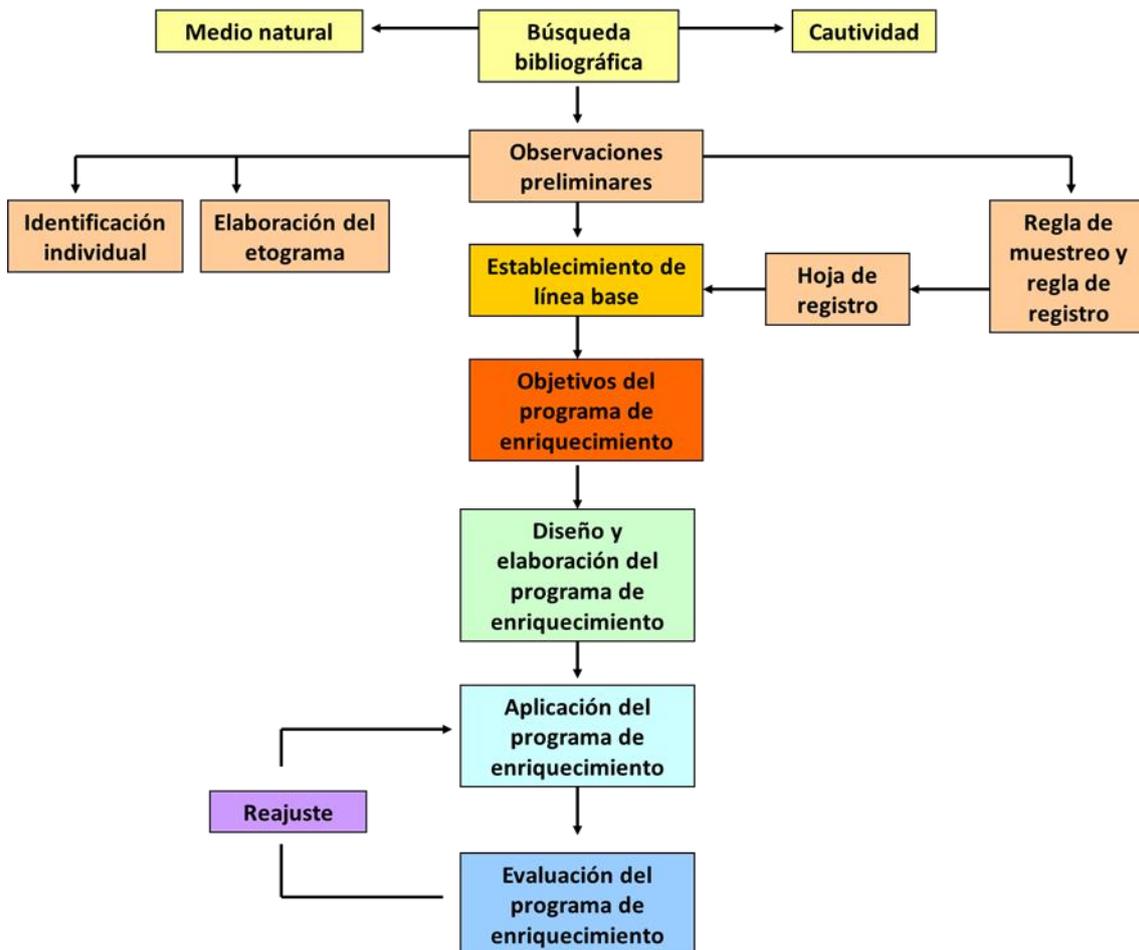
herramientas que tendrán que preparar y seleccionar si quieren conseguir el alimento colocado al final de un tubo o en el interior de un termitero artificial (Celli et al., 2003).

### **1.3. Primates en cautividad**

El s. XIX y principios del s. XX se pueden categorizar como el auge de los zoos ya que la mayoría de los zoos de Europa y Estados Unidos se crearon en esa época. A diferencia de lo que sucede hoy en día, durante ese periodo de tiempo, el intercambio de ejemplares entre las diferentes instituciones era escaso y la mayoría de ejemplares que se adquirían procedían del medio natural. En el caso del Zoo de Barcelona, muchos ejemplares procedían de Guinea Ecuatorial, una antigua colonia española donde se estableció un centro de adaptación y experimentación de fauna (Ikunde) que se utilizaba para aclimatar a los animales capturados antes de su traslado al zoo (Pons, 1992).

Con la llegada de individuos procedentes del medio natural para su exhibición en parques zoológicos, se tuvo que afrontar el problema de cómo conseguir que estos ejemplares sobrevivieran a la etapa infantil. Tras los experimentos con mono rhesus (*Macaca mulatta*) realizados por Harlow en la década de 1960, se observó cómo el reemplazo de las madres por objetos inanimados no lograba un desarrollo adecuado de la conducta social de dichas crías (Goldfoot, 1977; Mason and Capitanio, 1988). Para evitar ese problema e incrementar la supervivencia de los animales, se crearon instalaciones específicas, denominadas “nursieras”, donde las crías eran mantenidas bajo los cuidados del personal del zoo que los alimentaban de forma manual (*hand-rearing*) mediante biberones (Frueh, 1968; Kirchshofer et al., 1968). Estas instalaciones se hicieron muy populares durante los años 1950-1960 y no sólo se nutrían de los ejemplares procedentes del medio natural, sino que los ejemplares infantiles nacidos dentro de la propia institución podían ser trasladados a ella frente al primer síntoma de estrés en la madre o la cría (Ogden and Kasielke, 2001; Portor and Niebruegge, 2006).

**Figura 3:** Fases principales en las que se divide un programa de enriquecimiento ambiental desde la búsqueda bibliográfica hasta su evaluación y reajuste (a partir de **Altman, 1974;** **Lehner, 1996;** **Martin and Bateson, 1993;** **Paterson, 2001**).



### 1.3.1. Crianza manual y problemas derivados

Las crías de primates deben criarse dentro de un grupo social para un buen desarrollo de las habilidades sociales. Diversos estudios ponen de manifiesto que el incremento de estereotipias en primates adultos viene provocado por (1) la falta de cuidado maternal durante la infancia o (2) el aislamiento social de ejemplares adolescentes o adultos durante un periodo prolongado de tiempo (**Rommeck et al., 2009**). El contexto social de los primates es un factor importante para garantizar su bienestar, tal y como muestran los experimentos realizados por **Chamove**

(1973) en mono rhesus y por **Davenport (1979)** en chimpancés tras someterlos a privación social (animales criados en un entorno social restringido) o a aislamiento social (animales criados por sus madres pero separados del grupo). Se ha observado como los primates jóvenes que han sido separados de sus madres de forma prematura, pasan una mayor parte del tiempo realizando conductas estereotipadas si los comparamos con ejemplares criados y mantenidos por sus madres (**Lutz et al., 2003; Novak and Sackett, 2006. Rommeck et al., 2009**).

Algunos autores (**Davenport and Rogers, 1970; Mendl and Newman, 1997; Novak et al., 2009**) defienden la relación existente entre algunos tipos de estereotipias y algunas carencias observadas durante el desarrollo de los animales: la falta de movimientos vestibulares durante la crianza se relacionaría con el balanceo continuo, la falta de contacto materno durante la crianza estaría relacionada con el autoabrazo, y chuparse el dedo se observaría como consecuencia de la falta de succión del pezón derivada de la alimentación mediante el biberón. Éstas, y otras estereotipias como las autolesiones, se observan en animales que durante su etapa infantil no fueron socializados adecuadamente (**Novak et al., 2009**).

Al llegar a la etapa adulta los primates criados sin unos cuidados parentales apropiados suelen presentar problemas de socialización con sus conspecíficos, manteniendo relaciones sociales inadecuadas y en el caso de las hembras, presentando *a posteriori* deficiencias en el cuidado parental de su descendencia (**Mellen, 1994; Nash et al., 1999**).

El aislamiento social también provoca la aparición de conductas estereotipadas, independientemente del tipo de crianza (materna o humana) que haya tenido. Se ha demostrado que más del 80% de los ejemplares de *Cercocebus atys* y de macaco rhesus mantenidos en aislamiento social presentan algún tipo de estereotipia (**Craet et al., 2014; Lutz et al., 2003**) y que entre un 5-15% de los últimos, aislados socialmente, presentan conductas autolesivas (**Bayne et al., 1995; Novak 2003; Novak et al., 2013**).

### 1.3.2. Enriquecimiento ambiental en primates

Debido a su complejidad social y ambiental, los primates son uno de los grupos de animales que más atención ha recibido en lo que a enriquecimiento ambiental se refiere.

En la **Tabla 2** se recogen los principales trabajos científicos sobre enriquecimiento ambiental en primates que hasta el momento se han publicado en la revista "*Zoo Biology*". En ella se puede observar cómo los trabajos más antiguos sobre enriquecimiento se corresponden con el año de fundación de la revista (1982) y se refieren en concreto a estudios realizados con póngidos sobre enriquecimiento ambiental estructural (**Clarke et al., 1982; Wilson, 1982**) y alimentario (**Nash, 1982**). Según la **Tabla 2**, el tipo de enriquecimiento más estudiados es el estructural (22 publicaciones), seguido del social (16) y del alimentario (16). El enriquecimiento ocupacional (10), sensorial (8) y la interacción con humanos (7) se corresponden con los tipos de enriquecimiento menos estudiados.

Las especies que se encuentran dentro de la Familia Pongidae, se sitúan en primer lugar en cuanto al número de publicaciones sobre enriquecimiento ambiental en esta revista (43). En este caso los dos tipos de enriquecimientos más estudiados son el de tipo social (12) y el estructural (11). En la Familia Cercopithecidae (segunda en número de publicaciones, 18), el enriquecimiento alimentario y estructural (5 publicaciones cada uno de ellos), conjuntamente con el social (4), son los tipos de enriquecimientos más estudiados. Dentro de esta familia, la especie más estudiada es el mono rhesus (6) que se incluye dentro del género más estudiado (*Macaca*: 9).

Sólo en una publicación sobre enriquecimiento social multi-especie (**Wojciechowski, 2004**) aparece una de las especie focales de esta tesis, el mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*). Se encuentran además dos publicaciones de dos especies próximas a las estudiadas, como son el mandril (*Mandrillus sphinx*, enriquecimiento estructural: **Chang et al., 1999**) y el mangabey de coronilla blanca (enriquecimiento social: **Fàbregas and Guillén-Salazar, 2007**).

**Tabla 2:** Bibliografía sobre programas de enriquecimiento ambiental en primates publicada por la revista *Zoo Biology* desde el inicio de su publicación hasta el presente año (1982-2016). Se han clasificado las publicaciones por familias de primates y por el tipo de enriquecimiento ambiental aplicado siguiendo la clasificación de **Bloomsmith et al. (1991)**, y separando el enriquecimiento sensorial en función del sentido implicado en la estimulación.

Familia	Enriquecimiento	Referencias
Lemuridae	Alimentario	Britt, 1998; Sommerfeld et al., 2006
	Estructural	Macedonia, 1987
Lorisidae	Alimentario	Clayton and Glander, 2011
Tarsidae	Estructural	Jachowski and Pizzaras, 2005
Callithricidae	Estructural	Chamove and Rohrhuber, 1989; Glatston et al., 1984; Mckenzie et al., 1986; Price, 1992
	Alimentario	McGrew et al., 1986; Rapaport, 1998
Cebidae	Ocupacional	Visalberghi and Vitale, 1990; Westergaard and Fragaszy, 1985
	Sensorial visual	Collinge, 1989
Cercopithecidae	Estructural	Chang et al., 1999; Fuller et al., 2010; Little and Sommer, 2002; O'Neill et al., 1991; Zucker et al., 1991
	Alimentario	Aoki et al., 2015; Huber and Lewis, 2011; Lutz and Novak, 1995; Smith et al., 1989; Tovar et al., 2005
	Social	Fàbregas and Guillén-Salazar, 2007; Reinhardt et al., 1987; Sha et al., 2013; Wojciechowski, 2004;
	Ocupacional	Line et al., 1991, Novak et al., 1993; Vick et al., 2000
	Interacción con humanos	Weingrill et al., 2005

Tabla 2 (continuación)

<b>Familia</b>	<b>Enriquecimiento</b>	<b>Referencias</b>
Hylobatidae	Sensorial auditivo	Haraway et al., 1988; Maples et al., 1988; Wallace et al., 2013
Pongidae	Estructural	Bloomfield et al., 2015; Clarke et al., 1982; Coe et al., 2009; Goerke et al, 1987; Gold, 2002; Hebert and Bard 2000; Maki and Bloomsmith, 1989; Ogden et al., 1990; Ogden et al., 1993; Stoinski et al., 2004; Wilson, 1982;
	Alimentario	Brent and Eichberg, 1991; Less et al., 2014a, b; Nash, 1982; Ryan et al., 2012
	Social	Aford et al., 1995; Brent et al., 1997; Brown and Wagster, 1986; Burks et al., 2001; Hoff et al., 1996; Keiter et al., 1983; Kurtycz et al., 2014; McCann and Rothman 1999; Meder, 1985, 1990; Nakamichi et al., 2014; Seres et al., 2001
	Ocupacional	Bloomstrand et al., 1986; Margullis et al., 2012; Paquette and Prescott, 1988; Tripp, 1985; Wood, 1998
	Sensorial auditivo	Robbins and Margulis, 2014
	Sensorial visual	Barbiers, 1985; Bloomsmith and Lambeth, 2000
	Sensorial gustativo	Visalberghi et al., 2002
	Interacción con humanos	Bloomsmith et al., 1994; Bloomsmith et al., 1998; Brown and Loskutoff, 1998; Gresswell and Goodman, 2011; Laule et al., 1996; Reamer et al., 2014

En esta tesis se ha estudiado la efectividad de los programas de enriquecimiento ambiental estructural y social aplicados a dos especies de primates, el mangabey de collar (**Cuadro 1**) y el dril (*Mandrillus leucophaeus*, **Cuadro 2**) en el Zoo de Barcelona.

La evaluación del enriquecimiento estructural se realizó a partir de los datos de comportamiento, uso del espacio y proximidad de los animales que fueron recogidos en cada una de las instalaciones donde fueron observados. La evaluación del programa de enriquecimiento social se realizó comparando animales infantiles criados por sus madres y criados por humanos, a partir de las diferencias en el comportamiento, la proximidad y las interacciones sociales observadas en ambas situaciones.

**Cuadro 1: Descripción del mangabey de collar**

El mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*, Kerr, 1792) pertenece a la familia *Cercopithecidae* dentro del Orden Primates, donde existen otras ocho especies de mangabeys agrupadas en los géneros *Cercocebus* (seis especies), *Lophocebus* (dos especies) y *Rungwecebus* (una especie).



Macho adulto de *C. t. torquatus*.  
Imagen de Marc Escobar Toledano

Actualmente se considera que *C. torquatus* y *C. atys* son especies diferentes (**Kingdon, 1997; Groves, 2001; Grubb et al., 2003**) aunque anteriormente *C. atys* estaba considerada una subespecie de *C. torquatus* (**Groves, 1978**). El mangabey de collar es un animal esbelto y de tamaño medio (45-67 cm de longitud y entre 5-11 kilos de peso) que presenta una larga cola (de hasta 70 cm). Se caracteriza por su pelaje que varía del marrón al gris y por el característico color blanco presente en los párpados (**Groves, 2001; Kingdon, 1997**). La coloración blanca se encuentra desde la barbilla y hasta la base y la punta de la cola pasando por toda la zona ventral del cuerpo. Mientras que la zona posterior de la cabeza también es de color blanco, la zona frontal y superior se caracteriza por el color marrón-rojizo que caracteriza su nombre inglés (*red-capped* o *red-crowned* mangabey). La zona frontal, así como las orejas y el hocico, son oscuras (gris o negro). Como el resto de mangabeys, esta especie también cuenta con abazones que utiliza para acumular el alimento que puede ser muy diverso ya que se trata de una especie omnívora que aunque se alimenta de semillas, insectos, y varias especies de vegetación herbácea, su dieta está principalmente caracterizada por el consumo de frutas (**Mitani, 1989**). Existe un importante dimorfismo sexual en tamaño siendo la longitud cabeza-cuerpo de la hembra (5-8 kg) un 80% del tamaño del macho (7-13kg) (**Kingdon, 1997**). Los machos presentan callosidades isquiáticas (engrosamientos de la piel situadas en la parte inferior de la pelvis) continuas, mientras que en el caso de las hembras, son discontinuas ya

que durante el estro aparece entre ellas la prominencia sexual (*swelling*) que indica a los machos el momento de máxima fertilidad. El ciclo menstrual se repite cada 30 días y la gestación se prolonga entre 160-170 días tras los cuales nacerá una sola cría por parto. El hábitat natural del mangabey de collar es el bosque primario pero se les puede encontrar en manglares, bosques de galería y de pantano así como en bosques secundarios jóvenes y alrededor de zonas cultivadas (**Maisels et al. 2007**). Se desplaza principalmente por el suelo mientras forrajea entre los restos de vegetación (**Chalmers, 1968; Jones and Sabater Pi, 1968; Mitani, 1989**), aunque no dudan en trepar a los árboles para conseguir alimento (**Astaras et al. 2011; Mitani, 1989**). Viven en grupos de hasta 14-23 individuos con estructura social harem o multimacho-multihembra (**Jones and Sabater-Pi, 1968**). Utiliza la cola y la exposición de los párpados blancos para comunicarse con otros individuos sobre todo durante los despliegues agresivos y las presentaciones sociales (**Field, 2007**). Forma agrupaciones mono y poli-específicas con varias especies de primates de los géneros *Myopithecus*, *Cercopithecus*, *Lophocebus* y *Mandrillus* (**Astaras et al., 2011; Cooke, 2005; Jones and Sabater-Pi, 1968; Mitani, 1991**).

Se encuentran en los bosques de la costa oeste África occidental, desde Nigeria y sur de Camerún, hasta Guinea Ecuatorial, Gabón y Congo (**Kingdon, 1997; Maisels et al. 2007**). Su población en libertad está disminuyendo debido a la pérdida de hábitat y a la caza a la que está sometida ya que en algunos lugares



Distribución de *C. t. torquatus* (Fuente: <http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=420>)

se les considera una especie perjudicial para la agricultura, debido a lo cual está categorizada como vulnerable según IUCN (**Oates et al., 2008**).

**Cuadro 2: Descripción del dril**

El dril (*Mandrillus leucophaeus*, Cuvier, 1807) pertenece a la familia Cercopithecidae dentro del Orden Primates donde también se incluye su pariente más cercano, el mandril (*Mandrillus sphinx*). Actualmente se considera la existencia de dos subespecies muy similares entre sí, *M. l. leucophaeus* formada por los ejemplares continentales, y *M. l.*



Macho adulto de *M. leucophaeus*  
Imagen de Marc Escobar Toledano

*poensis* encontrada en la isla de Bioko, Guinea Ecuatorial (**Oates and Butynski, 2008**).

Se trata de una especie de gran tamaño de entre 65-95 cm de longitud donde se aprecia un elevado dimorfismo sexual en tamaño ya que los machos (15-25 kg) son de mayor tamaño que las hembras (12-15 kg) (**Hill, 1970; Kingdon, 1997; Setchell et al., 2001**). Ambos sexos se caracterizan por su pelaje verde oliva-marrón oscuro y por su cara negra carente de pelaje. El morro es más prominente en machos (poseen unos grandes caninos) y las orejas negras son característicos de esta especie. Poseen una cola muy corta (8 cm) y en la zona genital se puede observar una coloración vistosa en los machos (rojo, azul, violeta) que destaca con el resto del cuerpo. Sólo los machos poseen glándulas pectorales que utilizan para el marcaje del territorio (en ramas y troncos de árboles) y como señal de su presencia hacia otros machos (**Kingdon, 1997**). Ambos sexos presentan callosidades isquiáticas y durante el ciclo menstrual, en las hembras aparece una inflamación en la zona perianal (*swelling*) que va incrementando en tamaño e intensidad indicando que la hembra es receptiva. Tras el embarazo que se alarga entre 167-176 días, nace una sola cría por parto. Es una especie de régimen omnívoro que consume frutas, semillas, raíces e insectos (**Kingdon, 1997**). En Bioko se alimenta de crustáceos, cerca de los ríos y de cocos (**Butynski and Koster, 1989; Gartlan, 1970**). El desplazamiento se realiza de forma cuadrúpeda por el bosque tropical primario o secundario, y desde la montaña hasta el litoral. Nunca se encuentra en campo abierto ni alejado del

bosque. En la isla de Bioko se encuentra en las zonas más inaccesibles de la isla a una altitud de entre 0 y 1000 m, a pesar de que también se haya observado a mayor altitud (**Butynski and Koster, 1989; Maté and Colell, 1995; Wild et al., 2005**). Los grupos de driles (harem) son flexibles y están formados por entre 5-30 animales aunque se han observados agrupaciones de mayor tamaño, bandas, de hasta 200 ejemplares (**Gadsby, 1990; Gartlan, 1970; Kingdon, 1997; Oates and Butynski, 2008**). Se trata de una especie simpátrida que se ha observado con otras especies del género *Cercocebus*, especialmente con mangabey de collar, *Cercopithecus* y *Ptilocolobus* (**Astaras et al., 2007, 2011; Gartlan and Struhsaker, 1972; Mitani, 1991**).

Su área de distribución se sitúa entre el norte de Camerún y el sudeste de Nigeria, entre los ríos Sanaga y Cross, siendo en Camerún donde se sitúa el mayor porcentaje de la población (**Wild et al.,**



Distribución de *M. leucophaeus* (Fuente: <http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=12753>)

**2005**). Además se encuentra en la isla de Bioko, en el Golfo de Guinea (**Grubb, 1973**). Las poblaciones salvajes están amenazadas debido a la caza y a la destrucción de la selva provocada por la deforestación que afecta África Ecuatorial. Se estima que quedan menos de 5000 ejemplares en Bioko (**Colell et al., 1994; Hearn et al. 2006**) y menos de 3000 en la zona continental (**Gadsby et al., 1994**). Por ello la IUCN ha catalogado a esta especie como En Peligro (**Oates and Butynski, 2008**).



## OBJETIVOS Y ESTRUCTURA DE LA TESIS





## OBJETIVOS DE LA TESIS

La presente tesis doctoral tiene como objetivo abordar diferentes aspectos del bienestar animal en cautividad de dos especies de primates africanos: el mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*) y el dril (*Mandrillus leucophaeus poensis*). El estudio se centra en evaluar diferentes aspectos sobre el comportamiento y el uso del espacio de ambas especies en las instalaciones del Zoo de Barcelona, como medidas de su grado de bienestar. Con este propósito general, se establecieron los siguientes objetivos:

1. Evaluar los cambios de comportamiento en el mangabey de collar tras la aplicación de un programa de enriquecimiento estructural (duplicación del tamaño de la instalación), tanto a nivel grupal como individual.
2. Analizar los cambios en el uso del espacio del mangabey de collar tras la aplicación del mencionado programa de enriquecimiento estructural.
3. Evaluar los cambios de comportamiento en una pareja de driles tras la aplicación de un programa de enriquecimiento estructural (traslado a una instalación semi-naturalizada).
4. Analizar los cambios en el uso del espacio de dicha pareja de driles tras la aplicación del mencionado enriquecimiento estructural.
5. Evaluar la influencia del método de cría en el comportamiento de dos subadultos de mangabey de collar y de dril.



## ESTRUCTURA DE LA TESIS

Con el fin de alcanzar los objetivos propuestos, la tesis se ha organizado en tres capítulos. Dos de ellos, capítulos 1 y 2, con dos secciones cada uno, y un capítulo, capítulo 3, con una sola sección.

En el Capítulo 1 se estudia el efecto que la duplicación en superficie de la instalación (enriquecimiento estructural) tiene sobre el mangabey de collar.

Evaluación del programa de enriquecimiento estructural en el comportamiento del mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*) (Capítulo 1, Sección 1.1).

Análisis del uso del espacio en un grupo de mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*) tras la aplicación de un programa de enriquecimiento estructural (Capítulo 1, Sección 1.2.)

En el Capítulo 2 se estudia el efecto que tiene un programa de enriquecimiento estructural sobre una pareja de driles.

Evaluación del programa de enriquecimiento estructural en el comportamiento de una pareja de dril (*Mandrillus leucophaeus poensis*) (Capítulo 2, Sección 2.1.).

Análisis del uso del espacio en una pareja de dril tras la aplicación de un programa de enriquecimiento estructural (Capítulo 2, Sección 2.2.)

El Capítulo 3 aborda un único estudio basado en el efecto que tiene la resocialización (enriquecimiento social) sobre dos crías.

Influencia del método de cría sobre el comportamiento en subadultos de dos especies de cercopitécidos criados de forma manual (Capítulo 3, Sección 3.1.).



## CAPÍTULO 1

### Efecto de un enriquecimiento estructural sobre el mangabey de collar





## **SECCIÓN 1.1.**

**Evaluación del programa de enriquecimiento estructural en el comportamiento del mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*)**

## RESUMEN

Para evaluar el programa de enriquecimiento ambiental estructural, se comparó el comportamiento de un grupo de mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*) en dos instalaciones diferentes. Los cambios de instalación consistieron en la duplicación de la superficie y la incorporación de nuevos elementos estructurales internos. Las observaciones se llevaron a cabo 12 veces por semana en cada instalación con un registro focal temporal instantáneo de un total de 144 horas (72 horas línea base y 72 horas de enriquecimiento estructural). En este estudio se analizó el efecto del enriquecimiento estructural sobre la conducta durante el primer trimestre tras su implementación. La efectividad de dicho programa se puso a prueba tres meses más tarde. Con el enriquecimiento se esperaban incrementar los valores observados de locomoción, alimentación y exploración, y reducir la inactividad, conducta anormal y no visible. Al finalizar el estudio los resultados mostraron un aumento estadísticamente significativo de la locomoción, mantenimiento y exploración, y una disminución de la vigilancia, conducta anormal y no visible. Sería necesario monitorear el grupo durante un período de tiempo más prolongado para determinar la variación de los comportamientos estudiados a largo plazo.

## INTRODUCCIÓN

Muchos de los estudios que actualmente se realizan en los zoológicos tienen como objeto principal garantizar el bienestar de sus animales, así como identificar y mejorar las deficiencias que puedan detectarse en su manejo. **Gibbons et al. (1994)** definen el bienestar como "libertad para mostrar el repertorio conductual típico de la especie". A veces los animales se encuentran bajo unas condiciones que les impiden expresar su repertorio comportamental, por ello, y para promover la aparición de los comportamientos típicos de la especie y reducir aquellos comportamientos que no se observan en libertad como la conducta anormal o las estereotipias, se utilizan los programas de enriquecimiento ambiental que aumentan las oportunidades para que los comportamientos deseados se puedan expresar (**Mellen and McPhee, 2001**). Sin embargo, implementar programas de enriquecimiento requiere también una evaluación de su eficiencia. Por esta razón, un buen programa de enriquecimiento necesita establecer objetivos, realizar un diagnóstico o línea base, evaluarlo y modificarlo si fuera necesario.

De los seis tipos de enriquecimiento ambiental que existen (**Bloomsmith et al., 1991**), el que con más frecuencia se aplica es el enriquecimiento estructural. Este tipo de enriquecimiento se traduce en una mejora del ambiente ya que permite a los animales el acceso a nuevas áreas y estructuras promoviendo las interacciones sociales, especialmente en primates (**Kessel and Brent, 1996**). Los cambios en las instalaciones deben facilitar zonas de refugio donde protegerse de los propios congéneres o bien de la presencia humana, así como zonas de sol y sombra, y áreas con elementos móviles (**Reinhardt and Reinhardt, 1999**). Las instalaciones además deben aportar una suficiente variedad de elementos estructurales como para permitirles expresar todo su repertorio comportamental (**Shepherdson, 1998; Young, 2003**). Para los primates, los factores espacio y su complejidad influyen en la probabilidad de evitar que se presenten comportamientos anormales y aumenten la capacidad de controlar las interacciones sociales (**Altman, 1999; Neveu and Deputte, 1996**). Cuando cambiamos el

entorno y añadimos zonas, estructuras o accesorios, es importante determinar si los animales experimentan cambios en su comportamiento ya que esta información permite el diseño de instalaciones más adecuadas (**Kessel and Brent, 1996**). Se hace necesario por lo tanto, hacer una evaluación de los programas de enriquecimiento para ver si éstos logran los objetivos que se propusieron, para planificar nuevos programas de enriquecimiento o bien para reconsiderar posibles ajustes en el que se esté desarrollando (**Hawkins, 1999; Oliva-Purdy, 1997**).

Es necesario saber en qué medida la mejora del bienestar de los animales, atribuida generalmente por los beneficios de los programas de enriquecimiento, es de hecho, una mejora en su bienestar. Es importante que la evaluación se realice en una escala temporal adecuada para discernir si los cambios en el patrón de actividad diario (PAD) se mantienen. Por ello se han llevado a cabo muchos estudios para evaluar la eficacia de los programas de enriquecimiento a lo largo del tiempo (**Clark and Melfi, 2012; Ryan et al., 2012**).

Existe poca información sobre el comportamiento del mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*) en libertad (**Jones and Sabater Pi, 1968; Mitani, 1989; Range, 2006**). No se ha encontrado ningún trabajo en esta especie que evalúe un programa de enriquecimiento estructural a partir de la comparación de su patrón de actividad diario antes y después de la aplicación de un programa de enriquecimiento. Sin embargo esta evaluación sí que se ha realizado en otras especies de primates como papiones (*Papio hamadryas*, **Bortolini and Biccamarques, 2001**), macacos rhesus (*Macaca mulatta*, **Shapiro et al., 1997**) o langures (*Presbytis entellus*, **Little and Sommer, 2002**). Esta evaluación es fundamental tanto para conocer los efectos sobre los individuos, como los costes de inversión y el retorno de dichos costes en la mejora de las condiciones del grupo.

El objetivo principal de este estudio fue determinar si existían cambios en el patrón de actividad diario, tanto en el primer y en el segundo trimestre tras la aplicación de un enriquecimiento estructural. Esto se analizó a través del registro del comportamiento del que se obtuvo el patrón de actividad diario del grupo y de cada uno de sus miembros. La hipótesis

de partida fue que la locomoción, la exploración y la conducta social deberían aumentar tras la aplicación del programa de enriquecimiento, mientras que los comportamientos anormales, la inactividad y el no visible deberían disminuir. La posible efectividad del programa de enriquecimiento y su importancia en la mejora del bienestar de esta especie serán discutidas.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

El estudio se realizó con cuatro ejemplares de mangabey de collar que formaban un grupo unimacho con tres hembras alojados en el Zoo de Barcelona (**Tabla 3**). Las hembras comprendían un rango de edad comprendida entre los 3 y los 18 años. El macho al menos tenía 17 años, pero su edad exacta se desconocía.

### **Alojamiento y manejo**

Los animales se alojaban dentro del área denominada galería de primates arborícolas. En dicha galería, las instalaciones estaban colocadas en batería y todas tenían las mismas características (4.6 m de largo x 5 m de ancho x 4.8 m de altura). La parte posterior de estas instalaciones estaba recubierta por fibra de vidrio. Los laterales estaban delimitados por tela metálica y, en la parte frontal, se encontraba un gran cristal que permitía al público ver a los animales. El techo estaba parcialmente cubierto en la parte posterior y estaba delimitado por tela metálica. El suelo, que era de cemento, estaba cubierto por corteza de pino. En la parte posterior, y a lo largo de las diez instalaciones, había una plataforma de fibra de vidrio que constituía el punto más alto donde podían estar los animales. En la parte posterior, y a nivel del suelo, se encontraban dos puertas tipo guillotina que permitían el acceso de los animales a los dos dormitorios (de 5m<sup>2</sup> cada uno). El alimento se distribuía tres veces al día, dos tomas cuando los animales se encontraban en el exterior (una antes de las 9:00 cuando salían al exterior, y otra entre las 13:00 y las 15:00) y una toma en las instalaciones interiores al finalizar el día (entre las 17:00 y las 20:00 horas, en función del horario de cierre del parque). Cada instalación

exterior tenía un bebedero automático que ofrecía agua *ad libitum*. El estudio consistió en comparar datos de comportamiento en una instalación ampliada (instalación 2) respecto a otra que era ocupada anteriormente por los ejemplares de mangabey de collar (instalación 1).

### **Instalación 1: Línea base (LB)**

Durante la primera parte del estudio, la línea base (LB), los animales se encontraban en la última de las instalaciones del complejo de primates arborícolas. En su interior y como accesorios, podíamos encontrar dos redes de cuerda situadas en las zonas más cercanas al público y varias cuerdas que colgaban desde el techo. Los elementos estructurales principales estaban formados por troncos de diferentes tamaños y plataformas de fibra de vidrio en la pared posterior y el lateral derecho de la instalación.

### **Instalación 2: Enriquecimiento estructural (EE)**

El enriquecimiento estructural (EE) consistió en la incorporación de la instalación adyacente duplicando el espacio disponible. Además del mobiliario de la LB, con el enriquecimiento se incorporaron nuevos elementos estructurales y plataformas en la parte posterior, y accesorios como cuerdas y troncos naturales móviles, distribuidos por todo el espacio.

### **Recogida de datos y fases de estudio**

La recogida de datos tuvo lugar entre julio de 2005 y marzo de 2006. Durante el mes de julio se realizaron las observaciones preliminares en las que se utilizó la regla de muestreo *ad libitum* (un total de 40 horas) para la identificación de los individuos y para la elaboración del etograma formado por 10 categorías conductuales diferentes: locomoción, alimentación,

**Tabla 3:** Información sobre los ejemplares de mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*) de este estudio. Se indica el nombre del animal, sexo (M: macho, H: hembra), número identificador en EAZA (*European Association of Zoos and Aquaria*), número identificador dentro del *studbook* europeo, edad al inicio del estudio (a: años, m: meses), clase de edad (A: adulto, S: subadulto, J: juvenil), lugar de origen (WB: nacido en libertad; CB: nacido en cautividad), tipo de crianza que tuvo el animal (*Hand-rearing*: criada por humanos; Parental: criado por su madre), genealogía e identificación utilizada en el manuscrito para identificar a los ejemplares.

Nombre	Sexo	EAZA ID	STB ID	Edad	Clase Edad	Origen	Crianza	Genealogía	Identificación
Daniel	M	6327	75	~17y	A	WB	Desconocida	Desconocida	AM
Alma	H	4069	69	18a 9m	A	CB	<i>Hand-rearing</i>	39 x 21	AH
Buna	H	7020	184	5a 5m	S	CB	Parental	75 x 69	SH
Nina	H	8002	198	3a 7m	J	CB	Parental	75 x 69	JH

mantenimiento, exploración, vigilancia, inactividad, conducta social afiliativa, conducta social agonística, conducta anormal y no visible. Asimismo, durante las observaciones preliminares, se diseñó la hoja de registro que se puso a prueba para determinar su eficacia siguiendo la metodología propuesta por **Altman (1974)**. Se utilizó un muestreo focal temporal instantáneo con intervalos cada minuto y con una duración de 15 minutos para recoger los datos en cada sesión de observación (**Altman, 1974; Martin and Bateson, 1993**).

Para que el orden de observación fuera aleatorio, se lanzaba un dado asociando cada animal a un número (1: AM, Daniel, 2: AH, Alma, 3: SH, Buna, 4: JH, Nina). Este proceso se realizaba antes de llegar a la instalación y de observar a los sujetos para evitar posibles sesgos de actividad. Una vez que un individuo había sido observado en una sesión de observación, no se volvía a observar hasta completar la observación del resto de conoespecíficos. Este proceso se combinaba con el seguimiento de un calendario mensual que determinaba las horas en que los animales debían ser observados. De este modo, las observaciones se repartieron de forma equitativa en tres franjas horarias (mañana: 10:00-12:00, mediodía: 13:00-15:00, y tarde: 16:00-19:00) con el objeto de disponer de registros representativos de comportamiento a lo largo de todo el día. Los 10 comportamientos observados fueron agrupados en tres grandes categorías: conductas solitarias (5), conductas sociales (2) y otras conductas (3) (**Tabla 4**). Siguiendo esta metodología se pretendió obtener el porcentaje determinado para cada una de las conductas o patrón de actividad diario (PAD) de cada individuo.

El estudio se dividió en dos fases, cada una de ellas asociada a una instalación diferente. La primera instalación se correspondió con la línea base (LB, fase 1) y la segunda con la ampliación de la instalación (enriquecimiento estructural, EE, fase 2). En cada una de las dos fases experimentales se recogieron datos sobre el comportamiento de los animales. Las sesiones de registro de la LB se realizaron entre agosto y septiembre de 2005, realizándose un total de 72 horas de observación (18 horas por individuo). Durante esta fase, los animales se encontraban en las instalaciones exteriores desde la apertura del zoo hasta su cierre. A pesar

de que este horario se modificaba a lo largo del año, durante la BL el horario de apertura (10:00) y cierre (20:00) del parque era el mismo por lo que los animales se encontraban una media de 10 horas en las instalaciones exteriores. Las observaciones de la fase EE, se realizaron entre octubre de 2005 y marzo de 2006. El tiempo necesario para obtener la misma cantidad de horas de observación de cada ejemplar (18 horas) fue superior a la de la fase BL, ya que durante otoño e invierno los animales se encontraban menos tiempo en las instalaciones exteriores. Durante esta fase el horario de apertura (10:00) y cierre del parque (19:00 durante octubre y 17:30 de noviembre-marzo), se modificó con respecto al de LB. En este caso, pasaban entre 7 y 9 horas en las instalaciones exteriores. Igual que en la LB, las horas de observación se repartieron a lo largo del día en las diferentes franjas horarias previamente establecidas y el orden de observación de los ejemplares fue también aleatorio. Las observaciones realizadas durante esta fase se dividieron en dos trimestres para evaluar el enriquecimiento. La primera parte, de octubre a diciembre 2005 (EE<sub>1-3m</sub>), se correspondía con los tres primeros meses transcurridos desde la aplicación del programa de enriquecimiento estructural. La segunda parte, se correspondía con las observaciones realizadas en los tres meses posteriores, entre enero y marzo 2006 (EE<sub>4-6m</sub>).

### **Análisis de los datos**

El patrón de actividad diario de cada una de las fases (BL, EE<sub>1-3m</sub> y EE<sub>4-6m</sub>) se calculó mediante la  $\chi^2$  Pearson con los residuos ajustados corregidos considerando el valor 1.96 (en valor absoluto) como test estadístico de la distribución normal, y asumiendo el 0.05 como nivel de significación (**Haberman, 1978**). Para ello, se utilizó el paquete estadístico SPSS para Windows (*Statistical Package for the Social Sciences*) versión 19.0. Para conocer si los cambios observados en los comportamientos se mantenían a lo largo del tiempo, se compararon las fases LB vs. EE<sub>1-3m</sub> y LB vs. EE<sub>4-6m</sub>.

**Tabla 4:** Etograma utilizado para la recogida de los datos comportamentales en los ejemplares de mangabey de collar.

<b>Categoría</b>	<b>Comportamiento</b>	<b>Definición</b>
<b>Solitarias</b>	<b>Locomoción</b>	El animal se mueve de un lugar a otro de la instalación cambiando de localización en el espacio.
	<b>Alimentación</b>	El animal introduce alimento en su boca, lo mastica o lo ingiere. Se incluye el forrajeo y beber agua.
	<b>Mantenimiento</b>	Cualquier comportamiento solitario que realice el animal y resulte en una mejora del bienestar físico (cambio de postura, rascarse) o fisiológico (orinar, defecar).
	<b>Exploración</b>	El animal examina la instalación y los elementos que hay en ella mediante los órganos de los sentidos. Incluye la manipulación y utilización de objetos.
	<b>Vigilancia</b>	El animal está en alerta, con los ojos abiertos y prestando atención a lo que sucede en su entorno.
<b>Sociales</b>	<b>Afiliativas</b>	Todas aquellas conductas en las que intervienen dos o más individuos y que tienen como objetivo mejorar las relaciones sociales entre ellos. Incluye el acicalamiento social, los abrazos y la protección de los compañeros. Se incluye la conducta sexual.
	<b>Agonísticas</b>	Todas aquellas conductas en las que intervienen dos o más individuos y que tienen como objetivo indicar la jerarquía, dominancia y sumisión entre los animales. Incluyen las presentaciones jerárquicas, los desplazamientos y las suplantaciones entre otras.
<b>Otras</b>	<b>Inactividad</b>	El animal está quieto, con la musculatura relajada, con los ojos abiertos o cerrados pero sin prestar atención a los estímulos de su entorno.
	<b>Anormal</b>	El animal realiza comportamientos repetitivos tales como movimientos estereotipados de un lugar a otro de la instalación, autolesionarse o arrancarse el pelo compulsivamente.
	<b>No visible</b>	El animal y/o su conducta no están visibles para el observador.

## RESULTADOS

### Línea base (LB)

El grupo pasó la mayor parte del tiempo de observación realizando la conducta de alimentación (30%), mientras que las conductas de “locomoción”, “mantenimiento”, “vigilancia”, “conducta afiliativa” y “no visible” representaron entre un 10-14% de su patrón de conducta. La inactividad representó una pequeña parte de su patrón de actividad (6%). El resto de comportamientos (“exploración”, “conducta agonística” y “conducta anormal”) fueron minoritarios ya que sólo representaron entre el 1 y el 4% del patrón de actividad observado (Figura 4).

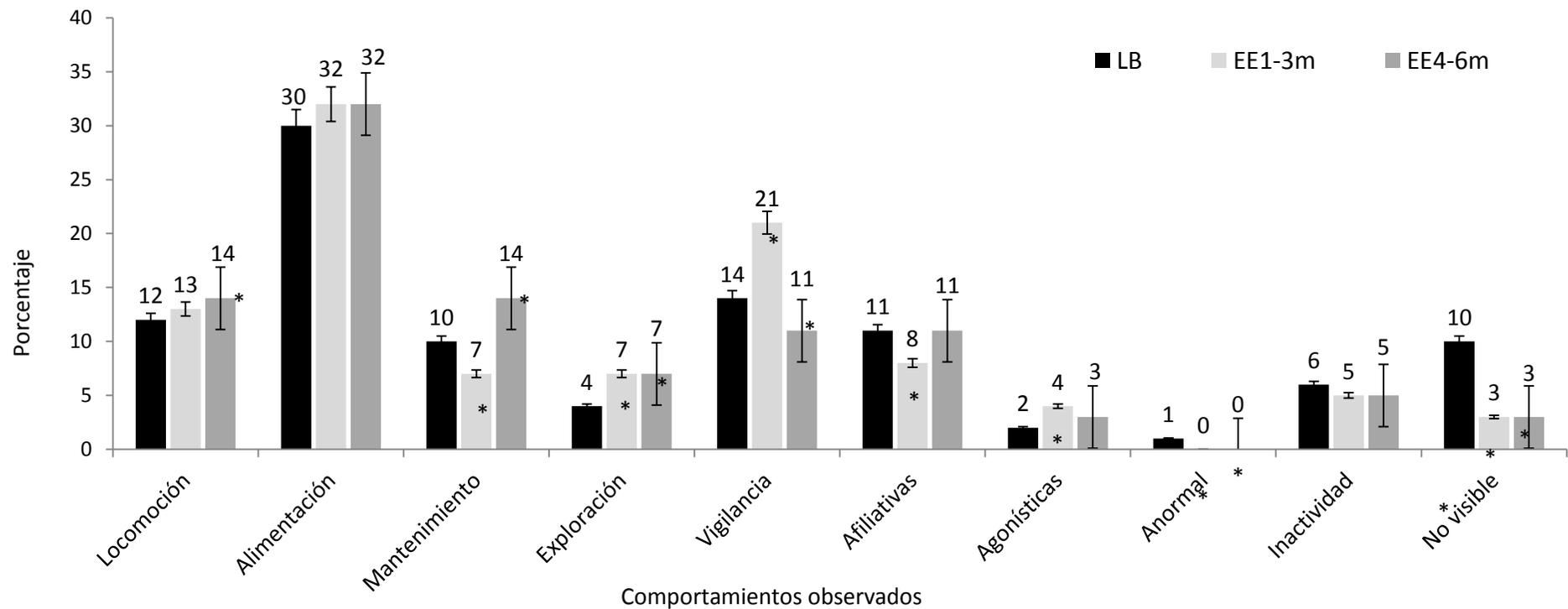
La conducta más observada en el macho adulto (AM) fue la de “no visible” (28%) seguida de la conducta de “alimentación”, de “vigilancia” y de la “conducta afiliativa” (entre un 15 y 20%). Los comportamientos menos representativos de su patrón de actividad fueron los de “mantenimiento”, “exploración”, las “conductas agonísticas” y las “conductas anormales” (<5%). La “locomoción” y la “conducta alimentaria” fueron dos de los comportamientos más observados en las tres hembras (entre 12 y 38%). En la hembra adulta (AH) y subadulta (SH) el “mantenimiento” también fue muy observado (13 y 16% respectivamente). También tuvieron frecuencias relativamente elevadas los comportamientos de “vigilancia” y de “inactividad” en AH (16% ambos), así como la “conducta afiliativa” en SF y en la hembra juvenil (JH) (13 y 14% respectivamente). En las hembras, los comportamientos menos observados fueron la “exploración” (entre 1 y 9%), “conductas agonísticas” (entre 1 y 4%), “conducta anormal” (1% en AF y SF) y “no visible” (entre 2 y 4%; **Tabla 5**).

### Enriquecimiento estructural

#### Primer trimestre (EE<sub>1-3m</sub>)

Durante EE<sub>1-3m</sub> el grupo dedicó más tiempo a la “locomoción”, “alimentación” y “vigilancia”

**Figura 4:** Patrón de actividad diario para el mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*) en el Zoo de Barcelona durante las tres fases del estudio: línea base (LB), primer trimestre (EE<sub>1-3m</sub>) y segundo trimestre (EE<sub>4-6m</sub>) tras la aplicación del enriquecimiento estructural. El valor para cada comportamiento está expresado en porcentaje (%). Las diferencias estadísticamente significativas (para P<0.01) entre LB y la fase de enriquecimiento EE<sub>1-3m</sub> ( $\chi^2=157.25$ , g. d. l. = 9) y entre LB y la otra fase de enriquecimiento EE<sub>4-6m</sub> ( $\chi^2=162.78$ , g. d. l. = 9) se muestran con un asterisco (\*).



Donde: LB: línea base, EE<sub>1-3m</sub>: primer trimestres tras el enriquecimiento, y EE<sub>4-6m</sub>: segundo trimestre tras el enriquecimiento

**Tabla 5:** Observaciones del patrón de actividad para el mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*) antes del enriquecimiento (LB), durante los tres primeros meses tras el enriquecimiento estructural (ampliación de la instalación) (EE<sub>1-3m</sub>) y durante los tres meses siguientes (EE<sub>4-6m</sub>). Los valores se expresan en porcentajes (%) y las diferencias significativas (P < 0.01) se indican mediante un asterisco (\*) para las comparaciones entre LB vs. EE<sub>1-3m</sub> y LB vs. EE<sub>4-6m</sub>.

		Locomoción	Alimentación	Mantenimiento	Exploración	Vigilancia	Afiliativa	Agonística	Anormal	Inactividad	No visible
<b>Macho</b>	<b>LB</b>	7	15	4	1	20	16	2	0	7	28
<b>Adulto</b>	<b>EE<sub>1-3m</sub></b>	14*	10*	6	3*	39*	13	6	0	5	4*
<b>(AM)</b>	<b>EE<sub>4-6m</sub></b>	21*	23*	11*	1	18	13	4*	0	5	4*
<b>Hembra</b>	<b>LB</b>	12	29	13	1	16	6	4	1	16	2
<b>Adulta</b>	<b>EE<sub>1-3m</sub></b>	5*	40*	9*	6*	18	4	3	0*	12	3
<b>(AH)</b>	<b>EE<sub>4-6m</sub></b>	13	32	18	8*	8*	3	3	0*	12*	3
<b>Hembra</b>	<b>LB</b>	14	38	16	4	7	13	1	1	3	3
<b>Subadulta</b>	<b>EE<sub>1-3m</sub></b>	19*	43	6*	6	13*	6*	3*	0*	2	2
<b>(SH)</b>	<b>EE<sub>4-6m</sub></b>	9*	39	11	13*	8	12	3*	0*	1*	4
<b>Hembra</b>	<b>LB</b>	19	34	7	9	8	14	2	0	3	4
<b>Juvenil</b>	<b>EE<sub>1-3m</sub></b>	15	35	6	12	12	10	3	1	2	4
<b>(JH)</b>	<b>EE<sub>4-6m</sub></b>	15	34	13*	8	9	17	2	0	1*	1*

Donde: LB: línea base, EE<sub>1-3m</sub>: primer trimestre tras el enriquecimiento, y EE<sub>4-6m</sub>: segundo trimestre tras el enriquecimiento

(entre un 13 y un 32%), mientras que “conducta agonística”, “anormal”, “inactividad” y “no visible” fueron los comportamientos menos observados (**Figura 4**).

Durante esta fase, a nivel individual, el comportamiento más destacado en el macho adulto (AM, **Tabla 3**) fue la “vigilancia” (39%), seguida por la “locomoción”, “alimentación” y “conducta afiliativa” (entre un 10 y un 14%) mientras los menos observados fueron la “exploración”, “conducta anormal” y “no visible” (<5%). Los comportamientos mayoritarios (entre 12 y 40%) en el patrón de actividad de la hembra adulta (AH) fueron la “alimentación”, “vigilancia” e “inactividad”. A excepción del “mantenimiento” (9%) y la “exploración” (6%), el resto de comportamientos observados fueron minoritarios ya que no superaban el 5% del patrón de actividad del animal. Aunque los niveles de “locomoción” (19%) y “vigilancia” (13%) son elevados, los niveles de “alimentación” observados en la hembra subadulta (SH) ocupan el 43% de su patrón de actividad, siendo la conducta mayoritaria en este ejemplar. Por ello, el resto de comportamientos se consideran minoritarios ya que a excepción de las conductas de “mantenimiento”, “exploración” y “comportamientos sociales afiliativos” (6%), ninguno de ellos alcanzó el 5% del tiempo de actividad. En el caso de hembra juvenil (JH) las conductas minoritarias (<5%) se correspondieron con la “conducta social agonística”, “anormal”, “inactividad” y “no visible”. Las conductas más observadas se corresponden con la “locomoción”, “exploración”, “vigilancia” y “conducta social afiliativa” (entre el 10 y el 15%) destacando la conducta alimentaria con un 35% de la actividad (**Tabla 5**).

### **Segundo trimestre (EE<sub>4-6m</sub>)**

En la fase EE<sub>4-6m</sub>, la “alimentación” fue el comportamiento más observado (32%) seguido por la “locomoción” y “mantenimiento”, y la “vigilancia” y “conducta social afiliativa” (entre un 11 y un 14% del patrón de actividad del grupo). Las conducta “agonística”, “anormal”, “inactividad” y “no visible” fueron los comportamientos menos observados (**Figura 4**).

En AM los comportamientos más representativos fueron la “locomoción”, “alimentación”, “mantenimiento”, “vigilancia” y “conducta social afiliativa” representando entre el 11 y el 23% de su patrón de actividad diario. Los niveles de actividad más elevados para AH fueron observados en las conductas de “locomoción”, “alimentación”, “mantenimiento” e “inactividad” (entre un 12 y un 32%) mientras que el resto, exceptuando “exploración” y “vigilancia”, fueron conductas minoritarias (<5%). SF presentó mayores valores en “alimentación”, “mantenimiento”, “exploración” y “conducta social afiliativa” (entre 11 y 39%), mientras que JH lo hizo en “locomoción”, “alimentación”, “mantenimiento” y “conducta afiliativa” (entre el 13 y el 34%). De forma minoritaria, se observaron las conductas “agonísticas”, “inactividad” y “no visible” en ambos individuos. A pesar de que la “conducta anormal” se observó durante esta fase, el número de observaciones no fue suficiente como para tener representación (**Tabla 5**).

#### **Cambios comportamentales tras el primer trimestre (LB vs. EE<sub>1-3m</sub>)**

En el grupo de mangabey estudiado, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre las fases LB y EE<sub>1-3m</sub> en las frecuencias de siete comportamientos registrados (**Figura 4**). Durante la fase SE<sub>1-3m</sub>, las conductas de “mantenimiento”, “conducta social afiliativa”, “anormal” y “no visible” se redujeron respecto a los valores observados durante la LB, mientras que los comportamientos de “exploración”, “vigilancia” y “conducta agonística” se vieron incrementados (**Figura 4**).

En AM las diferencias estadísticamente significativas se obtuvieron entre las frecuencias de los comportamientos de “locomoción”, “alimentación”, “exploración”, “vigilancia” y “no visible” ( $\chi^2=163.35$ , g. d. l. = 9,  $P < 0.001$ ). Los comportamientos de “locomoción”, “exploración” y “vigilancia” se vieron incrementados en este ejemplar, mientras que la conducta alimentaria y el “no visible” se redujeron. En AH, las diferencias estadísticamente significativas se obtuvieron en cinco de los comportamientos registrados

( $\chi^2=62.56$ , g. d. l. = 9,  $P < 0.001$ ). Aquellos que se vieron incrementados fueron el de “alimentación” y “exploración”, mientras que el de “locomoción”, “mantenimiento” y las “conductas anormales” se redujeron. En SH se presentaron diferencias estadísticamente significativas en las frecuencias de “locomoción”, “mantenimiento”, “vigilancia”, “conducta social afiliativa y agonística”, y “conducta anormal” ( $\chi^2=60.06$ , g. d. l. = 9,  $P < 0.001$ ). En este ejemplar se incrementaron las conductas de “locomoción”, “vigilancia” y “conductas agonísticas”. El resto de comportamientos disminuyeron respecto a los valores registrados durante la LB. En JH no se observaron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los comportamientos analizados entre ambas fases del estudio ( $\chi^2=12.77$ , g. d. l. = 9,  $P = 0.173$ )

**(Tabla 5).**

#### **Cambios comportamentales tras el segundo trimestre (LB vs. EE<sub>4-6m</sub>)**

En el grupo de mangabey, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre LB y EE<sub>4-6m</sub> en seis comportamientos ( $\chi^2=162.78$ , g. d. l. = 9,  $P < 0.001$ ). Durante EE<sub>4-6m</sub> los comportamientos de “locomoción”, “mantenimiento” y “exploración” se incrementaron, mientras que la “vigilancia”, “conducta anormal” y el “no visible” se redujeron (**Figura 4**).

En AM, tales diferencias se obtuvieron en cinco comportamientos ( $\chi^2=168.64$ , g. d. l. = 9,  $P < 0.001$ ). Se incrementa la “locomoción”, “alimentación”, “mantenimiento” y “conducta social agonística”. Sólo se redujo la frecuencia del “no visible” respecto a los valores que se habían registrado durante la LB. AH presentó diferencias estadísticamente significativas en la “exploración” que se incrementó en EE<sub>4-6m</sub>, y en las conductas de “vigilancia”, “anormal” e “inactividad” se redujeron tras el enriquecimiento ( $\chi^2=57.69$ , g. d. l. = 9,  $P < 0.001$ ). En SH los comportamientos en que se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ( $\chi^2=46.9$ , g. d. l. = 9,  $P < 0.001$ ) fueron la “locomoción”, “exploración”, “conducta agonística”, “anormal” e “inactividad”. Respecto a los valores de LB, durante EE<sub>4-6m</sub> se incrementaron los resultados en “exploración” y “conducta agonística”, mientras que los otros tres comportamientos se

redujeron. En JH las diferencias significativas se obtuvieron en el “mantenimiento”, que se incrementó, y en la “inactividad” y “no visible” que disminuyeron respecto los valores de BL ( $\chi^2=27.82$ , g. d. l. = 9,  $P = 0.01$ ; **Tabla 5**).

## DISCUSIÓN

El objetivo de los programas de enriquecimiento es incrementar los comportamientos indicadores de bienestar y, al mismo tiempo, reducir aquellos que indican lo contrario (**Maki and Bloomsmith, 1989; Mellen and MacPhee, 2001; Shepherdson, 1998**). Gracias a la metodología observacional utilizada, permitió comparar las frecuencias entre los comportamientos registrados antes del cambio y los obtenidos en dos periodos trimestrales posteriores a la implementación del programa de enriquecimiento estructural. De este modo se pretendía discernir entre los posibles cambios de comportamiento atribuibles al primer trimestre y los atribuibles al segundo trimestre.

Los resultados obtenidos muestran como todos los comportamientos se vieron influenciados tras la aplicación del programa de enriquecimiento estructural a excepción de la “inactividad” durante el primer trimestre post-enriquecimiento y la “conducta social afiliativa” durante el segundo trimestre. A pesar de ello, no en todos los sujetos del grupo el comportamiento se vio modificado en la misma forma o intensidad.

Durante el primer trimestre y a pesar de contar con un mayor espacio, el incremento observado en la “locomoción” fue insuficiente ya que no se aproxima a los valores observados en otros estudio sobre el patrón de actividad de otras especies de mangabey (mangabey gris: **Bernstein, 1976**; mangabey de mejillas grises: *Cercocebus (Lophocebus) albigena*: **Freeland, 1979; Waser, 1977**). Sólo en el macho adulto se observa un incremento en la “locomoción” tras el enriquecimiento aumentando durante el segundo trimestre hasta alcanzar los valores observados por **Waser (1977)**. Este incremento se podría asemejar a la conducta que tendría un macho adulto en su hábitat natural ya que al vivir en grupos multimachos-multihembras,

una de sus principales funciones es la de controlar y proteger al resto de miembros del grupo (**Bernstein, 1971**). Cuando los machos visitan nuevas áreas, se ha observado como los comportamientos relacionados con la defensa del territorio (“locomoción”, “exploración” y “conductas agonísticas”) y la detección de peligros (“vigilancia”), se ven incrementados (**Mitani, 1989**) tal y como se observa en el macho estudiado tras ampliar la instalación. La hembra incrementó la “locomoción” durante el primer trimestre pero no se mantuvo a lo largo del tiempo, reduciéndose hasta alcanzar unos valores inferiores a los observados en la línea base, durante el segundo trimestre estudiado. Esto pone de manifiesto cómo el incremento del tamaño de la instalación, no asegura en sí mismo el incremento de la “locomoción” que en nuestro caso no se aproximó en ningún caso al obtenido por **Bernstein (1976)** tras estudiar a un grupo de 40 mangabey gris (*Cercocebus atys*) en cautividad.

Estudios realizados con otras especies de primates sobre enriquecimiento estructural, obtuvieron un incremento en la “alimentación” (chimpancés: **Brent, et al., 1991**; tití cabeza de algodón: *Saguinus oedipus*, **Price, 1992**; langures: **Little and Sommer, 2002**). En nuestro estudio, tras ampliar la instalación, se observó este incremento de la conducta alimentaria en los ejemplares adultos. El aumento de la “alimentación” en la hembra adulta durante el primer trimestre tras el enriquecimiento, pudo deberse al hecho de que al incrementar la tasa de dispersión del alimento, se impedía que los animales dominantes desplazaran a los subordinados limitando por consiguiente su acceso al alimento. Este tipo de comportamiento de dominancia, descrito en esta especie (**Blois-Heulin and Jubin, 2004**) se puede evitar incrementando la complejidad estructural de la instalación, ya que ésta permite a los animales subordinados estar fuera de la vista de los dominantes, y ser mucho más eficientes en la obtención del alimento. Aunque en las hembras se presentan los mayores valores de conducta alimentaria durante el primer trimestre, los valores disminuyeron durante el segundo trimestre hasta aproximarse o igualar a los valores alimentarios de la línea base. A pesar de que en el macho se obtiene una reducción de la “alimentación” tras el enriquecimiento,

durante el segundo trimestre se incrementa respecto a los valores de la línea base, pero en ningún caso no alcanzó el valor observado en libertad (**Bernstein, 1976**). Todo ello nos hace pensar que el nuevo entorno ejerce una mayor influencia en la conducta alimentaria de las hembras que en el macho.

En primates sociales como los papiones, se ha descrito que los animales más dominantes son los que presentan una mayor frecuencia de comportamientos de “mantenimiento” probablemente como consecuencia de la tensión social que soportan (papión dorado; *Papio cynocephalus anubis*, **Easeley et al., 1987**; mandril, *Mandrillus sphinx*, **Peignot et al., 2004**). En nuestro caso, y a pesar de los incrementos y disminuciones observados en este comportamiento, los cuatro animales presentaron valores muy similares en ambos trimestres por lo que la dominancia, aunque podría tratarse de un factor a tener en cuenta, no sería determinante para explicar las diferencias observadas en nuestro estudio.

En los estudios de enriquecimiento en cercopitécidos, se obtiene una reducción del comportamiento de “exploración” tras la aplicación de un enriquecimiento de tipo alimentario (mangabey de collar: **Blois-Heulin and Jubin, 2004**) y estructural (mandril: **Chang et al., 1999**). En nuestro caso la conducta exploratoria se incrementó en todos los animales durante el primer trimestre pero este incremento únicamente se sostuvo durante el segundo trimestre en dos de las hembras (adulta y subadulta), mientras que en el resto de animales los niveles de conducta exploratoria se redujeron hasta los niveles observados en la línea base. El incremento inicial de la conducta exploratoria pudo ser debido al tipo de enriquecimiento estructural proporcionado. Al incorporar la instalación adyacente, ocupada anteriormente por otra especie de primate, los olores y marcas de sus anteriores ocupantes pudieron mantenerse durante un tiempo indeterminado en los accesorios y estructuras presentes, hecho que favorecería la exploración por parte de los mangabey de collar a ocupar el nuevo espacio. El olfato es utilizado por los primates para explorar el entorno y los elementos que se encuentran en él por lo que el uso de diferentes tipos de olores ha servido en algunas ocasiones como

enriquecimiento en varias especies de primates (**Brown, 2005**), obteniéndose con ello un incremento en la actividad y las interacciones sociales de los animales (**Baker, 2006**). La reducción de la “exploración”, observada durante el segundo trimestre, podría deberse a la pérdida de intensidad de estos rastros, perdiendo por lo tanto, su efecto a lo largo del tiempo tal y como se ha observado en otros casos (**Baker et al., 1997**).

Durante el primer trimestre se observó un incremento de la “vigilancia” en todos los sujetos de estudio. No se han encontrado valores sobre los niveles de “vigilancia” en especies de mangabey en libertad por lo que no podemos conocer si los resultados obtenidos son indicadores de un incremento en el bienestar de los animales.

Durante el primer trimestre, las conductas relacionadas con la defensa del grupo y del territorio como la “vigilancia” y la “conducta agonística”, se incrementaron en el grupo y en dos de los sujetos. Esta respuesta conductual pudo ser debida no sólo como consecuencia del enriquecimiento sino también como respuesta a la presencia de una nueva especie, los talapoins (*Myopithecus talapoin*), en la instalación adyacente. Los resultados obtenidos en estos comportamientos durante el segundo trimestre, nos hace pensar que el incremento observado durante el primer trimestre fue debido como consecuencia de la falta de habituación hacia los talapoins, ya que una vez habituados a su presencia (segundo trimestre), ambos comportamientos alcanzaron los valores de la línea base. Durante la recogida de datos de la línea base, la instalación colindante estuvo ocupada por un grupo de monas araña (*Ateles belzebuth*) durante un mínimo de 6 meses antes del inicio de la recogida de datos, por ello y debido a la imposibilidad de evitar el acceso visual entre instalaciones adyacentes durante la recogida de datos del programa de enriquecimiento, no se puede asegurar que los cambios en estos dos comportamientos fueran producidos como consecuencia de la nueva instalación, de la presencia de una nueva especie en la instalación colindante o a una combinación de ambos factores.

Estudios en cautividad realizados con mangabey de collar (**Blois-Heulin and Martinez-Cruz, 2005**) y otros primates (**Chang, et al., 1999; Little and Sommer, 2002; Matheson et al., 2005**), obtuvieron una reducción en la conducta social de los animales cuando éstos disponían de mayor espacio y cuando el alimento estaba más disperso. A nivel de grupo como en una de las hembras, se observaron unos bajos niveles de “conducta afiliativa” que no se asemejaron a los obtenidos en otros estudios en cautividad (**Bernstein, 1976**). Sin embargo, y teniendo en cuenta los datos disponibles de libertad de varias especies de mangabeys (mangabey gris, **Cooke, 2012**; mangabey de collar: **McGraw, 1998**), observamos como los porcentajes obtenidos durante todas las fases del estudio sobre la conducta social son más elevados en nuestro grupo. Esto puede ser debido a la dificultad de observar estos comportamientos en su hábitat natural ya sea por la falta de habituación de los ejemplares que no realizan éstos comportamientos en presencia de un observador, o bien por las barreras visuales (vegetación) que impiden su observación e identificación como un comportamiento social. En este caso, la aplicación del programa de enriquecimiento propuesto no afectó los niveles de comportamiento social en los animales estudiados. Esta especie en su hábitat natural, se ha observado que la “conducta afiliativa” está condicionada por el sexo y edad de los animales siendo **Chalmers (1968)** quién observó que las hembras sin crías presentaban una mayor “conducta afiliativa” que las hembras que habían sido madres. Valores muy similares a los citados por este autor fueron los que observados en las hembras de nuestro estudio.

En cuanto a la ocurrencia de “conductas anormales”, cabría esperar su reducción al proporcionar más espacio y nuevos elementos estructurales a los animales, como así ha sido reportado en otras ocasiones (**Brent et al., 1991; Mench, 1998**). A pesar de que los porcentajes de “conductas anormales” antes de aplicar el enriquecimiento eran muy bajos tanto a nivel de grupo como a nivel individual, se observó una disminución de este tipo de comportamiento tras el enriquecimiento por lo que la actuación propuesta fue un éxito en

este aspecto tal y cómo también se consideró en otros estudios sobre bienestar y enriquecimiento (véase **Baker, 2006; Erwin, 1991**).

Un logro más del programa de enriquecimiento, destacable a partir del segundo trimestre, es la reducción de la “inactividad” tal y como se también ha observado en otros casos en que se aplicó el mismo tipo de enriquecimiento (**Little and Sommer, 2002**). Esta reducción se aprecia especialmente en la hembra adulta que presentaba los valores más elevados de todos los ejemplares antes de aplicar el enriquecimiento. El estudio llevado a cabo por **Bershtein (1976)** nos muestra que los niveles de “inactividad” normales se corresponden con los obtenidos en el grupo de mangabey de collar al inicio de nuestro estudio, aunque según nuestros datos existe una gran variabilidad individual en esta conducta.

El incremento de la visibilidad de los animales por parte del público se ha considerado en otras ocasiones como un éxito del programa de enriquecimiento (**Morales, 2004**). En nuestro caso sin embargo, la reducción del “no visible” en la nueva instalación pudo ser debida al efecto de dos factores: el público y el clima. Existen muchos estudios que demuestran el efecto negativo que el público tiene sobre el bienestar de los animales (**Chamove et al., 1988**) y cómo éstos prefieren situarse en aquellos espacios que se encuentran fuera de la vista de los visitantes (**Hebert and Bard, 2000**). A nivel climático, cabe destacar que las observaciones realizadas en la línea base correspondieron al periodo de verano, momento en que la instalación recibía mucha insolación directa. Debido a ello, durante la franja horaria del mediodía, los animales tenían libre acceso a la zona de dormitorios donde disponían de zonas con sombra fuera de la vista del observador. **Berstein (1976)**, cuando realizó estudios de mangabeys de collar en cautividad, encontró que cuando el clima no era el adecuado (demasiado frío o calor, y lluvia), más de la mitad de los animales se encontraban en las instalaciones interiores al permitirles el acceso a ellas. La fase de enriquecimiento, en cambio, se desarrolló principalmente durante el otoño, periodo en que la instalación no recibía tanta insolación directa, por lo que se restringió el acceso a las instalaciones interiores, manteniendo

a los animales siempre en la instalación exterior y a la vista del observador. Por esta razón, en este caso no puede considerarse que la reducción de este comportamiento sea indicativa de una mejora en el bienestar ya que existen diferencias de manejo que no pudieron controlarse a lo largo del estudio.

Al realizar el análisis individualmente, se observa como no todos los comportamientos se modifican de igual manera (incrementar o disminuir) o grado (mayor o menor cambio), y como no todos ellos responden de igual modo al enriquecimiento a lo largo del tiempo. El hecho de que algunos comportamientos se hubieran incrementado, junto con la reducción de las “conductas anormales” y la categoría de “no visible” durante el segundo trimestre, nos hace pensar que el programa de enriquecimiento estructural fue efectivo ya que mejoró el bienestar de los animales (**Bloomsmith et al., 1991**). Sin embargo, no se alcanzaron las frecuencias observadas por otros autores en todos los comportamientos (**Bernstein, 1976; Freeland, 1979; Waser, 1975, 1977**), por tanto sería necesario reajustar del programa de enriquecimiento. Esto puede ser debido al hecho de que la instalación final donde se alojaron a los animales, si bien incrementó su tamaño, no fue diseñada específicamente para la especie ni para este grupo en concreto ya que se trata de una instalación estándar donde pueden alojarse una gran variedad de especies de primates, tal y como sucedía en el resto de instalaciones que conformaban la denominada “galería de primates” de esta misma institución. Se constata que la incorporación de barreras visuales proporcionaba una mejoría en el bienestar de un grupo de gorilas ya que se consiguió reducir las interacciones negativas entre gorilas y visitantes (**Norcup, 2000**). El hecho de que no se incorporaran barreras visuales en la instalación exterior de los mangabey de collar que permitieran esconderse a los animales de los conoespecíficos y del público, o que no se modificara la disposición del mobiliario interno de la primera instalación generando una mayor complejidad estructural, hace que el enriquecimiento no se considere totalmente adecuado, por lo que su efectividad final se podría haber visto reducida (**Baker et al., 1997; Maki and Bloomsmith, 1989**). Una de las

opciones que intervienen en el enriquecimiento estructural es la modificación de los accesorios de la instalación que, además de ser un método eficaz de estimulación, es más económico que una ampliación o un cambio de instalación completo, más aún cuando éstos pueden modificarse con facilidad, promoviendo una mayor diversidad de comportamientos y un uso de tres dimensiones del espacio que disponible (**Kessel and Brent, 1996; Shepherdson et al., 1998**).

Otra diferencia remarcable entre el grupo estudiado y la especie en libertad tiene que ver con el tamaño y composición del grupo ya que en su hábitat natural llegan a formar grupos de entre 14-23 individuos con estructura social harem o multimacho-multihembra (**Jones and Sabater-Pi, 1968**). Además, al tratarse de una especie simpátrica que forma agrupaciones con otros cercopitécidos (**Jones and Sabater-Pi, 1968; Mitani, 1991**), sería más conveniente que las especies en las instalaciones colindantes fueran especies que pudieran proporcionar estímulos sociales similares a los que se encuentran en su hábitat. Una buena elección serían el mono de Brazza (*Cercopithecus neglectus*) o la mona de nariz blanca (*Cercopithecus nictitans*), ya que se han observado interacciones con ambas en su hábitat natural (**Cooke, 2005; Jones and Sabater-Pi, 1968; Mitani, 1991**) y además estaban presentes en la misma institución durante la realización de este estudio.

## REFERENCIAS

- Altman, J. D. (1974)**. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49, 227-267.
- Altman, J. D. (1999)**. Effects of inedible, manipulable objects on captive bears. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 2, 123-132.
- Baker, M. (2006)**. Use of fur-rubbing materials for self-anointment in capuchin monkeys. *The Shape of Enrichment*, 16, 5-7.

**Baker, W. K., Campbell, R., and Gilberts, J. (1997).** Enriching the pride: scents that make sense. *The Shape of Enrichment*, 6, 1-3.

**Bernstein, I. S. (1971).** Activity profiles of primate groups. In: Schrier A. M. (Ed.), *Behavior of Non-human primates*, Vol. 3, New York: Academic Press.

**Bernstein, I. S. (1976).** Activity patterns in a sooty mangabey group. *Folia Primatologica*, 26, 185-206.

**Blois-Heulin, C., and Jubin, R. (2004).** Influence of the presence of seeds and litter on the behavior of captive red-capped mangabeys *Cercocebus torquatus torquatus*. *Applied Animal Behaviour Science*, 85, 349-362.

**Blois-Heulin, C., and Martinez-Cruz, B. (2005).** Influence of food dispersion on feeding activity and social interactions in captive *Lophocebus albigena* and *Cercocebus torquatus torquatus*. *Primates*, 46, 77-90.

**Bloomsmith, M. A., Brent, L. Y., and Shapiro, S. J. (1991).** Guidelines for developing and managing an environmental enrichment program for nonhuman primates. *Laboratory Animal Science*, 41, 372-377.

**Bortolini, T. S., and Bicca-Marques, J. C. (2001).** The effect of environmental enrichment and visitors on the behaviour and welfare of two captive hamadryas baboons (*Papio hamadryas*). *Animal Welfare*, 20, 573-579.

**Brent, L., Lee, D. R., and Eichberg, J. W. (1991).** Evaluation of a chimpanzee enrichment enclosure. *Journal of Medical Primatology*, 20, 29-34.

**Brown, M. (2005).** Mature primate enrichment. *The Shape of Enrichment*, 14, 4-6.

**Chalmers, N.R. (1968).** The social behavior of free living mangabeys in Uganda. *Folia Primatologica*, 8, 263-281.

**Chamove, A. S., Hosey, G. R., and Schaezel, P. (1988).** Visitors excite primates in zoos. *Zoo Biology*, 7, 359, 369.

**Chang, T. R., Forthman, D. L., and Maple, T. L. (1999).** Comparison of confined mandrill (*Mandrillus sphinx*) behavior in traditional and “ecologically representative” exhibits. *Zoo Biology*, 18, 163-176.

**Clark, F. E., and Melfi, V. A. (2012).** Environmental enrichment for a mixed-species nocturnal mammal exhibit. *Zoo Biology*, 31, 397-413.

**Cooke, C. (2005).** The cercopithecoid community of Sette Cama, Gabon: a preliminary study. *American Journal of Primatology*, 66, 151-152.

**Cooke, C.A. (2012).** The Feeding, Ranging, and Positional Behaviors of *Cercocebus torquatus*, the Red-Capped Mangabey, in Sette Cama Gabon: A Phylogenetic Perspective. PhD Dissertation. Ohio State University

**Easeley, S. P., Coelho, A. M., and Taylor, L. L. (1987).** Scratching, dominance, tension, and displacement in male baboons. *American Journal of Primatology*, 13, 397-411.

**Erwin, J. (1991).** Applied primate ecology: evaluation of environmental changes intended to promote psychological well-being. In: Novak, N. A., and Petto, A. J. (Ed.). *Through the looking glass: Issues of psychological well-being in captive non-human primates*. American Psychological Association, Washington D.C.

**Freeland, W. J. (1979).** Mangabey (*Cercocebus albigena*) social organization and population density in relation of food use and availability. *Folia Primatologica*, 32, 108-124.

**Gibbons, Jr. E. F., Wyers, E., Waters, E., and Menzel, Jr. E. M. (1994).** Naturalistic environments in captivity for animal behavior research. In: Gibbons, Jr. E.F., Wyers, E., Waters, E., and Menzel, Jr. E. M. (Eds) State University of New York Press, December 1993.

**Haberman, S. J. (1978).** *Analysis of Qualitative Data (Vol. 1): Introductory Topics*. New York: New York Academic Press.

**Hawkins, M. R. (1999).** Practical evaluation of enrichment: a scoring method designed to include the stimulation of naturalistic behavior in the success measure. In: *Proceedings of the*

Fourth International Conference on Environmental Enrichment, August 29 – September 3, Edinburgh, Scotland (Pp. 22-32).

**Hebert, P. L., and Bard, K. (2000).** Orangutan use of vertical space in an innovate habitat. *Zoo Biology*, 19, 239-251.

**Jones, C., and Sabater-Pi, J. (1968).** Comparative ecology of *Cercocebus albigena* (GRAY) and *Cercocebus torquatus* (KERR) in Rio Muni, West Africa. *Folia Primatologica*, 9, 99-113.

**Kessel, A. L., and Brent, L. (1996).** Space utilization by captive-born baboons (*Papio sp.*) before and after provision of structural enrichment. *Animal Welfare*, 5, 37-44.

**Little, K. A., and Sommer, V. (2002).** Change of enclosure in langur monkeys: implications for the evaluation of environmental enrichment. *Zoo Biology*, 21, 549-559.

**Maki, S., and Bloomsmith, M. A. (1989).** Uprooted trees facilitate the psychological well-being of captive chimpanzees. *Zoo Biology*, 8, 79-87.

**Matheson, M. G., Fragaszy, D. M., and Johnson-Pynn, J. S. (2005).** Response to novel housing in two groups of captive tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Primates*, 46, 235-240.

**Martin, P., and Bateson, P. (1993).** *Measuring Behaviour: An Introductory Guide*, Second Edition. Cambridge: Cambridge University Press.

**McGraw, W.S. (1998).** Comparative locomotion and habitat use of six monkeys in the Tai Forest, Ivory Coast. *American Journal of Physical Antropology*, 105, 493-510.

**Mellen, J., and McPhee, M. S. (2001).** Philosophy of environmental enrichment: Past, present, and future. *Zoo Biology*, 20, 211-226.

**Mench, J. (1998).** Environmental enrichment and the importance of exploratory behavior. In: Shepherdson, D., Mellen, J., and Hutchins, M. (Eds.) *Second Nature: environmental enrichment for captive animals*. Washington: Smithsonian Institution Press.

**Mitani, M. (1989).** *Cercocebus torquatus*: adaptative feeding and ranging behaviors related to seasonal fluctuations of food resources in the tropical rain forest of south-western Cameroon. *Primates*, 30, 307-323.

**Mitani, M. (1991).** Niche overlap and polyspecific associations among sympatric cercopithecids in the Campo Animal Reserve, Southwestern Cameroon. *Primates*, 32, 137-151.

**Morales, K. (2004).** Changing spaces: the effect on the activity patterns of gibbons. *The Shape of Enrichment*, 13, 8-10.

**Neveu, H., and Deputte, L. (1996).** Influence of availability of perches on the behavioral well-being of captive, group-living mangabeys. *American Journal of Primatology*, 38, 175-185.

**Norcup, S. (2000).** Camouflaged gorillas: Barriers as enrichment for apes. *The Shape of Enrichment*, 9, 5.

**Oliva-Purdy, J. (1997).** Enrichment assessment in the time you have: Don't panic!. In: *Proceedings of the Third International Conference on Environmental Enrichment*, October 12-17, Orlando, Florida, USA (Pp. 61- 74).

**Peignot, P., Jankowski, F., and Anderson, J. R. (2004).** On self-scratching in captive mandrills (*Mandrillus sphinx*). *Folia Primatologica*, 75, 160-164.

**Price E. C. (1992).** Adaptation of captive-bred cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus*) to a natural environment. *Zoo Biology*, 11, 107-120.

**Range, F. (2006).** Social behavior of free-ranging juvenile sooty mangabeys (*Cercocebus torquatus atys*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 59, 511–520.

**Reinhardt, V., and Reinhardt, A. (1999).** The monkey cave: the dark lower-row cage. *Laboratory Primate Newsletter*, 38, 8-9.

**Ryan, E. B., Proudfoot, K. L., and Fraser, D. (2012).** The effect of feeding enrichment methods on the behavior of captive western lowland gorillas. *Zoo Biology*, 31, 235-241.

**Shapiro, S. J., Bloomsmith, M. A., Suarez, S. A., and Porter, L. M. (1997).** A comparison of the effects of single versus complex environmental enrichment on the behaviour of group housed subadult rhesus macaques. *Animal Welfare*, 6, 17-28.

**Shepherdson, D. J. (1998).** Introduction: Tracing the path of environmental enrichment in zoos. In: Shepherdson, D.J., Mellen, J.D., and Hutchins, M. (Eds.) *Second Nature: Environmental Enrichment for Captive Animals*. Washington: Smithsonian Institution Press.

**Shepherdson, D., Mellen, J. D., and Hutchins, M. (eds.) (1998)** *Second Nature: environmental enrichment for captive animals*. Washington, D. C.: Smithsonian Institution.

**Young, R. (2003).** *Environmental enrichment for captive animals*. Universities Federation for Animal Welfare Series. Blackwell Publishings.

**Waser, P. (1975).** Monthly variations in feeding and activity patterns of the mangabey, *Cercocebus albigena* (Lydekker). *African Journal of Ecology*, 13, 249-263.

**Waser, P. (1977).** Feeding, ranging and group size in the mangabey *Cercocebus albigena*. In: *Primate Ecology*, Ckutton, B. (Ed.) Academic Press. Pp. 183-221.



## **SECCIÓN 1.2.**

**Análisis del uso del espacio en un grupo de mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*) tras la aplicación de un programa de enriquecimiento estructural**

**RESUMEN**

Tras la aplicación de un enriquecimiento estructural se observó el cambio en el uso del espacio que de un grupo de mangabeys de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*) en la nueva instalación. Se realizaron 144 horas de observación que fueron divididos equitativamente en dos fases, una fase previa (línea base) y otra posterior (ésta dividida en dos trimestres) a la ampliación de la instalación aplicada como enriquecimiento estructural. Se comparó el uso del espacio de los animales en ambas instalaciones teniendo en cuenta la especie colindante, el público y la utilización de las distintas zonas disponibles (a nivel del suelo y elevadas). Los resultados mostraron que en tres de los cuatro ejemplares se observó un mayor uso de las nuevas zonas incorporadas con el enriquecimiento con respecto a las zonas que ya formaban parte de la instalación inicial. En la hembra adulta se observó un uso del espacio diferente del resto de ejemplares tras el programa de enriquecimiento siendo las zonas más utilizadas por ella, las que se correspondían con las zonas que ya formaban parte de la instalación inicial (línea base). La proximidad a otras especies parece jugar un papel importante en el uso del espacio de este grupo de mangabey. El uso de la zona más alejada del público coincidió con las zonas donde había más presencia de elementos estructurales, de modo que ambas características explicarían el uso prioritario de estas zonas con respecto al resto. El uso de zonas situadas en altura estuvo muy polarizado y no se observaron cambios entre las fases de estudio, siendo el suelo el más utilizado, seguido de las zonas altas. Los datos muestran que, a pesar de haberse aplicado el enriquecimiento estructural, sólo el macho realizó un uso más homogéneo del espacio de la instalación, obteniéndose que tanto el grupo como dos de los animales, un uso más heterogéneo respecto al valor obtenido en la línea base. Sólo en un ejemplar no se observó variación sobre la homogeneidad en el uso del espacio entre el inicio y el final del estudio.

## INTRODUCCIÓN

Para garantizar un correcto mantenimiento de los primates en cautividad, es importante poder proporcionarles un entorno físico adecuado (**Line, 1987**), y éste debe tener en cuenta los componentes intrínsecos y extrínsecos de la instalación (**Coe, 1989; Maple and Perkins, 1996**). El componente intrínseco hace referencia a las características propias de la instalación como el tamaño, forma, diseño, substrato, mobiliario y accesorios (**Hebert and Bard, 2000; Little and Sommer, 2002; Maple and Perkins, 1996**), mientras que el componente extrínseco se centra en el ambiente que rodea a la instalación y que incluye las instalaciones colindantes, la zona de visitantes y la zona del personal del zoo (**Ochiai-Ohira, 2009; Paquette and Prescott, 1988**).

Aunque el tamaño de la instalación es importante (**Clarke et al., 1982; Hediger, 1950**), en algunos primates se ha observado como su simple incremento tiene un efecto negativo en el comportamiento ya que produce un aumento en la conducta anormal de los animales, como **Bayne and McCully (1989)** han citado para el macaco rhesus (*Macaca mulatta*). Otros estudios realizados sobre los elementos estructurales de la instalación han demostrado su importancia para mantener de forma adecuada a los primates (**Bloomsmith et al., 1999; Brent et al., 1989; Goff et al., 1994; Stoinski et al., 2001; Wood, 1998**). Por todo ello, para los primates la calidad del espacio es más importante que la cantidad de espacio disponible (**Baker, 1997; Hoff et al., 1994; Maple, 2007; Maple and Finlay, 1988; Wilson, 1972**).

Uno de los elementos extrínsecos que más afecta a los animales es la presencia de público, la distancia a la que se encuentra y el comportamiento que éste muestra (**Birke, 2002; Chamove et al., 1988; Wood, 1998**). Por ello se esperaría un mayor uso de las zonas que permitan a los primates mantener más distanciamiento con el público ya que este actúa negativamente sobre su comportamiento (**Chamove et al., 1988; Hebert and Bard, 2000**). En el entorno de los animales, las relaciones que se establecen con las especies alojadas en las instalaciones adyacentes también es un elemento a tener en cuenta (**Buchanan-Smith et al.,**

**1993)** especialmente en especies simpátridas como el mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*) (**Mitani, 1991**).

El mangabey de collar está considerado como una especie semi-terrestre aunque su capacidad para trepar a los árboles ha sido demostrada por **Jones and Sabater-Pi (1968)** y **Mitani (1989)**. Dicha capacidad hace pensar que es importante tener en cuenta la tercera dimensión en el diseño de las instalaciones para esta especie, incorporándose accesorios y elementos estructurales a diferentes alturas. Un estudio realizado con el mangabey de mejillas grises, *Lophocebus (Cercocebus) albigena albigena* demostró que, a pesar de ser considerado una especie terrestre como el mangabey de collar, la presencia de un número suficiente de estructuras aseguraba el bienestar de los animales ya que se favorecían las interacciones sociales (**Neveu and Deputte, 1996**).

El propósito de este estudio fue determinar el uso del espacio en un grupo de mangabey de collar antes y después de ampliar su instalación teniendo en cuenta la proximidad al público, la proximidad a la instalación vecina (que alojaba otra especie de primates) y el uso de la altura que hacían en su instalación. Para ello se compararon los resultados obtenidos en la primera instalación (línea base, LB) y los obtenidos tras aplicar un programa de enriquecimiento estructural (EE). El tiempo de permanencia en la nueva instalación se dividió en dos trimestres (EE<sub>1-3m</sub> y EE<sub>4-6m</sub>) siguiendo los mismos criterios que se indican en la sección anterior de este capítulo (página 65).

Garantizar un bienestar físico y psicológico en cautividad tiene efectos sobre la conservación de los animales. De las nueve especies de mangabey reconocidas por la IUCN, en ocho de ellas (incluida el mangabey de collar) las poblaciones están decreciendo debido a la caza y pérdida del hábitat (**Oates et al., 2008**) y de ellas, cinco se encuentran dentro de alguna de las categorías de amenaza de la **IUCN (2016)**. Como no todas las especies de mangabey (*Cercocebus sp.* y *Lophocebus sp.*) están presentes en cautividad, aquellas que sí lo están nos permiten poder estudiar qué factores son importantes para llegado el momento, poder

mantener en cautividad al resto de especies de mangabey bajo unas condiciones adecuadas que garanticen su bienestar. Asimismo, algunos de los ejemplares mantenidos en cautividad podrían ser de gran ayuda para la recuperación de las poblaciones salvajes y formar parte de futuros proyectos de reintroducción.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Sujetos de estudio**

El estudio se realizó con un grupo cautivo de mangabey de collar que se encontraba alojado en el Zoo de Barcelona. Se trataba de un grupo de cuatro ejemplares con estructura tipo harem (1♂.3♀): una pareja de adultos (AM ♂, AH ♀), una hembra subadulto (SH ♀) y una hembra juvenil (JH ♀).

### **Alojamiento y manejo**

#### **Línea Base (LB)**

Durante la primera parte del estudio, la línea base (LB), los animales estaban alojados en la última de las instalaciones de la zona denominada “la galería de primates”. En dicha galería las instalaciones estaban colocadas en batería y todas tenían las mismas características (4.6 m de largo x 5 m de ancho x 4.8 m de altura). La parte posterior de estas instalaciones estaba recubierta por fibra de vidrio. El lado izquierdo y el techo estaban delimitados por malla metálica que permitía a los animales tener contacto auditivo, visual y táctil con un grupo de monas araña (*Ateles belzebuth*), alojado en la instalación izquierda adyacente. A pesar de tener dos puertas de tipo guillotina para acceder a los dormitorios (de 5m<sup>2</sup> cada uno), sólo la puerta de la derecha era funcional para los animales. La otra puerta, situada a la izquierda y más cercana a la instalación adyacente, siempre estuvo cerrada durante la recogida de los datos. El único lugar que se encontraba fuera de la vista del público eran las instalaciones interiores. El suelo era de cemento y estaba recubierto por corteza de pino (*Pinus sp.*) En la

instalación se podían encontrar varios troncos naturales distribuidos por el suelo, además de uno colgado del techo por encima de la plataforma superior de fibra de vidrio. Tres estructuras elaboradas también con fibra de vidrio y que simulaban troncos, estaban colocadas en posición vertical y comunicaban el suelo con la plataforma de fibra de vidrio localizada en la zona posterior de la instalación y que conformaba la estructura más elevada de todo el conjunto. En su interior, y a modo de accesorios, podíamos encontrar varias cuerdas distribuidas por todo el espacio además de dos redes de cuerda que colgaban del techo a media altura y estaban colocadas en la zona más próxima a los visitantes (**Figura 1**). Los animales recibían alimento tres veces al día, las dos primeras tomas eran repartidas por la instalación exterior y la última se repartía en las instalaciones interiores.

### **Enriquecimiento Estructural (EE)**

El enriquecimiento estructural (EE) consistió en doblar la superficie de la instalación al incorporar el espacio de la instalación adyacente que durante la LB estaba ocupada por el grupo de monas araña. La nueva instalación exterior media 9.2 x 10 x 4.86 m. Esta nueva instalación se distribuía de la misma manera que en la LB, manteniendo los elementos estructurales fijos de las dos instalaciones unidas (plataformas, troncos de fibra de vidrio y redes) pero además se incorporaron nuevos accesorios (cuerdas y troncos). Dentro de la nueva zona incorporada, había un tronco de fibra de vidrio de grandes dimensiones colocado verticalmente y que contaba con dos grandes ramas a gran altura. La zona superior de esta estructura, así como las dos ramas, estaban localizadas a la misma altura que la plataforma de fibra de vidrio que encontrábamos en la zona más alta y posterior de la instalación. Se introdujeron varios troncos naturales que se distribuyeron por el suelo de la nueva instalación. Algunos de los troncos fueron colocados verticalmente y conformaron lo que posteriormente se categorizó como “altura media” ya que ninguno de ellos alcanzó los 2.1 m de altura. Igual que en la instalación anterior, había cuerdas suspendidas desde el techo por toda la

instalación. Aunque se incorporaron dos puertas más para acceder a los dormitorios, los animales continuaron utilizando el mismo acceso que en la LB. Durante esta fase, los animales tenían comunicación visual, auditiva y táctil con un grupo de talapoins (*Myopithecus talapoin*) situados en la instalación izquierda adyacente. Las comidas se distribuían igual que en la LB aunque ahora los animales disponían de dos dispensadores automáticos de agua, en lugar de uno sólo.

### **Recogida de los datos**

Se siguió el mismo procedimiento que en la sección 1 de este capítulo. Se realizaron observaciones desde la zona de público hasta completar 18 horas por animal y por fase de estudio. Los datos de la fase control, la línea base (LB), fueron recopilados durante agosto y septiembre de 2005, y los de la fase de enriquecimiento (EE) fueron recopilados de octubre 2005 a marzo 2006. Ésta última, se dividió en dos periodos de tres meses cada uno para conocer la variación del uso del espacio a lo largo del tiempo (EE<sub>1-3m</sub> y EE<sub>4-6m</sub>).

Para la recogida de datos se utilizó un muestreo focal temporal instantáneo cada minuto (**Altman, 1974; Martin and Bateson, 1993**) con una duración de 15 minutos para cada sesión de observación, siendo aleatorio el orden de observación de los animales.

Para el estudio del uso del espacio la instalación fue dividida en zonas del mismo tamaño (2.3 x 2.5m), cuatro para la fase LB (áreas de 1 a 4) y ocho para la fase EE (áreas de 5 a 8). A la hora de realizar las divisiones, se tuvo en cuenta la proximidad al público y la proximidad a la instalación colindante, lo que resultó en cuatro zonas cercanas al público situadas en la parte frontal de la instalación (áreas 1, 2, 5 y 6), y cuatro zonas más alejadas de los visitantes localizadas en la parte trasera (áreas 3, 4, 7 y 8). Para estudiar la proximidad de los ejemplares de mangabey de collar con la instalación vecina, que alojaba a diferentes especies de primates en las fases LB y EE, las áreas situadas a la izquierda en cada una de las fases (LB: áreas 1 y 4; EE: áreas 5, 6, 7 y 8) fueron las consideradas próximas, mientras que las

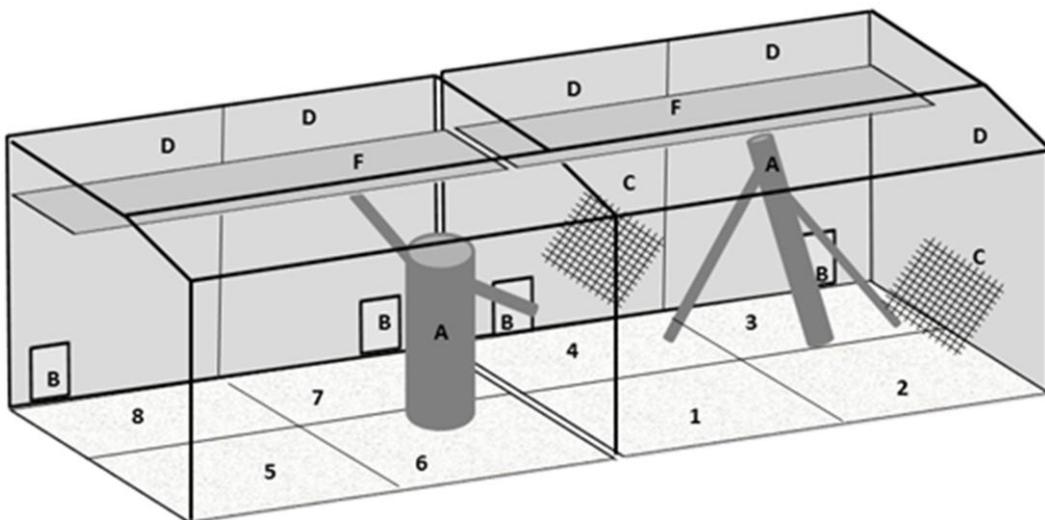
situadas a la derecha (LB: áreas 2 y 3; EE: áreas 1, 2, 3 y 4) se clasificaron como lejanas (**Figura 5**).

Ya que todas las áreas disponían de elementos estructurales que permitían trepar a los animales, para estudiar el uso en altura de ambas instalaciones, se anotó también la altura a la que se encontraba cada sujeto durante la recogida de los datos. Las diferentes alturas se agruparon en tres categorías: suelo o baja, media y alta. Consideramos que el animal se encontraba en el suelo cuando éste se encontraba directamente sobre el suelo de la instalación o en sobre alguno de los troncos distribuidos *ad libitum* de forma horizontal en el suelo. En la altura media el animal se encontraba sobre cualquier elemento estructural (excepto los troncos categorizados como nivel suelo) que no llegara a superar los 2.1m de alto tales como troncos naturales, cuerdas bajas y zona inferior de las redes de cuerda. La máxima altura se categorizó cuando el animal se encontraba sobre cualquier elemento (troncos naturales o de fibra de vidrio, cuerdas altas, zona superior de las redes o plataforma de fibra de vidrio posterior) que superara los 2.1m de altura respecto al suelo y hasta alcanzar el techo de la instalación. Para discriminar entre las alturas media y alta, se utilizaron como referencia los paneles de metal (de 2.1m de altura) que separaban las diferentes instalaciones de “la galería de primates”. Estos paneles estaban presentes en ambas instalaciones y se podían apreciar fácilmente en los laterales y en la parte posterior de la instalación, facilitando por tanto, la diferenciación de las alturas tal y como se han establecido en este estudio.

### **Análisis de los datos**

El análisis realizado para cada una de las categorías espaciales anteriormente mencionadas (proximidad/lejanía al público y a la instalación colindante, y estudio de la altura) fue una Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) de Pearson con los residuos ajustados corregidos y con el valor del estadístico de prueba 1.96 (en valor absoluto) como correspondiente a una distribución normal y con un nivel de significación del 0.05 (**Haberman, 1978**). Los valores de  $\chi^2$  se obtuvieron al comparar

**Figura 5:** Instalación para el mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*) del Zoo de Barcelona. La instalación de la línea base (LB) se correspondía con las zonas 1, 2, 3 y 4. En la fase de enriquecimiento (EE) se añadieron las zonas 5, 6, 7 y 8. Los elementos estructurales y el mobiliario de la fase LB se mantuvieron durante la fase de EE pero se incorporaron además nuevos elementos. Las cuerdas y los troncos naturales repartidos por el suelo no han sido indicadas en este esquema ya que estaban distribuidos por todo el espacio de la instalación. Las áreas 1, 2, 5 y 6 correspondían a las localizaciones cercanas al público (frontales) y el resto (áreas 3,4, 7 y 8) a las más alejadas (traseras). Durante la fase LB, las áreas 1 y 4 correspondían a las zonas más cercanas a los vecinos (monas araña), y las áreas 2 y 3 a las más alejadas de éstos. En la fase EE, se consideraron las áreas de la 1 a la 4 como las más alejadas de los vecinos (talapoins), y el resto (de la zona 5 a la 8) las más próximas. La altura baja se corresponde con el suelo de todas las áreas (en blanco); las zonas altas se localizaron sobre las plataformas de fibra de vidrio, los troncos de fibra de vidrio (en gris oscuro), la parte superior de las redes de cuerda (C) y sobre las cuerdas que colgaban del techo. La altura media se localizaba sobre los troncos naturales, las cuerdas más bajas y la zona baja de las redes de



A= troncos de fibra de vidrio, B= puertas de acceso a dormitorios, C= redes de cuerda, D= paredes de fibra de vidrio, E= suelo de cemento recubierto de corteza de pino, F= plataforma de fibra de vidrio.

los períodos del estudio (LB vs. EE<sub>1-3m</sub> y EE<sub>4-6m</sub>) tanto para el grupo de ejemplares como para cada uno de los individuos en particular.

Además, se calculó el índice de participación (*Spread of Participation Index, SPI*) propuesto por **Plowman (2003)** para cuantificar el grado de homogeneidad en el uso de las diferentes áreas en las que se dividió la instalación. Ello se realizó de acuerdo a la fórmula:  $SPI = \sum |fo - fe| / 2(N - fe \text{ min})$ . Donde “fo” es la frecuencia observada en una zona, “fe” corresponde a la frecuencia de observaciones esperadas en la zona; “|fo-fe|” en valor absoluto es el sumatorio de la diferencia entre “fo” y “fe” de todas las zonas, N representa el número total de observaciones realizadas en todas las zonas y “fe min” la frecuencia de observaciones esperadas de la zona más pequeña. Este índice toma un valor de 0 a 1. Un valor de 1 indica predilección por determinadas zonas de la instalación y, por consiguiente, un uso heterogéneo; el valor de 0 indica un uso homogéneo del espacio disponible.

## RESULTADOS

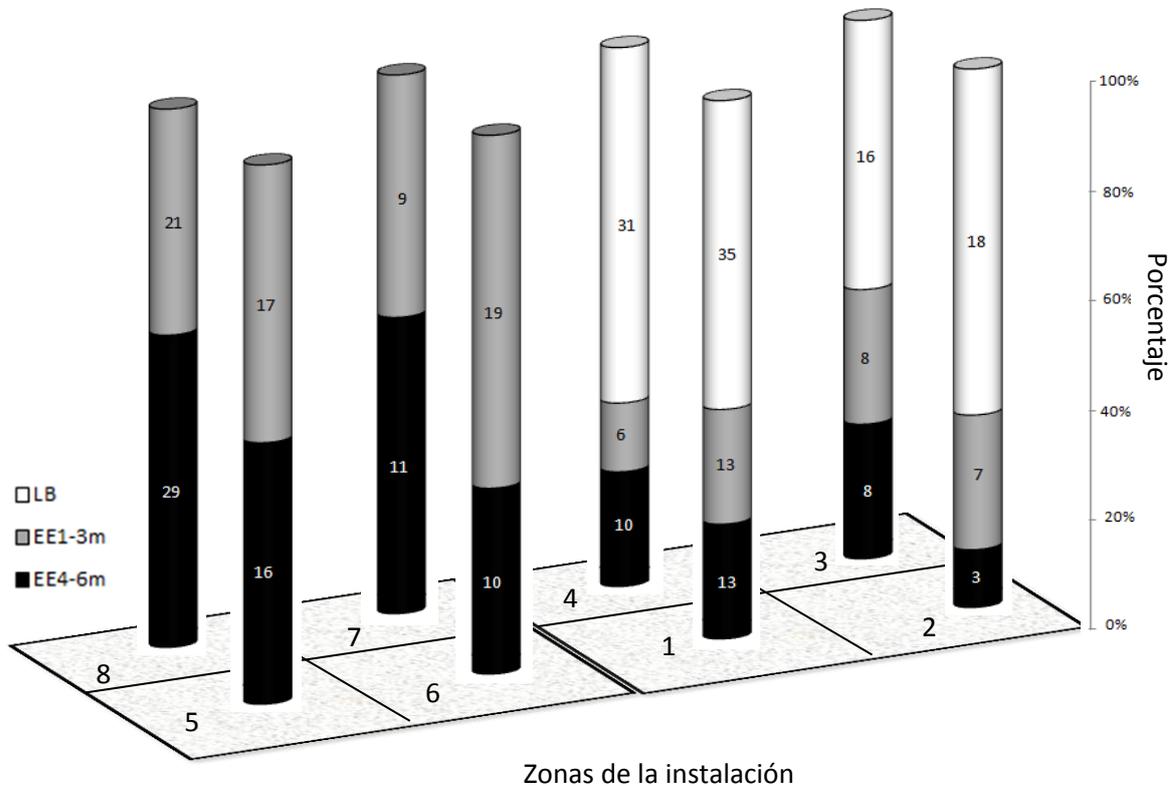
### Uso del espacio durante la línea base (LB)

A pesar de las diferencias individuales observadas, la zona donde el grupo de animales pasó más tiempo fue la zona 1 (35%, anterior-izquierda), seguida de la zona 4 (31%, posterior-izquierda), la zona 2 (18%, anterior-derecha) y finalmente la zona 3 (16%, posterior-derecha). Agrupando las zonas se observa que, durante la fase LB, los animales utilizaron con más frecuencia las zonas cercanas al público (áreas 1 y 2, 53%) y las zonas próximas a la instalación vecina (áreas 1 y 2, 66%, **Figura 6**). En cuanto a las alturas, el suelo fue el más utilizado (57%), a continuación tenemos la altura máxima (35%) y finalmente encontramos a los elementos colocados a media altura (8%).

En esta fase el único animal que se encontraba más tiempo en zonas alejadas del público fue el macho (zonas 3 y 4, 62%) mientras que las hembras (AH 60%, SH 52%, y JH 63%) utilizaron con más frecuencia las zonas anteriores de la instalación (zonas 1 y 2),

especialmente dos de ellas (AH y JH). Las zonas cercanas a la instalación colindante (zonas 1 y 4) fueron más utilizadas en todos los casos (entre 64-70%). Las hembras utilizaron el suelo (entre 54-72%) más que el macho (42%), que fue observado más tiempo en las zonas más elevadas (47%, **Tabla 6**).

**Figura 6:** Uso del espacio en el grupo de mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*) de este estudio (una pareja de adultos: macho AM y hembra AH, una hembra subadulta SH, y una hembra juvenil JH). Las zonas 1, 2, 3 y 4 se corresponden con la instalación de la BL, y las zonas 5, 6, 7 y 8 con las zonas que se incorporaron como enriquecimiento estructural. Las zonas 1, 2, 5 y 6 correspondían a las localizaciones cercanas al público. Las zonas 1 y 4 (durante LB), y las zonas 5, 6, 7 y 8 (EE) correspondían a las zonas más cercanas a los vecinos. Los resultados se exponen en porcentaje (%) para cada una de las fases del estudio: control (LB), primer trimestre (EE<sub>1-3m</sub>) y segundo trimestre post enriquecimiento (EE<sub>4-6m</sub>).



**Uso del espacio en las fases de enriquecimiento estructural (EE): EE<sub>1-3m</sub> y EE<sub>4-6m</sub>**

Las dos zonas más utilizadas por los animales durante el primer trimestre (EE<sub>1-3m</sub>) fueron la zona 8 (21% posterior-izquierda) y la zona 6 (19% anterior-derecha de la nueva zona incorporada), mientras que la zona 2 (7% anterior-derecha) y la zona 4 (6% posterior-izquierda de la instalación de la LB) fueron las menos utilizadas. A nivel individual, durante el primer trimestre las zonas 5, 6 y 8 (todas ellas pertenecientes a nuevas zonas incorporadas) fueron las más utilizadas por el macho (AM), la hembra subadulta (SH) y la hembra juvenil (JH) (entre un 15 y 33%). La hembra adulta (AH) por el contrario, presentó un mayor número de observaciones en las zonas 1 y 3 (32 y 17% respectivamente), ambas presentes ya en la primera instalación. En esta fase, las zonas de la antigua instalación (1, 2, 3 y 4) presentaron las frecuencias de uso más bajas para AM, SH y JH (entre 2 y 10%). Las frecuencias más bajas para la AF se obtuvieron en las zonas 5, 7 y 8 ( $\leq 7\%$  para cada una de ellas), las tres zonas correspondientes al área acabada de incorporar en la instalación como forma de enriquecimiento.

Durante el segundo trimestre post-enriquecimiento (EE<sub>4-6m</sub>) se observó como a nivel de grupo, las zonas 8 (29%) y 5 (16%), las más cercanas a la instalación adyacente, eran las más utilizadas. Por el contrario las menos utilizadas durante este periodo de tiempo fueron las zonas 2 y 3 (3 y 8% respectivamente, **Tabla 6 y Figura 6**). En el segundo trimestre, la zona 8 fue la más utilizada por todos los animales (entre 26 y 47%) excepto por AH que fue la zona 4 (24%). La zona 5 (anterior-izquierda de nueva incorporación) fue la segunda zona más usada por AM y JH (25 y 20 % respectivamente). En AH la segunda posición se corresponde con la zona 3 y en el caso de SF con la zona 6 (ambas con un 18%). En AM y JH las zonas 2, 3 y 4 fueron las menos utilizadas ( $\leq 5\%$ ). AH utilizó la zona 2 (5%) y las zonas 5, 6 y 8 (8% cada una de ellas) de forma minoritaria. En la SH, las últimas posiciones de uso fueron para las zonas 1, 2 y 4 que fueron utilizadas entre un 4 y un 7% por parte de este ejemplar (**Tabla 6**).

Si se agrupan las localizaciones, observamos que durante el primer trimestre el grupo pasó más tiempo en las zonas próximas al público (56%, zonas 1, 2, 5 y 6) y en las zonas próximas a la instalación adyacente (66%, zonas 5, 6, 7 y 8). Este uso del espacio se modificó parcialmente durante el segundo trimestre ya que el uso de las zonas alejadas del público (zonas 3, 4, 7 y 8) se incrementó (58%) con respecto a los valores obtenidos en esas mismas zonas durante el primer trimestre (34%), pero se mantuvo el uso de las zonas cercanas a los vecinos (66%) con respecto al resto (34%). El orden de preferencias del grupo a nivel vertical tras el enriquecimiento fue el suelo (35 y 54%), alta (38 y 43%) y media (7 y 3%), para ambos trimestres (primero y segundo respectivamente).

Durante el primer trimestre del enriquecimiento, AM, AH y SH pasaron más tiempo en las zonas próximas al público (entre 55-61% en zonas 1, 2, 5 y 6) y sólo JH se diferenciaba del resto al encontrarse mayoritariamente en la zona posterior de la instalación (54% en zonas 3, 4, 7 y 8). Durante esta fase, AH se observó la mayor parte del tiempo en áreas alejadas de la instalación adyacente (72%), a diferencia del resto de los miembros del grupo (entre 69-88%) que estuvieron próximos. En esta fase las hembras, especialmente AH 81%, usaron con mayor frecuencia el nivel el suelo (entre 50-81%), mientras que el macho se encontraba ocupando las áreas más altas de la instalación (57% zonas altas y 33% suelo).

En el segundo trimestre todos los ejemplares usaron en mayor proporción las zonas alejadas del público (entre 52 y 62%). Exceptuando a AH, cuyo uso de las zonas alejadas de los talapoins (64%, zonas 1, 2, 3 y 4) fue superior al de las próximas (36%, zonas 5, 6, 7 y 8), en el resto de animales se obtuvo lo contrario (zonas próximas a talapoins entre 72 y 84%). En esta fase, todos los ejemplares del grupo fueron observados durante más tiempo en el suelo (entre un 52 y un 55%), siendo la localización a altura media, la menos observada en todos ellos (entre 1 y 16%, **Tabla 6**).

### Cambios en el uso del espacio entre las fases de estudio

Como grupo, la proximidad al público fue estadísticamente significativa entre las tres fases estudiadas ( $\chi^2=88.37$ , g. d. l. = 2,  $P < 0.001$ ). Las zonas próximas al público (zona 1, 2, 5 y 6) fueron estadísticamente más utilizadas durante LB y el primer trimestre de enriquecimiento (EE<sub>1-3m</sub>), mientras que durante el segundo trimestre (EE<sub>4-6m</sub>) se incrementó el uso de las zonas más alejadas de los visitantes (3, 4, 7 y 8). Al analizar las variaciones en la proximidad entre el grupo de mangabey y la instalación colindante, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre las fases de estudio ( $\chi^2=1.64$ , g. d. l. = 2,  $P = 0.44$ ). Estudiando el uso de zonas situadas a diferentes alturas, se obtuvieron diferencias significativas ( $\chi^2=62.74$ , g. d. l. = 4,  $P < 0.01$ ), incrementándose el uso de las zonas altas y reduciéndose el uso de la media altura durante el segundo trimestre post-enriquecimiento.

A nivel individual, AM presentó diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la distancia al público entre las tres fases del estudio ( $\chi^2=27.83$ , g. d. l. = 2,  $P < 0.001$ ). Excepto durante el primer trimestre (EE<sub>1-3m</sub>) en que estuvo con más frecuencia en zonas próximas al público (55%, zonas 1, 2, 5 y 6), en las otras dos fases (LB y EE<sub>4-6m</sub>), estuvo más tiempo ocupando las zonas posteriores (62 y 57% respectivamente). Este animal también presentó diferencias significativas en cuanto al uso de la instalación desde el punto de vista de proximidad a la especie adyacente, utilizando mayoritariamente las zonas cercanas en las tres fases en que se dividió este estudio ( $\chi^2=45.66$ , g. d. l. = 2,  $P < 0.001$ ) tanto cuando la instalación adyacente era ocupada por un grupo de monas araña (LB) como por talapoins (EE). En AM se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en el uso de las alturas entre las fases estudiadas ( $\chi^2=80.67$ , g. d. l. = 4,  $P < 0.001$ ). Mientras que el uso de las zonas altas se incrementó durante el primer trimestre del enriquecimiento, en el segundo trimestre se registró más tiempo al animal en el suelo, cuando se incrementó su uso respecto a lo observado con anterioridad (en LB y EE<sub>1-3m</sub>) y reduciéndose el valor de la altura media y alta, llegando esta última a alcanzar el mismo valor que el observado durante la BL (**Tabla 6**).

En AH se observaron diferencias estadísticamente significativas en el uso del espacio de las zonas según la proximidad al público ( $\chi^2=76.37$ , g. d. l. = 2,  $P < 0.001$ ) entre la fase control y los dos trimestres del enriquecimiento. El uso de las zonas próximas al público fue prioritario en la LB y en el primer trimestre posterior al enriquecimiento (EE<sub>1-3m</sub>) pero en el segundo trimestre esta hembra se observó frecuentemente, zonas de la instalación alejadas de los visitantes (zonas 3,4, 7 y 8, 62%). Por otra parte, con el enriquecimiento, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la cercanía con la instalación vecina, incrementándose el uso de las zonas más alejadas de ésta, respecto a los valores que se habían obtenidos inicialmente en LB ( $\chi^2=144.47$ , g. d. l. = 2,  $P < 0.001$ ) y reduciéndose a su vez, el uso de las zonas más cercanas a estos, especialmente durante el primer trimestre tras el cambio de instalación. Durante más de la mitad del tiempo de observación, se encontró a esta hembra en el suelo, especialmente durante EE<sub>1-3m</sub> donde se obtuvieron los resultados más elevados del estudio ( $\chi^2=113.59$ , g. d. l. = 4,  $P < 0.001$ , **Tabla 6**).

En SH se observó obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en el uso del espacio teniendo en cuenta la proximidad al público ( $\chi^2=27.77$ , g. d. l. = 2,  $P < 0.001$ ). Durante el segundo trimestre del enriquecimiento se observó un incremento del uso de las zonas alejadas del público (59%) respecto a lo observado en el trimestre anterior (42%) y en la LB (48%). En las fases estudiadas también se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $\chi^2=9.37$ , g. d. l. = 2,  $P < 0.01$ ) en la permanencia en las zonas próximas a los vecinos, especialmente durante el segundo trimestre del enriquecimiento (76%). En el uso de la altura, sólo se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en la altura media entre el primer trimestre, que presentó elevadas frecuencias, y el segundo trimestre ( $\chi^2=21.88$ , g. d. l. = 4,  $P < 0.001$ ) donde se observó una reducción del uso de la media altura (**Tabla 6**).

JH presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tres periodos de estudio en cuanto a la proximidad a los visitantes ( $\chi^2=29.78$ , g. d. l. = 2,  $P < 0.001$ ) y en cuanto a su proximidad con la instalación vecina ( $\chi^2=625.62$ , g. d. l. = 2,  $P < 0.001$ ). Tras la aplicación del

enriquecimiento estructural, JH incrementó el uso de las zonas zonas posteriores más alejadas del público (54%) y las zonas próximas a los vecinos (75%), manteniéndose este cambio de forma durante el segundo trimestre estudiado aunque disminuyendo la proporción (52% lejos del público y 72% próximo a la especie colindante). En este ejemplar no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al análisis de la altura ( $\chi^2=4.72$ , g. d. l = 4,  $P < 0.318$ ) (**Tabla 6**).

### Índice SPI

Durante la fase LB, el rango de los valores obtenidos para el índice SPI de los diferentes sujetos del estudio estuvo entre 0.15 y 0.31. En las dos fases del enriquecimiento estructural (EE<sub>1-3m</sub> y EE<sub>4-6m</sub>) el valor inferior del índice SPI se mantuvo en 0.15 (AH durante EE<sub>1-3m</sub>) y el límite superior fue de 0.35 (SH durante EE<sub>4-6m</sub>). Así, pues, los valores para el índice SPI variaron poco a lo largo de las diferentes fases.

En el conjunto del grupo se observó un uso menos homogéneo de la instalación ya que los valores de SPI se incrementaron en el primer trimestre respecto a la LB, y en el segundo trimestre respecto al primero. Una utilización más homogénea del espacio se observó en el macho tras realizar el enriquecimiento ya que el valor de SPI disminuyó (LB 0.31, EE 0.27), manteniéndose en el mismo valor en las dos fases del enriquecimiento. En hembras se observaron cambios en la homogeneidad de uso de la instalación a lo largo de todo el estudio. Mientras que en AH el valor de SPI no se modificó durante el primer trimestre con respecto al valor observado en la línea base (0.15), durante el trimestre posterior EE<sub>4-6m</sub> se obtuvo un resultado indiativo de un uso más heterogéneo del espacio por parte de esta hembra (0.28). En SH se observó un incremento en la heterogeneidad de uso del espacio ya que el valor del índice SPI se incrementa respecto a la fase anterior alcanzando un valor de 0.35. Para la hembra JH, los valores obtenidos durante BL y EE<sub>4-6m</sub> fueron los mismos y sólo durante EE<sub>1-3m</sub> se observó un uso más heterogéneo de la instalación (**Tabla 7**).

**Tabla 6:** Uso del espacio, en porcentaje (%), de las zonas en que se dividió la instalación de los mangabey de collae (*Cercocebus torquatus torquatus*). Los resultados se exponen para cada uno de los animales estudiados y para cada una de las fases estudiadas. Durante la fase LB la instalación estaba representada por las zonas 1, 2, 3 y 4. Durante la fase de enriquecimiento (EE<sub>1-3m</sub> y EE<sub>4-6m</sub>) fueron incorporadas las zonas 5, 6, 7 y 8. Todas las zonas permitían a los animales ocupar elementos colocados a diferentes alturas (suelo, media y alta).

		Zonas de la instalación								Alturas		
		Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Suelo	Media	Alta
Macho	LB	22	16	14	48	—	—	—	—	42	11	47
adulto	EE <sub>1-3m</sub>	5	2	2	3	19	29	7	33	33	10	57
(AM)	EE <sub>4-6m</sub>	8	3	1	4	25	7	5	47	52	1	47
Hembra	LB	41	19	17	23	—	—	—	—	72	5	23
adulta	EE <sub>1-3m</sub>	32	13	17	10	7	9	5	7	81	4	15
(AH)	EE <sub>4-6m</sub>	17	5	18	24	8	8	12	8	55	2	43
Hembra	LB	34	18	15	33	—	—	—	—	54	15	31
subadulta	EE <sub>1-3m</sub>	10	7	8	6	20	21	9	19	54	14	32
(SH)	EE <sub>4-6m</sub>	7	4	7	6	12	18	12	34	53	3	41
Hembra	LB	43	20	13	24	—	—	—	—	55	25	20
juvenil	EE <sub>1-3m</sub>	7	4	6	8	20	15	14	26	50	18	32
(HJ)	EE <sub>4-6m</sub>	16	2	5	5	20	10	16	26	52	16	32

Donde: LB: línea base, EE<sub>1-3m</sub>: primer trimestre tras el enriquecimiento, y EE<sub>4-6m</sub>: segundo trimestre tras el enriquecimiento

**Tabla 7:** Valores del índice de homogeneidad del uso del espacio SPI (*Spread of Participation Index*) obtenido para el grupo de mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*) de este estudio (G) y para cada ejemplar en las distintas fases del estudio, la fase control (LB) y tras el enriquecimiento estructural (primera fase: EE<sub>1-3m</sub> y segunda fase: EE<sub>4-6m</sub>).

	LB	EE <sub>1-3m</sub>	EE <sub>4-6m</sub>
Grupo (G)	0.26	0.27	0.30
Macho adulto (AM)	0.31	0.27	0.27
Hembra adulta (AH)	0.15	0.15	0.28
Hembra sub-adulta (SH)	0.28	0.32	0.35
Hembra juvenil (JH)	0.31	0.34	0.31

LB: fase control o línea base, EE: fase de enriquecimiento estructural diferenciado en dos trimestres, EE<sub>1-3m</sub>: primer trimestre tras el enriquecimiento, y EE<sub>4-6m</sub>: segundo trimestre tras la aplicación del enriquecimiento.

## DISCUSIÓN

De los tres factores analizados en el uso del espacio (proximidad al público, proximidad a la instalación adyacente ocupada por otra especie de primate, y localización en altura) el factor que más influyó el uso del espacio en el grupo de ejemplares de mangabey de collar de este estudio fue la proximidad a la zona de contacto con la instalación vecina. Los resultados obtenidos al inicio (línea base) y al final de este estudio (segundo trimestre post-enriquecimiento) nos indican una preferencia por el uso de las zonas más próximas a la instalación vecina ocupada por un grupo de monas araña durante la primera parte del estudio y por talapoins tras el enriquecimiento. Esta zona de la instalación podría proporcionar a los sujetos de nuestro estudio, la posibilidad de establecer relaciones sociales con otras especies, interacciones que se establecen de forma habitual en esta y en otras especies de primates simpátricas en su hábitat natural tal y cómo ha sido observado por varios autores (Astaras et al., 2011; Cooke, 2005; Jones and Sabater-Pi, 1968; Mitani, 1991).

Con la incorporación de nuevos elementos estructurales se facilita la expresión de los comportamientos de la especie y el uso completo de las instalaciones, teniendo en cuenta su volumen y no solo el tamaño de la instalación (**Mallinson et al., 1994; Shepherdson et al., 1998**). Es importante evaluar los cambios sobre los patrones de uso del espacio que se producen tras modificar instalaciones o estructuras ya que los resultados nos ayudan al desarrollo de instalaciones y entornos más efectivos que aseguran un mantenimiento adecuado de los animales (**Kessel and Brent, 1996**). En póngidos, se ha observado como las zonas perimetrales y con mayor número de elementos estructurales son más utilizadas que los espacios abiertos (**Goff et al., 1994; Hebert and Bard, 2000; Ross and Lukas 2006; Stoinski et al., 2001**). Nuestros resultados indican que los ejemplares del estudio siguieron este patrón de utilización, puesto que se encontraron con más frecuencia en la zona posterior, donde además de troncos y cuerdas, esta zona contaba con plataformas en la pared por donde los animales podían trepar. Estos resultados concuerdan con los descritos por otros autores en orangutanes (*Pongo pygmaeus*, **Hebert and Bard, 2000; Malone, 1998**), papiones (*Papio sp.* **Kessel and Brent, 1996**) o mangabeys de mejillas grises (**Neveu and Deputte, 1996**).

El segundo factor que influyó el uso del espacio fue la proximidad al público. Durante la línea base las hembras fueron observadas durante más tiempo en zonas cercanas al público siendo sólo el macho el que presentó un uso prioritario de las zonas categorizadas como alejadas del público. El uso mayoritario de la zona alejada del público por parte del macho pudo estar influido por un efecto de dominancia de éste sobre el resto de los ejemplares, y como resultado de una baja disponibilidad de lugares óptimos en la instalación, como así lo indican **Heeden (1982)** y **Kessel and Brent (1996)** para otras especies de primates.

Varios estudios sobre el efecto del público primates han demostrado las consecuencias negativas que éste tiene sobre su comportamiento incrementando el autoacicalamiento, las agresiones, la conducta anormal y las estereotipias (chimpancés: *Pan troglodytes*, **Lamberth et al., 1997**; macaco león: *Macaca silenus*, **Mallapur et al., 2005a**; macaco rabón (*Macaca*

*arctoides*), titis de Goeldi (*Callimico goeldii*) y gorilas (*Gorilla gorilla*): **Simpson, 2004; Wells, 2005**). Estudios realizados con mangabey de vientre dorado (*Cercocebusgaleritus chrysogaster*), demostraron que la presencia de visitantes a densidades medias y altas, incrementaba la locomoción y las conductas agonísticas dirigidas tanto a conspecíficos como a los mismos visitantes, mientras que la presencia de visitantes a densidades bajas incrementaba la frecuencia de agresiones dirigidas a las especies colindantes (**Mitchell et al., 1991, 1992b**). Nuestros resultados, muestran como durante el segundo trimestre post-enriquecimiento, las zonas usadas más frecuentemente fueron las situadas en la parte posterior, es decir, los lugares donde el número de elementos estructurales era mayor y que estaban más alejados del público. Un estudio realizado con el macaco león demostró que el uso de las zonas próximas al público estaba relacionado con la falta de estímulos y de elementos estructurales en el resto de la instalación (**Mallapur et al., 2005b**) por lo que los animales podrían utilizar la zona próxima al público como fuente de estímulos. Según **Mitchell et al. (1992a)**, las conductas agresivas medidas a partir de expresiones faciales que los animales dirigían al público podían substituir a las que en libertad son dirigidas a las especies simpátricas. Por consiguiente, si los animales no tienen la oportunidad de dirigirlas a otras especies, tenderán a dirigirlas al público.

En el orangután, un incremento en el uso de las zonas más elevadas tras aplicar un enriquecimiento estructural, se atribuyó por una parte al comportamiento natural de la especie, pero también a que estas zonas eran las que estaban más alejadas del público (**Hebert and Bard, 2000**). El cambio observado respecto a la proximidad a la zona de visitantes que se redujo al final del estudio respecto a los valores iniciales, sólo se observó en las hembras, ya que el macho utilizó durante todo el periodo de estudio la zona más cercana a la instalación vecina y la más alejada del público. Únicamente durante el primer trimestre tras el enriquecimiento, el uso de las zonas próximas al público se situó alrededor del valor observado en las hembras.

El uso vertical del espacio fue el que menos se vio modificado tras aplicar el programa de enriquecimiento estructural. A lo largo del estudio se observó que la zona terrestre (altura más baja) fue siempre la más utilizada, seguida por la máxima altura, y siendo la altura media la menos utilizada. Este patrón de uso del espacio se corresponde con el carácter semi-terrestre de la especie descrito por **Chalmers (1968) y Mitani (1989)**. Únicamente el macho se apartó de este patrón puesto que el uso que hacía de la zona más elevada era superior a la del resto de individuos del grupo. Al finalizar el estudio, el patrón de uso en cuanto a las distintas alturas disponibles fue el mismo que el observado en las hembras, prefiriendo el. El uso prioritario del suelo observado en los ejemplares estudiados también lo han descrito **Kessel and Brent (1996)** en papiones, dónde tras realizar un enriquecimiento estructural, el suelo continuó siendo el elemento más utilizado por los animales, excepto en el caso de las crías y los juveniles que utilizaron más las plataformas. En condiciones de libertad, el mangabey de collar se mueve en el plano vertical en función de la fructificación de los árboles llegando a pasar entre un 40-70% del tiempo a alturas comprendidas entre 25-30 m (**Astaras et al., 2011; Mitani, 1989**).

La colocación de substratos adecuados en el suelo de las instalaciones puede modificar el comportamiento de los primates arborícolas incrementando el uso de las zonas bajas, tal y cómo **McKenzie et al. (1986)** observaron en dos especies de titis, tití común (*Callithrix jacchus*) y titi cabeza de algodón (*Saguinus oedipus*). A pesar de que se podría pensar que esto implicaría fomentar la aparición de comportamientos poco naturales en especies típicamente arborícolas, lo cierto es que en cautividad, y como producto del escaso espacio de que disponen los animales en sus instalaciones, cualquier actuación que permita a los animales utilizar todo el espacio disponible para potenciar su nivel de actividad, es importante (**McKenzie et al., 1986**). En nuestro caso, el uso de las localizaciones en función de la altura está muy polarizado en los extremos. Al igual que sucede en la mayoría de primates en cautividad, los animales de este estudio encontraban la totalidad del alimento buscando entre

el substrato por lo que para incrementar el uso de las alturas media y alta habría sido necesario establecer un programa de enriquecimiento alimentario o ocupacional que hubiera potenciado el uso de todo el espacio disponible según lo propuesto por **Paquette and Prescott (1988)**.

Como el mobiliario y los accesorios ayudan a garantizar el bienestar (**Kessel and Brent, 1996**), la falta de estructuras provoca situaciones de competencia entre los animales, disminuye la ocurrencia de conductas deseables, como las conductas afiliativas, y evita que los primates puedan desarrollar los comportamientos típicos (**Anderson, 2014; Neveu and Deputte, 1996**). En nuestro caso, la distribución mayoritaria de los elementos estructurales en la parte posterior de la instalación y la pauta de manejo respecto al suministro de alimentos, hicieron que a pesar de disponer de más espacio tras el enriquecimiento estructural, los animales lo utilizaran de forma menos eficiente. Aunque todos los sujetos de este estudio utilizaron, en mayor o menor grado todas las zonas de la instalación, los valores obtenidos con el índice SPI muestran una tendencia al uso prioritario de determinadas zonas (lejos de los visitantes, cerca de la instalación adyacente y uso del suelo), haciendo que la instalación no se utilizara de forma totalmente homogénea.

Estudios como el realizado por **Stoinski et al., (2001)** muestran cómo los gorilas (*Gorilla gorilla*) no utilizan la instalación de manera homogénea por lo que determinadas zonas (independientemente de su tamaño) son utilizadas en mayor proporción que otras. Mientras que en libertad esto no supondría un problema ya que el espacio por el que se mueven es virtualmente ilimitado, en cautividad la capacidad de movimiento está restringida por el tamaño y los límites de la instalación. Es por ello que, ya que el espacio es limitado, se acepta que en cautividad una mejora del bienestar de los animales está relacionada con el uso de la totalidad del espacio disponible haciendo que todas las zonas de la instalación sean atractivas para los animales (**Traylor-Holzer and Fritz 1985; Shepherdson et. al, 1993**).

Estudios cómo este que tienen en cuenta tanto los componentes intrínsecos y extrínsecos de la instalación para realizar el análisis del uso del espacio que hacen sus ocupantes son importantes que se continúen realizando. La información que aportan puede ser utilizada para mejorar el diseño de las instalaciones procurando a la vez, que tanto que el público los pueda observar como que la instalación garantice el bienestar de los animales.

## REFERENCIAS

**Altman, J.D. (1974).** Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49, 227-267.

**Anderson, M. R. (2014).** Reaching new heights: the effect of an environmental enhanced outdoor enclosure on gibbons in a zoo setting. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 17, 216-227.

**Astaras, C., Krause, S., Mattner, L., Rehse, C., and Waltert, M. (2011).** Association between the drill (*Mandrillus leucophaeus*) and sympatric monkeys in Korup National Park, Cameroon. *American Journal of Primatology*, 73, 127-134.

**Baker, K. C. (1997).** Straw and forage material ameliorate abnormal behaviors in adult chimpanzees. *Zoo Biology*, 16, 225-236.

**Bayne, K., and McCully, C. (1989).** The effect of cage size on the behavior of individually housed rhesus monkeys. *Laboratory Animal*, 18, 25-28.

**Birke, L. (2002).** Effects of browse, human visitors and noise on the behavior of captive orang utans. *Animal Welfare*, 11, 189-202.

**Bloomsmith, M. A., Lambeth, S. P., Haberstroh, M. D. (1999).** Chimpanzee use of enclosures. *American Journal of Primatology*, 49, 1.

**Brent, L., Lee, D. R., and Eichberg, J. W. (1989).** Evaluation of two environmental enrichment devices for singly caged chimpanzees. *American Journal of Primatology*, supplement, 1, 65-70.

- Buchanan-Smith, H. M, Anderson, D. A., and Ryan, C. W. (1993).** Responses of cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus*) to faecal scents of predators and non-predators. *Animal Welfare*, 2, 17-32.
- Chalmers, N. R. (1968).** The social behavior of free living mangabeys in Uganda. *Folia Primatologica*, 8, 263-281
- Chamove, A.S., Hosey, G. R., and Schaetzel, P. (1988).** Visitors excite primates in zoos. *Zoo Biology*, 7, 359-369.
- Clarke, A. S., Juno, C. J., and Maple, T. L. (1982).** Behavioral effects of a change in the physical environment: A pilot study of captive chimpanzees. *Zoo Biology*, 1, 371–380.
- Coe, J. (1989).** Naturalizing habitats for captive primates. *Zoo Biology*, supplement, 1, 117-125.
- Goff, C., Howell, S., Fritz, J., and Nankivell, B. (1994).** Space use and proximity of captive chimpanzee (*Pan troglodytes*) mother/offspring pairs. *Zoo Biology*, 13, 61-68.
- Cooke, C. (2005).** The cercopithecoid community of Sette Cama, Gabon: a preliminary study. *American Journal of Primatology*, 66, 151-152.
- Haberman, S. J. (1978).** *Analysis of Qualitative Data (Vol. 1): Introductory Topics*. New York: New York Academic Press.
- Hebert, P. L., and Bard, K. (2000).** Orangutan use of vertical space in an innovative habitat. *Zoo Biology*, 19, 239-251.
- Hediger, H. (1950).** *Wild animals in captivity*. London: Butterworths Scientific.
- Heeden, S. E. (1982).** Utilization of space by captive groups of lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). *Ohio Journal of Science*, 82, 27-30.
- Hoff, M. P., Forthman, D. L., and Maple, T. L. (1994).** Dyadic interactions of infant lowland gorillas in an outdoor exhibit compared to an indoor holding area. *Zoo Biology*, 13, 245-256.
- IUCN, (2016).** The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 13 July 2016.

**Jones, C., and Sabater-Pi, J. (1968).** Comparative ecology of *Cercocebus albigena* (gray) and *Cercocebus torquatus* (Kerr) in Rio Muni, West Africa. *Folia Primatologica*, 9, 99-113.

**Kessel, A. L., and Brent, L. (1996).** Space utilization by captive-born baboons (*Papio* sp.) before and after provision of structural enrichment. *Animal Welfare*, 5, 37-44.

**Lamberth, S., Bloomsmith, M. and Alford, P. L. (1997).** Effects of human activity on chimpanzee wounding. *Zoo Biology*, 16, 327-333.

**Line, S. W. (1987).** Environmental enrichment for laboratory primates. *Journal of the American Veterinary Medicine Association*, 190, 854-859.

**Little, K. A., and Sommer, V. (2002).** Change enclosure in langur monkeys: implications for the evaluation of environmental enrichment. *Zoo Biology*, 21, 549-559.

**Malone, N. (1998).** Providing orangutans with opportunities for arboreal behavior. *Shape of Enrichment*, 7, 1-2

**Mallapur, A., Sinha, A., and Waran N. (2005a).** Influence of visitor presence on the behavior of captive lion-tailed macaques (*Macaca silenus*) housed in Indian zoos. *Applied Animal Behavioural Science*, 94, 341-352.

**Mallapur, A., Waran, N., and Sinha, A. (2005b).** Use of Enclosure Space by Captive Lion-Tailed Macaques (*Macaca silenus*) Housed in Indian Zoos. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 8, 175-185.

**Mallinson, J. J. C., Smith, J. D., Darwent, M., and Carroll, J. B. (1994).** The design of the Sumatran orang-utan (*Pongo pygmaeus abelii*) "home-habitat" at the Jersey Wildlife Preservation Trust. *DODO Journal of Durrell Wildlife Conservation Trust*, 30, 15-32.

**Maple, T. L. (2007).** Towards a science of welfare for animals in the zoo. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 10, 63-70.

**Maple, T. L., and Finlay, T. W. (1988).** Applied primatology in the modern zoos. *Zoo Biology*, 7, 101-116.

- Maple, T. L., and Perkins, L. A. (1996).** Enclosure furnishings and structural environmental enrichment. In: Kleiman, D. G., Allen, M. E., Thompson, K. V., and Lumpkin, S. (Eds.). *Wild Mammals in Captivity: Principles and Techniques*, University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Martin, P., and Bateson, P. (1993).** *Measuring Behaviour: An Introductory Guide*, Second Edition. Cambridge University Press: Cambridge, USA
- McKenzie, S. M., Chamove, A. S., and Feistner, A. T. C. (1986).** Floor-coverings and hanging screens alter arboreal monkey behavior. *Zoo Biology*, 5, 339–348.
- Mitani, M. (1989).** *Cercocebus torquatus*: adaptive feeding and ranging behaviors related to seasonal fluctuations of food resources in the tropical rain forest of south-Western Cameroon. *Primates*, 30,307-323.
- Mitani, M. (1991).** Niche overlap and polyspecific associations among sympatric cercopithecids in the Campo Animal Reserve, Southwestern Cameroon. *Primates*, 32, 137-151.
- Mitchell, G., Herring, F., Obradovich, S., Tromborg, C., Dowd, B., Neville, L. E., and Field, L. (1991).** Effects of visitors and cage changes on the behaviors of mangabeys. *Zoo Biology*, 10, 417–423.
- Mitchell, G., Herring, F., Tromborg, C., Dowd, B., Steiner, S., and Obradovich, S. (1992a).** Targets of aggressive facial display by golden-bellied mangabeys (*Cercocebus galeritus chrysogaster*) at the Sacramento zoo. *Applied Animal Behaviour Science*, 33, 249-259.
- Mitchell, G., Tromborg, C. T., Kaufman, J., Bargabus, S., Simoni, R., and Geissler, V. (1992b).** More on the "influence" of zoo visitors on the behaviour of captive primates. *Applied Animal Behaviour Science*, 35, 189-198
- Neveu, H., and Deputte, B. L. (1996).** Influence of availability of perches on the behavioral well-being of captive, group-living mangabeys. *American Journal of Primatology*, 38, 175-185.
- Oates, J. F., Gippoliti, S., and Groves, C. P. (2008).** *Cercocebus torquatus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 04 August 2015

**Ochiai-Ohira, T. (2009).** Introduction to climbing structure for Great Ape enclosure in Japan. In: Proceedings of 9<sup>th</sup> International Conference on Environmental Enrichment, June 2009, Paington, UK. (Pp. 115).

**Paquette, D., and Prescott, J. (1988).** Use of novel objects to enhance environments of captive chimpanzees. *Zoo Biology*, 7, 15-23.

**Plowman, A. B. (2003).** A note on a modification of the spread of participation index allowing for unequal zones. *Applied Animal Behaviour Science*, 83, 331-336.

**Ross, S. R., and Lukas, K. E. (2006).** Use of space in a non-naturalistic environment by chimpanzees (*Pan troglodytes*) and lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). *Applied Animal Behaviour Science*, 96, 143-152.

**Shepherdson, D. J., Carlstead, K., Mellen, J. D., and Seidensticker, J. (1993).** The influence of food presentation on the behavior of small cats in confined environments. *Zoo Biology* 12: 203-216

**Shepherdson, D., Mellen, J. D., and Hutchins, M. (1998).** *Second Nature: Environmental Enrichment for captive animals.* Shepherdson, D., Mellen, J. D., and Hutchins, M. (Eds.), Washington D.C., Smithsonian Institution.

**Simpson, L. (2004).** The effect of visitors on captive non-human primates. *Zoo Federation Research Newsletter*, 5, 6.

**Stoinski, T. S., Hoff, M. P., and Maple, T. L. (2001).** Habitat use and structural preferences of captive western lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*): effects of environmental and social variables. *International Journal of Primatology*, 22, 432-447.

**Traylor-Holzer, K., and Fritz, P. (1985).** Utilization of space by adult and juvenile groups of captive chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Zoo Biology*, 4, 115-127

**Wells, D. L. (2005).** A note on the influence of visitors on the behavior and welfare of zoo housed gorillas. *Applied Animal Behaviour Science*, 93, 13-17.

**Wilson, C. C. (1972).** Spatial factors and the behavior of nonhuman primates. *Folia Primatologica*, 18, 256-275.

**Wood, W. (1998).** Interactions among environmental enrichment, viewing crowds, and zoo chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Zoo Biology*, 17: 211–230.

## CAPÍTULO 2

### Efecto del enriquecimiento estructural sobre una pareja de dril





## **SECCIÓN 2.1.**

**Evaluación del programa de enriquecimiento estructural en el comportamiento de una pareja de driles (*Mandrillus leucophaeus poensis*)**

**RESUMEN**

Se estudió una pareja de driles (*Mandrillus leucophaeus poensis*) antes y después de que fueran trasladados a una nueva instalación semi-naturalizada en el Zoo de Barcelona. La antigua instalación de driles permitía que el público estuviera demasiado cerca, separados únicamente por un gran vidrio. En esta instalación, el macho de dril realizaba unos espectaculares *displays* agresivos dirigidos a los visitantes. Los factores que determinaron el cambio de instalación fueron el elevado valor genético de los animales y la respuesta favorable que se obtuvo tras la implementación de un programa de enriquecimiento alimentario. El nuevo alojamiento mantenía elementos típicos de las instalaciones tradicionales como el suelo y paredes de cemento, pero se incorporan elementos naturales en grandes jardineras con nuevos substratos (cortezas, tierra y piedras), vegetación y troncos naturales. La recopilación de datos fue multifocal temporal instantáneo para la recogida de datos durante los meses de agosto-septiembre 1996 para la línea base y los mismos meses de 1997 para la evaluación del enriquecimiento estructural, pues el cambio de instalación se produjo a finales de julio de 1997. El total de horas registradas por fase y sujeto, fue de 62 horas. La locomoción, la alimentación y la exploración ocuparon la mayor parte del tiempo de la pareja de driles en la nueva instalación. El patrón de actividad diario (PAD) del macho cambió sustancialmente, reduciéndose significativamente la interacción con los visitantes. El análisis de la proximidad entre sujetos es baja en ambas instalaciones, destaca que en la nueva instalación los niveles más bajos de proximidad entre ellos y con respecto al público. Los cambios observados en el patrón de actividad diario y proximidad se atribuyen a que la nueva instalación semi-naturalizada mantenía a mayor distancia al público y que el nuevo entorno era más estimulante para los animales.

## INTRODUCCIÓN

Garantizar el bienestar de los animales cautivos ha mostrado un interés creciente desde que se iniciaron los primeros estudios de evaluación de los programas de enriquecimiento ambiental. El bienestar de los animales es especialmente importante para los zoos que tienen un compromiso con los programas de conservación tanto *ex situ* como *in situ* (**Hosey, 2005; Seidensticker and Doherty, 1996, WAZA, 2005**). Asegurar el bienestar de los animales que forman parte de programas de cría en cautividad, y que son la base de otros programas de conservación *ex situ* de los zoos, es imprescindible, si lo que se pretende es mantener una población cautiva con el máximo de diversidad genética y conductual (**McPhee and Carlstead, 2010**).

El reto de los zoos es proporcionar un ambiente estimulante para los animales, además de facilitar la visión de los visitantes procurando que las interacciones entre ambos no pongan en compromiso el bienestar. La estimulación ambiental se proporciona de formas muy diversas a través de los diferentes tipos de enriquecimientos que existen y que pretenden fomentar la aparición de aquellos comportamientos que son importantes para asegurar su bienestar tanto físico como psicológico (**Ducan and Poole, 1990; Maple and Perkins, 1996; Mench, 1998**) además de disminuir las conductas anormales y las interacciones con el público, y en incrementar la actividad de los animales (**Baker, 1997; Boccia 1989; Byrne and Suomi, 1991; Chamove et al., 1984; Yanofsky and Markowitz, 1978**). Los factores potenciadores del comportamiento típico de la especie son tanto la variedad de estímulos como un tamaño adecuado del grupo social y de la instalación (**Clarke et al., 1982; Maple and Stine, 1982; Reinhardt, 1992; van Hooff, 1973**).

El otro condicionante importante a tener en cuenta son los visitantes. Controlar el efecto del público es un factor clave en el bienestar y es un elemento continuo en los zoos. Existen publicaciones que demuestran el efecto negativo que éste ejerce sobre el bienestar de los animales debido al incremento de las agresiones entre conespecíficos y con el público, y la

aparición de conductas anormales (**Chamove et al., 1988; Lamberth et al., 1997; Mitchell et al., 1991**). No obstante, en un estudio realizado con orangutanes (*Pongo pygmaeus*) por **Birke (2002)**, se observó que el elemento esencial no era la presencia o ausencia de público, sino su comportamiento (por ejemplo, el hecho de provocar ruidos).

El dril (*Mandrillus leucophaeus*) es una especie catalogada como EN (en peligro de extinción) en la lista roja de la UICN desde 1986, debido a la deforestación, fragmentación del hábitat y a la caza furtiva (**Maté and Colell, 1995; Oates and Butynski, 2008**). La disminución de las poblaciones salvajes hace que los escasos ejemplares que se encuentran en cautividad (245 según Studbook Internacional; **Knieriem, 2007**) sean fundamentales para los programas de cría en cautividad, por lo que garantizar su bienestar es prioritario.

El dril, al igual que el mandril (*Mandrillus sphinx*), es un cercopitécido africano típico del bosque tropical. Existen pocos estudios realizados sobre driles en libertad (**Astaras et al., 2011; Gartland, 1970; Maté and Colell, 1995; Morgan et al., 2013; Oates, 1996; Struhsaker, 1969; Wild et al., 2005**). La falta de información sobre el patrón de actividad de esta especie en libertad, hace que la compracaión del patrón de actividad diario (PAD) se haya realizado a partir de los datos disponibles de estudios similares realizados en cautividad. Por ello, en este estudio, para comparar si el patrón de actividad diario de los driles en la nueva instalación se acerca al patrón de comportamiento indicativo de bienestar animal, utilizaremos como patrón el estudio de **Chang et al. (1999)** en mandril en una instalación naturalizada.

El objetivo de este estudio es comparar los patrones de actividad diarios y de proximidad entre dos individuos de dril (un macho y una hembra) antes y después de haber sido trasladados a una instalación semi-naturalizada. El cambio de instalación pretende ser un entorno más estimulante que favorezca conductas como la alimentación y la exploración, y que disminuya la inactividad; además, al aumentar la distancia a los visitantes, se esperara que la interacción con el público por parte del macho disminuya.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Sujetos de estudio

El estudio se realizó con dos ejemplares adultos de dril del Zoo de Barcelona (**Tabla 8**). Los dos animales estudiados, incautados de un circo, es probable que procedieran de la Isla de Bioko (República de Guinea Ecuatorial).

**Tabla 8:** Datos sobre los dril (*Mandrillus leucophaeus*) del estudio. Se proporciona los datos referentes al nombre de los animales, el sexo (M: macho; F: hembra), número de identificación de cada animal dentro del registro de EAZA (*European Association of Zoos and Aquaria*), número de identificación de los animales dentro del *Studbook* de la especie, edad aproximada de los animales en años, clase de edad (A: adultos), procedencia (WB: nacido en libertad).

Nombre	Sexo	EAZA ID	STB ID	Edad	Clase de edad	Procedencia
Congo	M	301	25 (BARC2)	~11y	A	WB
Cabinda	F	302	26 (BARC3)	~10y	A	WB

### Instalaciones y manejo

#### Instalación tradicional: línea base (LB)

Durante la línea base (LB) los animales estaban alojados en una instalación tradicional (40 m<sup>2</sup>) de paredes azulejadas, suelo de cemento y con la zona frontal ocupada por un cristal (7 x 3 m) que permitía la observación de los animales desde la zona del público que se encontraba a una distancia inferior a 1 m. Como elementos estructurales internos había plataformas de madera, troncos, una estructura metálica y algunas cuerdas que colgaban del techo de malla metálica. El acceso a los dormitorios, localizados fuera de la vista del público y que funcionaban como

instalaciones interiores cuando las condiciones climatológicas eran adversas, se realizaba a través de una puerta tipo guillotina que estaba situada en la parte posterior de la instalación.

### **Instalación semi-naturalizada: enriquecimiento estructural (ES)**

El enriquecimiento estructural (ES) consistió en el traslado de los animales desde su antigua instalación a otra nueva de 286.51 m<sup>2</sup> de superficie, de forma ovalada y completamente exterior. Los principios de funcionalidad de la instalación y el distanciamiento del público fueron los criterios principales que se tuvieron en cuenta en su diseño. Para conseguir que la instalación fuera más funcional para los animales, se incrementó el tamaño y la complejidad estructural incorporando nuevos elementos estructurales (plataformas, troncos, cuerdas y rocas), vegetación natural, y nuevos y diversos tipos de substrato. Las especies vegetales, que también funcionaban como barrera visual entre animales y visitantes, no provenían de su hábitat natural ya que se trataba de especies de clima mediterráneo. La presencia de un foso con agua de 3 m de ancho separaba al público de los driles. El suelo seguía siendo de cemento y la pared posterior seguía siendo azulejada.

En ambas instalaciones, el alimento era repartido tres veces al día. La primera y última toma consistía en frutas y verduras, mientras que la toma de la tarde era pienso de mantenimiento de primates (frutos secos). Las dos primeras tomas se repartían en la instalación exterior, mientras que la última se administraba en los dormitorios.

### **Recolección de datos**

La recogida de datos fue realizada por dos observadoras (Maté, C. y Martin, M.) a partir de una adaptación del protocolo propuesto por **Hearn et al. (1987)** y **por Hearn et al. (1988)**. Para confirmar la fiabilidad de ambas observadoras, se realizaron treinta horas de observaciones preliminares (julio 1996). Durante las observaciones preliminares y mediante la regla muestreo

*Ad libitum*, se identificaron a los individuos y se realizó la elaboración del etograma siguiendo **Altman (1974) y Martin and Bateson (1993)**.

Los datos recogidos en LB corresponden a los meses de agosto-septiembre 1996 con un total de 32 horas para cada sujeto. Durante este periodo, los animales habían tratado de ser distanciados visualmente del público mediante la colocación de una barrera visual (adhesivo negro de 40cm de alto colocado en el cristal frontal a nivel del suelo). La fase de EE correspondió a observaciones realizadas durante los meses de agosto-octubre 1997, realizándose un total de 32 horas de observación para cada individuo.

Todas las observaciones se realizaron desde la zona del público y utilizando un registro multifocal temporal instantáneo (**Altman, 1974; Martin and Bateson, 1993**). La sesión de observación tenía 1 hora de duración con un tiempo entre intervalos de 1 minuto. Se realizó un horario para observar a los animales la misma cantidad de horas a lo largo de todo el día para evitar sesgos en la conducta de los animales derivados de la afluencia de visitantes y de los horarios de manejo de los animales por parte de los cuidadores. Las horas de observación se agruparon en tres franjas horarias: mañana (10:00-12:00 horas), mediodía (13:00-15:00 horas) y tarde (16:00-18:00 horas) realizando el mismo esfuerzo de observación dentro de cada franja horaria. La recogida de los datos se realizó siempre que los animales se encontraban en la instalación exterior, entre las 10:00-20:00 horas durante agosto y parte de septiembre, y de 10:00-17:00 horas a partir de la última quincena de septiembre cuando se modifica el horario de cierre del zoo. En cada una de las fases del estudio se realizó un test de fiabilidad entre observadoras ( $K = 98.2\%$  de acuerdo con el coeficiente de Kappa). Para la recogida sistemática del comportamiento de los driles se realizó un etograma donde se recopilaron 12 conductas diferentes: locomoción, alimentación, mantenimiento, exploración, vigilancia, auto-acicalamiento, social intraespecífica, social interespecífica, interacción con humanos, anormal, inactividad, y no visible. Dichas conductas se clasificaron de forma jerárquica en: solitarias (seis), sociales (tres) y otras (tres) (**Tabla 9**).

Las categorías de proximidad utilizadas en el estudio fueron las siguientes: “solitarios” (si la distancia entre animales era superior a 1 m), “próximos al compañero” (si los driles estaban situados a una distancia  $\leq 1$  m de otro dril) y “próximo a humanos” (si estaban situados a una distancia  $\leq 1$  m respecto a los humanos). Si los animales se encontraban interaccionando entre si y existía un contacto físico entre ellos, se categorizaba como proximidad “en contacto”.

### **Análisis de los datos**

El análisis del comportamiento y de la proximidad se realizó mediante el cálculo de la Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) de Pearson y los residuos ajustados, considerando el valor del estadístico de prueba 1.96 (en valor absoluto) como valor correspondiente a la distribución normal y asumiendo un nivel de significación del 0.05 (**Haberman, 1978**).

Para conocer las diferencias que se obtuvieron en cada uno de los animales, tanto a nivel de conducta como de proximidad, se compraron los valores de  $\chi^2$  obtenidos en cada uno de los dos períodos del estudio (LB vs. ES). Además, y para conocer si existían diferencias significativas en cuanto a la proximidad observada dentro de cada una de las fases del estudio, se compraron los valores de  $\chi^2$  obtenidos en cada ejemplar y para cada una de las instalaciones estudiadas. Debido a la falta de episodios de “contacto” registrados en ambas fases, estos no se tuvieron en cuenta a la hora de realizar el análisis de la proximidad.

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS (*Statistical Package for the Social Science*) versión 15.0.

## **RESULTADOS**

### **Instalación tradicional (LB)**

En el macho las conductas con frecuencias superiores al 16% fueron la “alimentación”, “inactividad” y “no visible”, y las que mostraron frecuencias inferiores al 8% fueron

**Tabla 9:** Etograma de los comportamientos recopilados en este estudio.

<b>Categoría</b>	<b>Comportamiento</b>	<b>Definición</b>
<b>Solitarias</b>	<b>Locomoción</b>	El animal se mueve de un lugar a otro caminando, corriendo, saltando, balanceándose. No se registra como tal si está forrajeando.
	<b>Alimentación</b>	El animal consume alimento o bebida. Incluye: forrajear, comer, masticar y beber.
	<b>Mantenimiento</b>	El animal realiza una actividad relacionada con mejorar su confort físico o fisiológico: rascarse, estornudar, frotarse los ojos, orinar, defecar, estirarse y las exploraciones genitales.
	<b>Exploración</b>	El animal investiga un área o manipula un objeto. Cuando explora tiene la mirada fija en algún punto concreto, objeto o planta, que a veces acompaña con movimientos laterales de la cabeza. También se incluye la acción de excavar.
	<b>Vigilancia</b>	El animal se mantiene en estado de alerta con la mirada dirigida hacia otro sujeto, persona, o entorno. Responde inmediatamente a cualquier estímulo.
	<b>Autoacicalamiento</b>	El animal inspecciona su propio pelaje.
<b>Sociales</b>	<b>Intraespecífico</b>	El animal realiza una conducta social dirigida a otro individuo de la misma especie: afiliativas, sexuales, agresivas y de sumisión.
	<b>Interespecífico</b>	Actividades sociales dirigidas a otras especies: aves, insectos y otros primates de instalaciones cercanas.
	<b>Interacción con humanos</b>	El animal dirige amenazas y diferentes pautas agresivas a los visitantes como las de sacudir la cabeza, enseñar los dientes, cargas. Se incluyen las dirigidas a los cuidadores y observadores.
<b>Otras</b>	<b>Anormal</b>	El animal realiza una conducta aberrante o repetitiva: se muerde, se autoabrazo, chupar el dedo, estirarse el pelo o caminar con una pauta fija.
	<b>Inactividad</b>	El animal está quieto con la musculatura relajada y sin prestar atención a los estímulos del entorno. Incluye cuando el animal está durmiendo.
	<b>No visible</b>	El animal y/o su conducta no son visibles para el observador.

“locomoción”, “mantenimiento”, “exploración”, “conducta social intra e interespecífica”, interacción con humanos y anormal. En la LB no se observaron las conductas de “vigilancia” y “autoacicalamiento” (**Figura 7**). En el patrón de actividad diario de la hembra destacaba la “inactividad” y “alimentación”, ambas conductas suponían el 89% del tiempo. Las conductas menos observadas fueron la “locomoción”, “mantenimiento”, “exploración” y “conducta social intraespecífica” y “no visible” ( $\leq 6\%$ ). En esta fase no se observaron las conductas de “vigilancia”, “autoacicalamiento” y “conducta social interespecífica (**Figura 8**).

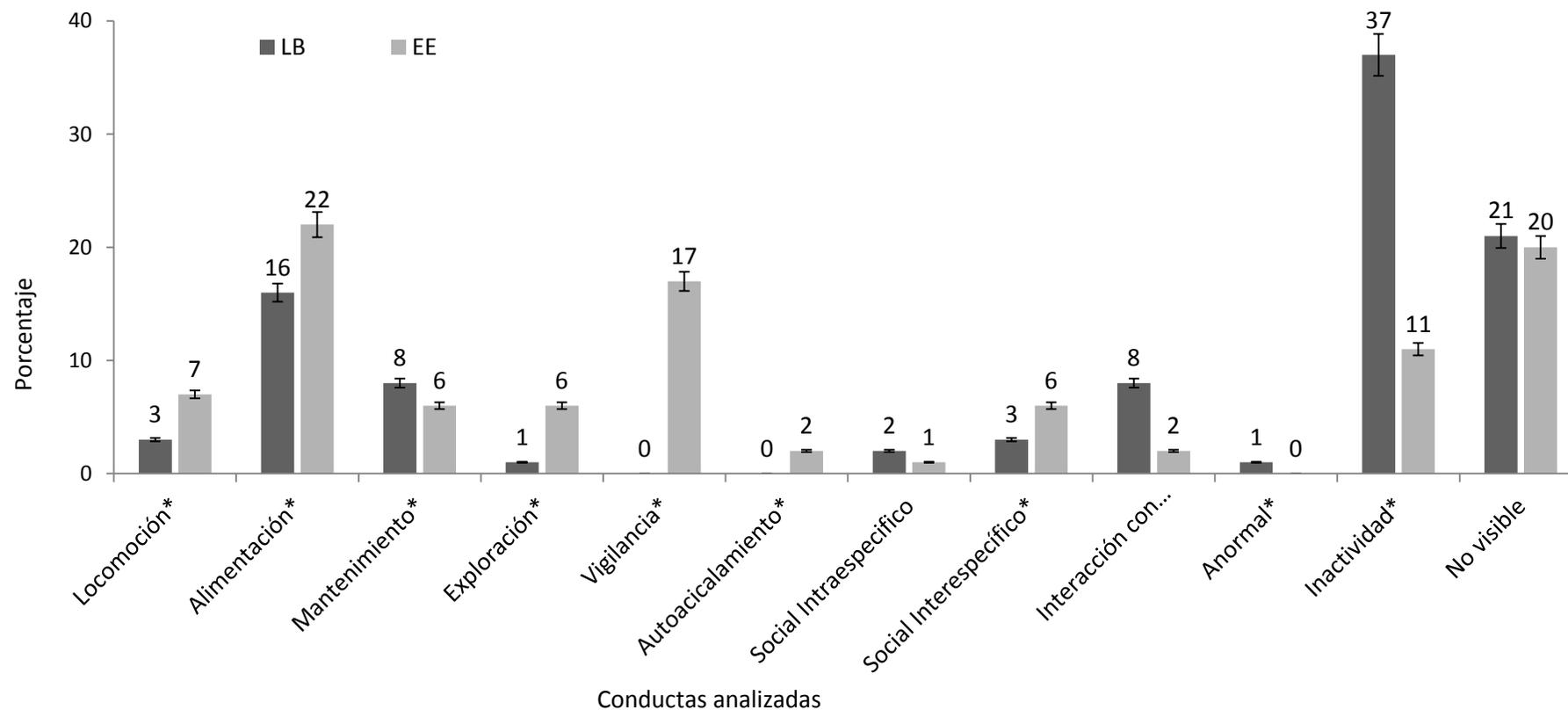
Respecto a la variable proximidad, en el macho se observa como la categoría de “solitario” es la predominante (78%) con respecto a las categorías de “próximo al compañero” y a los “humanos” ( $\leq 14\%$ ). Los resultados obtenidos en la hembra nos muestran como principalmente estaba “solitaria” (84%), en menor proporción próxima al macho (15%) y sólo un 1% a los visitantes (**Figura 9**). En esta fase se registraron 53 episodios de “contacto” entre macho y hembra.

Al comparar la proximidad entre ambos animales, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en las categorías de “solitario” y “próximo a humanos”. Mientras la “proximidad a los humanos” fue superior en el macho, los niveles de la categoría “solitaria” fueron superiores en la hembra ( $\chi^2=112.402$ , g. d. l. = 2,  $P < 0.001$ ).

### **Instalación semi-naturalizada (EE)**

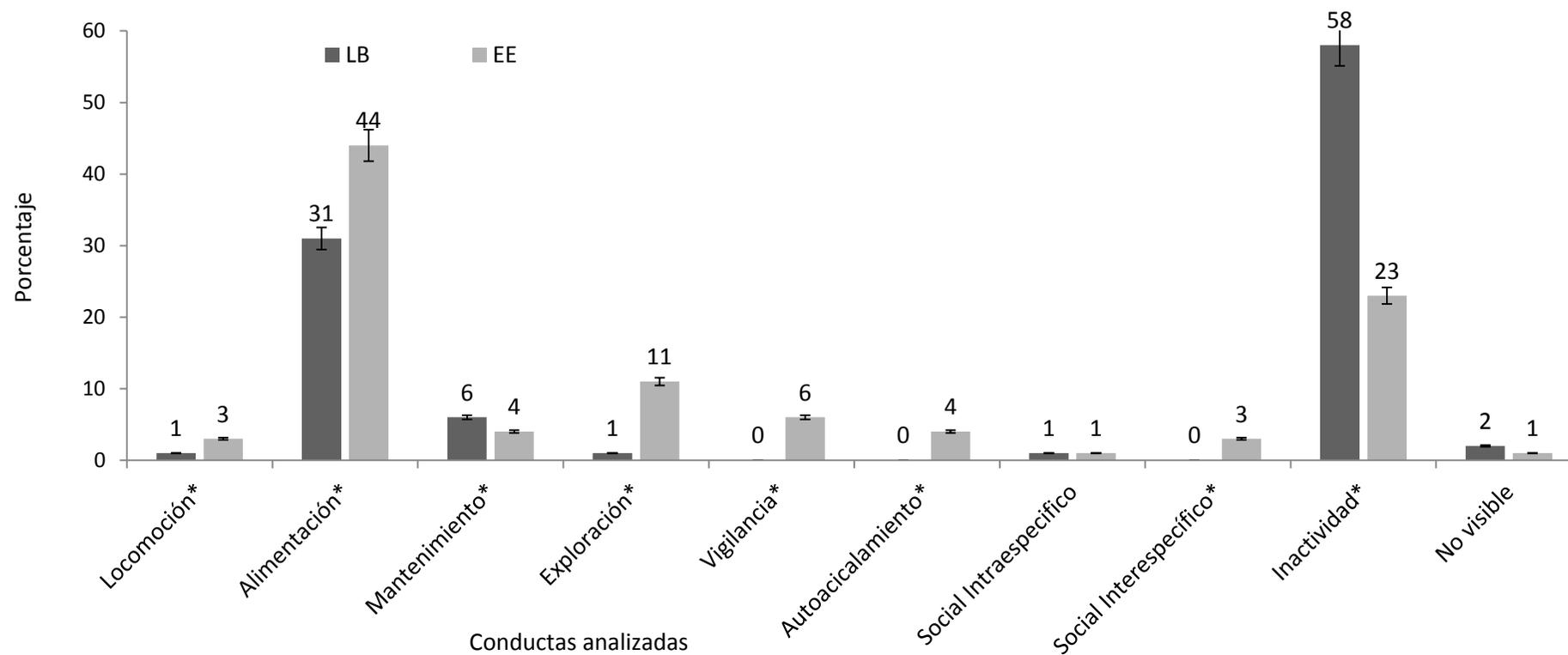
Tras el cambio de instalación, las conductas más frecuentemente observadas en el macho, fueron la “alimentación”, seguida del “no visible”, “vigilancia” e “inactividad” ( $\geq 11\%$ ). Las que mostraron porcentajes inferiores al 7% fueron: “locomoción”, “mantenimiento”, “exploración”, “autoacicalamiento”, “conducta social intra e interespecífica”, y la “interacción con humanos”. No se observándose la “conducta anormal” (**Figura 7**).

**Figura 7:** Patrón de actividad diario (PAD) para el dril (*Mandrillus leucophaeus poensis*) macho adulto (Congo) en el Zoo de Barcelona durante las dos fases del estudio: línea base (LB) y enriquecimiento estructural (EE). El valor para cada comportamiento está expresado en porcentaje (%). Las diferencias estadísticamente significativas (para  $P < 0.01$ ) entre LB y la fase de enriquecimiento EE se muestran con un asterisco (\*).



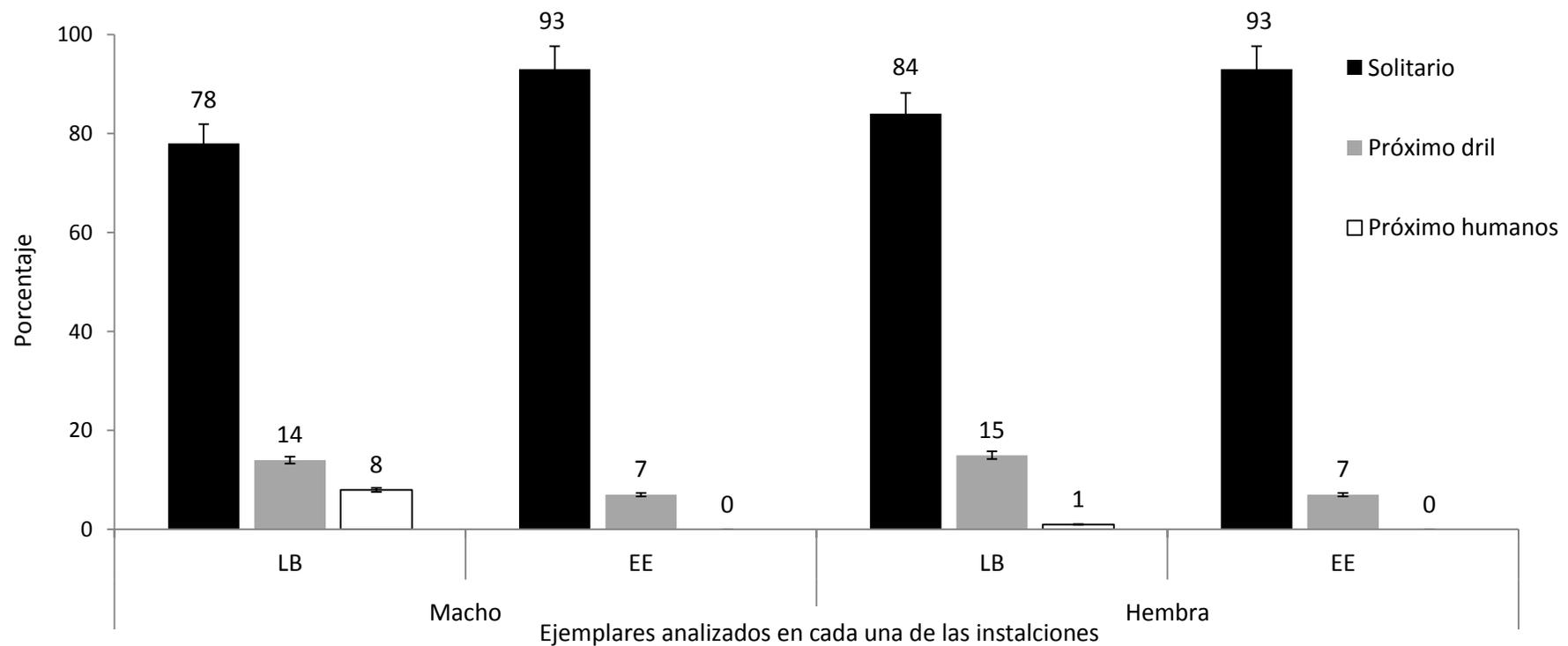
Donde: LB se corresponden a la instalación de tradicional, y EE con la instalación semi-naturalizada en que se centró el enriquecimiento.

**Figura 8:** Patrón de actividad diario (PAD) para el dril (*Mandrillus leucophaeus poensis*) hembra adulta (Cabinda) en el Zoo de Barcelona durante las dos fases del estudio: línea base (LB) y enriquecimiento estructural (EE). El valor para cada comportamiento está expresado en porcentaje (%). Las diferencias estadísticamente significativas (para  $P < 0.01$ ) entre LB y la fase de enriquecimiento EE se muestran con un asterisco (\*).



Donde: LB se corresponden a la instalación tradicional, y EE con la instalación semi-naturalizada en la que se centró el enriquecimiento.

**Figura 9:** Distribución en porcentaje, de la proximidad de los animales estudiados (Congo y Cabinda) según las frecuencias de proximidad observadas para las categorías de solitario, próximo al compañero y a los humanos. En ambos ejemplares se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre las dos fases y en las tres categorías de proximidad analizadas (Congo:  $\chi^2=217.036$ , *d. f.* = 2, *P* < 0.001; Cabinda:  $\chi^2=76.754$ , *d. f.* = 2, *P* < 0.001).



Donde: LB se corresponden a la instalación de tradicional, y EE con la instalación semi-naturalizada en que se centró el enriquecimiento.

En la hembra el patrón de actividad diario cambió, diversificando el repertorio conductual (aparece la “vigilancia”, el “autoacicalamiento” y la “conducta social interespecífica”) y manteniendo la “alimentación”, la “inactividad” y la “exploración” en porcentajes superiores al 11%. En este individuo no se observaron ni la “interacción con humanos” ni la “conducta anormal” durante esta fase (**Figura 8**).

En la nueva instalación los resultados obtenidos en el macho nos muestran cómo la categoría de “solitario” continúa siendo la predominante (93%), respecto a “próximo” (7%). En la hembra se obtuvieron los mismos resultados que los observados en el macho en el análisis de la proximidad (“solitario” 93%, “próximo al compañero” 7%). En esta fase destaca que la proximidad a los humanos, no se observó en ninguno de los dos ejemplares. En esta ocasión los “contactos” observados dril (24 episodios, **Figura 9**).

#### **Instalación tradicional (LB) vs. semi-naturalizada (ES)**

En el macho se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en las conductas de “locomoción”, “alimentación”, “mantenimiento”, “exploración”, “vigilancia”, “autoacicalamiento”, “conducta social interespecífica”, “interacción con humanos”, “anormal”, “inactividad” y “no visible” ( $\chi^2=859.664$ , *d. f.* = 11,  $P < 0.001$ ). Las conductas que se observaron más frecuentemente tras el enriquecimiento estructural fueron “locomoción”, “alimentación”, “exploración”, “vigilancia”, “autoacicalamiento” y “conducta social interespecífica”. Los comportamientos que se observaron menos tras el enriquecimiento fueron el “mantenimiento”, “interacción con humanos”, “anormal”, “inactividad” y “no visible” (**Figura 7**).

En la hembra se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en ocho conductas: “locomoción”, “alimentación”, “mantenimiento”, “exploración”, “vigilancia”, “autoacicalamiento”, “conducta social interespecífica” e “inactividad” ( $\chi^2=790.692$ , *d. f.* = 10,  $P$

< 0.001). Los comportamientos que incrementaron su porcentaje tras el cambio de instalación fueron “locomoción”, “alimentación”, “exploración”, “vigilancia”, “autoacicalamiento” y “conducta social interespecífica”. Comportamientos como mantenimiento (6% BL - 4% SE) e inactividad se redujeron tras el cambio (**Figura 8**).

Al comparar las dos fases de estudio se obtuvieron diferencias significativas en ambos animales y en las tres categorías de proximidad analizadas (**Figura 9**). Tanto en el macho como en la hembra incrementa los niveles de la categoría de “solitario” en la nueva instalación, y se reducen los niveles de “próximo al compañero”. Destaca la reducción de la “proximidad a los humanos” observada en el macho en la fase de estudio EE (**Figura 9**).

## **DISCUSIÓN**

Uno de los objetivos que persigue cualquier tipo de programa de enriquecimiento estructural es conseguir una mejora del bienestar. Por ello, y para poder determinar la eficacia de dicho programa enriquecimiento, es imprescindible realizar un seguimiento. Comparando los registros recogida antes y después de su aplicación, para cuantificar si existen cambios en el patrón de actividad diario. Las evaluaciones de los programas de enquecimiento ayudan además a mejorar el diseño o eficacia de las instalaciones ya que aportan datos cuantitativos sobre los cambios producidos en el comportamiento y nos permiten conocer cómo éstos tienen repercusión en el nivel de bienestar de los animales (**Committee on the Well-Being of Nonhuman Primates, 1998**).

Debido a la escasez de trabajos realizados sobre enriquecimiento estructural en el dril, comparamos nuestros resultados con los obtenidos en el estudio de **Chang et al. (1999)**, donde al igual que en nuestro caso se propuso un programa de enriquecimiento estructural trasladando a un grupo de mandriles a una instalación de mayor tamaño y complejidad estructural. En general y tras el enriquecimiento, se observa como tanto en el dril como en el

mandril, los niveles de “locomoción” (dril ♂ 7%, ♀ 3%, mandril 7%) y “alimentación” (dril ♂ 22%, ♀ 44%, mandril 66%) se vieron incrementados mientras que los niveles de “conducta anormal” (dril y mandril 0%) e “inactividad” (dril ♂ 11%, ♀ 23%, mandril 12%) se redujeron. En el dril se consiguió reducir los niveles de “mantenimiento” que se aproximaron a los observados por **Chang et al. (1999)** antes y después del enriquecimiento (dril ♂ 6%, ♀ 4%, mandril 3%). Comparando ambas especies se observa cómo en la nueva instalación, el dril incrementó la “exploración” (dril ♂ 6%, ♀ 11%) con respecto al mandril (2%) que la redujo en la instalación naturalizada. Destacan los valores similares obtenidos en la “conducta social” del dril que se incrementaron tras el enriquecimiento (dril ♂ 7%, ♀ 4%, mandril 7%) (**Chang et al., 1999**).

Los resultados que obtuvimos muestran grandes coincidencias con los obtenidos en estudios similares realizados con mandril (**Chang et al., 1999**) y langur (*Presbytis enetellus*, **Little and Sommer, 2002**) en cuyos estudios los animales fueron trasladados a instalaciones naturalizadas y de mayor tamaño. En todos los casos se observó un incremento en las conductas de “locomoción” y “alimentación”, y una disminución de la “inactividad”, además de una reducción de las conductas anormales en dril (en el langur no se observó nunca este tipo de conductas).

Tal y cómo se ha observado en estudios realizados con otros primates (**Brent et al., 1991; Chang et al., 1999; Little and Sommer, 2002**), tras la aplicación de un programa enriquecimiento estructural se incrementan los niveles de “locomoción” debido, posiblemente, al incremento en el tamaño y en el número de elementos estructurales. Aunque en el caso de la hembra, ésta no alcanzó el mismo nivel de “locomoción” que el del macho, la “locomoción” triplicó sus niveles respecto con respecto a los valores obtenidos en la instalación tradicional por lo que consideramos que el programa de enriquecimiento tuvo un efecto positivo en ambos sujetos para este comportamiento.

La conducta alimentaria fue la que más se incrementó en ambos animales tras el cambio de instalación. Teniendo en cuenta que las pautas de manejo no se vieron modificadas a lo largo del estudio, la explicación para dicho incremento se encuentra en que el diseño de la nueva instalación disponía de diferentes zonas ajardinadas donde podían buscar el alimento entre el substrato de corteza de pino, incrementándose así el tiempo de forrajeo tal y como también se ha observado que sucede en el mono rhesus cuando se les proporciona este mismo tipo de substrato (**Lutz and Novak, 1995**). Al tratarse de una instalación exterior, podían consumir alimentos a los que anteriormente no tenían acceso como es el caso de las hojas de los árboles que caían en su instalación. Todo ello contribuyó a que el porcentaje de “alimentación” que se observaron en el macho fueron muy similares a los observados por **Bader (2005)** en un grupo de driles en cautividad que, vivían en una instalación semi-naturalizada. La hembra superó el porcentaje de “alimentación” observado por **Bader (2005)** pero no alcanzó los niveles de otros cercopitécidos que fueron trasladados a una instalación completamente naturalizada (**Chang et al., 1999; Little and Sommer, 2002**).

Mientras que la conducta de “mantenimiento” se redujo aproximando los valores a los obtenidos en el mandril (**Chang et al., 1999**), la “exploración” se incrementó en la nueva instalación. Un mayor porcentaje de comportamiento exploratorio también se observó en mona araña (*Ateles geoffroyi*, **Márquez-Arias et al., 2014**) cuando se incrementó la complejidad estructural de su instalación. Estos resultados son contrarios a los observados en mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*, **Blois-Heulin and Jubin, 2004**) y mandril (**Chang et al., 1999**) donde no se observaron diferencias en el “mantenimiento” y se obtuvo una reducción en la “conducta exploratoria” a pesar de trasladar a los animales a una nueva instalación. Los niveles de “mantenimiento” resultantes en el macho de dril no variaron tras el cambio de instalación respecto a los resultados obtenidos al incorporar una barrera visual en la instalación ni con la implementación de un programa de enriquecimiento alimentario, pero

sí se consiguió un incremento de la conducta exploratoria con el cambio de instalación (**Martín et al., 2016**).

Gracias al enriquecimiento proporcionado por el nuevo ambiente, durante segunda fase del estudio aparecieron nuevas conductas tales como la “vigilancia” y “autoacicalamiento”, cuya frecuencia de aparición en la instalación antigua era mínima o nula. La pareja de dril incrementó los comportamientos de “autoacicalamiento en la nueva instalación, en estudios realizados con cercopitécidos (**Little and Sommer, 2002**) y póngidos (**Bowen, 1980; Brent, et al., 1991; Clarke et al., 1982**) se observó su reducción.

Las “conductas sociales” (intraespecíficas e interespecíficas) tenían muy poca representación en el patrón de actividad diario de estos dril. Las relaciones sociales y los niveles de proximidad que se establecieron entre ambos ejemplares eran muy bajos, motivo por el cual no se obtuvieron diferencias entre las fases del estudio en la conducta social intraespecífica. En ambas fases la proximidad (y contacto) entre los animales presentó unos porcentajes muy bajos (<15%) que se redujeron hasta el 7% en la nueva instalación. La baja proximidad y conducta social en los sujetos estudiados puede ser debida a que se trata de una pareja, no un grupo social. La estructura social observada en el dril en libertad es tipo harem o multimacho-multihembra con ejemplares de diferentes clases de edad (**Gartland, 1970; Kappeler and Van Schaik, 2002**), como también se observa en mandril (**Abernerthy et al., 2002; Hoshino et al., 1984**). Los grupos de dril están formados por alrededor de veinte ejemplares (**Struhsaker, 1969**). A pesar de esta diferencia, en estudios realizados con grupos de primates de entre 7-39 ejemplares, se observa una reducción de la conducta social cuando los animales están en instalaciones de mayor tamaño y estructuralmente más complejas (**Chang et al., 1999; Little and Sommer, 2002, Márquez-Arias et al., 2014**). En nuestro caso esto puede observarse tanto en el comportamiento (bajos niveles de conducta social) como en la proximidad (incremento de la categoría “solitaria” y reducción de la “proximidad a los

conspécíficos”) de la pareja de driles analizada ya que al disponer de una mayor libertad de movimientos y de espacio por el que distribuirse, los animales se dispersan más, provocando una disminución de las interacciones sociales, y por tanto de la proximidad y contacto (Márquez-Arias, et al., 2014; Matheson, et al., 2005).

Un caso diferente son las relaciones inter-específicas que establecían con otras especies. Durante el tiempo que estuvieron en la instalación tradicional, los animales sólo tenían contacto visual con la pareja de gorilas (*Gorilla gorilla*) y el grupo de chimpancés (*Pan troglodytes*) que ocupaban las instalaciones que tenían frente a la suya pero con los que no podían interactuar. En el caso de la instalación semi-naturalizada, sí que tenían la posibilidad de interactuar con otras especies (especialmente palomas) que volaban hasta su instalación y que actuaron como elemento enriquecedor de la conducta social inter-específica ya que ésta se incrementó en ambos ejemplares de dril. El “*Old World Monkey Regional Collection Plan*” (McCann and Carter, 2008) considera a mandriles y driles especies a tener en cuenta para exhibir con otras especies ya que las interacciones sociales entre driles y mandriles con otros primates simpátridos de los géneros *Cercopithecus*, *Cercocebus*, *Lophocebus* y *Colobus*, han sido observadas en libertad (Astaras et al., 2011; Gartland and Struhsaker, 1972). Por todo ello, una forma de incrementar las conductas sociales en el dril sería la incorporación de otras especies de primates como las observadas en el zoo de Brookfield (Wojciechowski, 2004) o Knoxville (Strange, 2007). Estudios con otros primates demuestran que con un diseño adecuado de la instalación, los primates que de forma natural conviven en su hábitat natural, también lo pueden hacer en cautividad (Buchanan-Smith, et al., 2009; Deleu et al., 2003).

Estudios como el realizado por Chamove et al., (1988) han demostrado que el público actúa como factor de estrés para los animales incrementando las agresiones entre ellos, así como la frecuencia de aparición de “conductas anormales”. Con el objetivo de reducir la “interacción con los visitantes” y evitar de ésta manera las consecuencias negativas que ello

implica para el bienestar de los animales, se puede actuar de forma directa sobre las instalaciones colocando barreras visuales que eviten y/o dificulten la visión del público (**Martin et al., 2016**), o aumentando la distancia entre animales y público como es el caso del presente trabajo (**Little and Sommer, 2002**). En la instalación tradicional el público se encontraba mayormente en un nivel de altura superior al de los animales y podía acercarse hasta el cristal golpeándolo y captando la atención de los sujetos, hecho que provocaba reacciones agonísticas por parte del macho especialmente hacia los varones (**Martin et al., 2016**). Este tipo de respuesta del macho también se observa en la categoría de “proximidad a los humanos” pues este individuo quien presenta los porcentajes más elevados (8%). En cambio en la nueva instalación, el animal podía colocarse en un nivel de altura superior al del público, los visitantes se encontraban a una mayor distancia (3 m), y la existencia de vegetación natural dentro y fuera de la instalación actuaba como barrera visual entre el público y el dril haciendo que éste no fuera molestado. Estos cambios estructurales en la instalación provocaron que el macho redujera de forma significativa los niveles de interacción y de proximidad con los humanos, eliminando la “conducta anormal”. Tanto la reducción de la “interacción con humanos” como la desaparición de la conducta anormal, son dos indicadores de que el programa de enriquecimiento fue un éxito.

El comportamiento de “no visible” no experimentó diferencias significativas entre las instalaciones en ninguno de los ejemplares de dril. Con el cambio de instalación y gracias a la presencia de nuevos elementos estructurales (troncos, plataformas y rocas) y barreras visuales (zonas ajardinadas con vegetación natural dentro y fuera de la instalación) cabría esperar un incremento del comportamiento de “no visible” tal y como se ha observado en otros estudios (**Chang et al., 1999; Little and Sommer, 2002**). En nuestro caso este comportamiento se redujo en ambos ejemplares siendo en la hembra, un comportamiento minoritario que presentó unos valores de observación próximos a los que **Chang et al. (1999)** observaron en mandriles en una

instalación naturalizada. En el macho, sin embargo, se mantuvo como una de las conductas más representativas de su patrón de actividad diario en ambas fases del estudio, por ello, y teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la conducta de “interacción con humanos”, el macho era más sensible a la presión y al efecto negativo del público ya que a pesar de atenuar el estímulo de los visitantes, continuaba presentando una elevada proporción de comportamiento a la búsqueda de protección y aislamiento como es el “no visible”. Hay que señalar que los dos ejemplares estudiados fueron decomisados de un circo y se desconocen las condiciones de vida y de manejo a que estuvieron sometidos hasta que fueron incautados, hecho que tal y como indica **Hosey (2008)**, puede afectar el tipo de interacciones que los animales mantengan *a posteriori* con respecto a los humanos.

En la instalación tradicional, la conducta más frecuente en el comportamiento de ambos driles era la inactividad y tras el cambio de instalación se redujo significativamente a unos valores inferiores a los observados en mandril (**Chang et al., 1999**). **Bader (2005)**, en su estudio sobre el patrón de actividad diario del dril, observó que la inactividad era el comportamiento principal entre las 13:00 y las 17:00 horas. En este y en otros estudios se ha demostrado que una reducción del tiempo de inactividad puede conseguirse gracias al uso del enriquecimiento estructural (**Little and Sommer, 2002; Lutz and Novak, 1995**).

La presencia y los porcentajes de conductas anormales son un indicador que determinan la eficacia, o no, de un enriquecimiento así como el bienestar de los animales (**Ducan, 2006; Fraser and Weary, 2005**). En ambos ejemplares los porcentajes iniciales de conducta anormal que presentaban en la fase de instalación tradicional (LB) no eran muy elevados, y debido al programa de enriquecimiento utilizado, se consiguió que desaparecieran. El enriquecimiento estructural ha demostrado tener una eficacia directa sobre estos comportamientos reduciéndolos en este y en otros estudios (**Chang et al., 1999; Lutz and Novak, 1995; Paulk et al., 1977**). En este estudio, la reducción puede ser debida a diferentes

factores como son el incremento del espacio disponible, la complejidad y variedad de las estructuras presentes, así como de la posibilidad de esconderse del público y del distanciamiento del público.

Los resultados obtenidos en ambos ejemplares de dril nos muestran como ambos sujetos mostraron una gran plasticidad conductual pues a pesar de que no fueron trasladados a una instalación completamente naturalizada, el incremento del tamaño y de la complejidad estructural, conjuntamente con el distanciamiento de los animales respecto al público, influyó sobre el patrón de actividad diario de los animales. Gracias al enriquecimiento se consiguió incrementar los niveles de algunas conductas como “locomoción”, “alimentación”, “exploración” y “conducta social interespecífica”, al tiempo que se redujeron otras como “la interacción con humanos”, “conducta anormal” e “inactividad”. Los cambios observados en estos comportamientos nos indican que se produjo una mejora del bienestar de los dril.

Este estudio ejemplifica la importancia de realizar una evaluación sobre los cambios que se producen en el patrón de actividad diario cuando se modifican las instalaciones de los animales, ya que únicamente mediante un seguimiento se pueden recopilar los datos necesarios que permitan conocer el bienestar alcanzado tras la aplicación del programa de enriquecimiento estructural.

## REFERENCIAS

**Abernethy, K. A., White, L. J. T. and Wickings, E. J. (2002).** Hordes of mandrills (*Mandrillus sphinx*): extreme group size and seasonal male presence. *Journal of Zoology*, 258, 131-137.

**Altman, J.D.** (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49, 227-267.

**Astaras, C., Krause, S., Mattner, L., Rehse, C., and Waltert, M. (2011).** Associations between the Dril (*Mandrillus leucophaeus*) and Sympatric Monkeys in Korup National Park, Cameroon. *American Journal of Primatology*, 73, 127- 134.

- Bader, I. (2005).** Activity Budget of Captive *Madrillus leucophaeus* in the Confines of Zoo Atlanta. *Oxford Journal of Anthropology*, 1, 1-8.
- Baker, K. (1997).** Straw and forage material ameliorate abnormal behaviors in adult chimpanzees. *Zoo Biology*, 16, 225-236.
- Birke, L. (2002).** Effects of browse, human visitors and noise on the behavior of captive orang utans. *Animal Welfare*, 11, 189-202.
- Blois-Heulin, C., and Jubin, R. (2004).** Influence of the presence of seeds and litter on the behavior of captive red-capped mangabeys *Cercocebus torquatus torquatus*. *Applied Animal Behaviour Science*, 85, 349-362.
- Boccia, M. L. (1989).** Long-term effects of a natural foraging task on aggression and stereotypies in socially housed pigtail macaques. *Laboratory Primate Newsletter*, 28, 18-19.
- Bowen, R. A. (1980).** The behaviour of three hand-reared lowland gorillas, *Gorilla g. gorilla*, with emphasis on the response to a change in accommodation. *Dodo, Journal Jersey Wildlife Preservation Trust*, 17, 63-79.
- Brent, L., Lee, D. R., and Eichberg, J.W. (1991).** Evaluation of a chimpanzee enrichment enclosure. *Journal Medical Primatology*, 20, 29-34.
- Buchanan-Smith, H. M., Leonardi, R., Dufour, V., MacDonald, C., and Whiten, A. (2009).** Mixed-species exhibits—are they really enriching?. In: *Proceedings of 9<sup>th</sup> International Conference on Environmental Enrichment*, June 2009, Paington, UK. (Pp. 28).
- Byrne, G. D., and Suomi, S. J. (1991).** Effects of woodchip and buried food on behavior patterns and psychological well-being of captive rhesus monkeys. *American Journal of Primatology*, 23, 141-151.
- Chamove, A. S., Anderson, J. R., and Nash, J. R. (1984).** Social and environmental influences on self-aggression in monkeys. *Primates*, 25, 319-325.

**Chamove, A. S., Hosey, G. R., and Schaetzel, P. (1988).** Visitors excite primates in zoos. *Zoo Biology*, 7, 359-369.

**Chang, T. R., Forthman, D. L. and Maple, T. L. (1999),** Comparison of confined mandrill (*Mandrillus sphinx*) behavior in traditional and “ecologically representative” exhibits. *Zoo Biology*, 18, 163–176.

**Clarke, S., Juno, C., and Maple, T. (1982).** Behavioral effects of a change in the physical environmental. A pilot study of captive chimpanzees. *Zoo Biology*, 1, 371-388.

**Committee on the Well-Being of Nonhuman Primates. (1998).** The psychological well-being of nonhuman primates. Washington, DC: National Academic Press.

**Deleu, R., Veenhuizen, R., and Nelissen, M. (2003).** Evaluation of the mixed-species exhibit of African elephants and *Hamadryas* baboons in Sarari Beekse Bergen, the Netherlands. *Primate Report*, 65, 5-19.

**Ducan, J. H. (2006).** The changing concept of animal sentience. *Applied animal behavior Science*, 100, 11-19.

**Ducan, I. H., and Poole, T. B. (1990).** Promoting the welfare of farm and captive animals. In: Monagan P., and Wood, D. (Eds.) *Managing the behavior of animals*. Chapman and Hall: London, UK.

**Fraser, D., and Weary, D. C. (2005).** Applied animal behavior and animal welfare. In: Bolhuis, J. J., and Giraldeu, L. (Eds.). *The behavior of animals: mechanisms, function, and evolution*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford.

**Gartland, S. (1970).** Preliminary notes on the ecology and behavior of the drill *Mandrillus leucophaeus*. In Napier and Napier (Eds.) *Old World Monkeys, Evolution, Systematics and Behavior*. Academic Press, New York.

**Gartlan, J.S. and Struhsaker, T.T. (1972).** Polyspecific associations and niche separation of rain-forest anthropoids in Cameroon, West Africa. *Journal of Zoology* 168, 221-265.

- Haberman, S.J. (1978).** Analysis of Qualitative Data. Volume 1: Introductory Topics. New York: New York Academic Press.
- Hearn, G. W., Weikel, E. C., and Schaaf, C. D. (1987).** Brief ethogram for the drill in captivity. In: Dr. Michael Böer and Zoologischer Garten Hannover. International Studbook.
- Hearn, G. W., Weikel, E. C., and Schaaf, C. D. (1988).** A preliminary ethogram and study of social behavior in captive drills, *Mandrillus leucophaeus*. Primate report, 9, 1-14.
- Hosey, R. (2005).** How does the zoo environment affect the behavior of captive primates?. Applied Animal Behaviour Science, 90, 107-129.
- Hosey, R. (2008).** A preliminary model of human-animal relationship in the zoo. Applied Animal Behavior Science, 109, 105-127.
- Hoshino, J., Mori, A., Kudo, H. and Kawai, M. (1984).** Preliminary report on the grouping of mandrills (*Mandrillus sphinx*) in Cameroon. Primates 25, 295-307.
- Kappeler, P.M. and van Schaik, C.P. (2002).** Evolution of primate social systems. International Journal of Primatology 23, 707-740.
- Knieriem, A. (2007).** International studbook 5 for drill (*Mandrillus leucophaeus*). Hannover: Erlebnis Zoo Hannover.
- Lamberth, S. P., Bloomsmith, M. A., and Afford, P. L. (1997).** Effects of human activity on chimpanzee wounding. Zoo Biology, 16, 327-333.
- Little, K. A., and Sommer, V. (2002).** Change of enclosure in langur monkeys: implications for the evaluation of environmental enrichment. Zoo Biology, 21, 549- 559.
- Lutz and Novak, M. A. (1995).** Use of foraging racks and shaving as enrichment tools for groups of rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). Zoo Biology, 14, 463-474.
- Maple TL, Perkins LA. (1996).** Enclosure furnishings and structural environmental enrichment. In: Kleiman D. G., Allen M. E., Thompson K.V., Lumpkin, S. (Eds.) Wild mammals in captivity. Chicago: University of Chicago Press.

**Maple, T., and Stine, W. (1982).** Environmental variables and great apes husbandry. *American Journal of Primatology, Supplement, 1*, 67-76.

**Márquez-Arias, A., Santillán-Doherty, A. M., Arenas-Rosas, R. V., Gasca-Matías, M. P., Muñoz-Delgado, J., and Villanueva-Valle, J. (2014).** The effects of environmental enrichment on a group of captive spider monkeys (*Ateles geoffroyi*). *Salud Mental, 37*, 409-414.

**Martin, P., and Bateson, P. (1993).** *Measuring Behaviour: An Introductory Guide*, Second Edition. Cambridge: Cambridge University Press.

**Martín, O., Vinyoles, D., García-Galea, E., and Maté, C. (2016).** Improving the welfare of a zoo-housed male drill (*Mandrillus leucophaeus poensis*) aggressive towards visitors. *Journal of Applied Animal Welfare Science, 16*, 1-12.

**Maté, C., and Colell, M. (1995).** Relative abundance of forest Cercopithecines in Arihá Region, Bioko Island, Republic of Guinea Equatorial. *Folia Primatologica, 64*, 49-54.

**Matheson, M. G., Fragaszy, D. M., and Johnson-Pynn, J. S. (2005).** Response to novel housing in two groups of captive tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Primates, 46*, 235-240.

**McCann, C., and Carter, S. (2008).** *Old World Regional Collection Plan*. Association of Zoos and Aquariums (AZA). McCann, C., and Carter, S. (Eds.) Third Edition.

**McPhee, M. E., and Carlstead, K. (2010).** The importance of maintaining natural behaviors in captive animals. In: Kleiman, D. G., Thompson, K. V., and Baer, K. C. (Eds.) *Wild Animals in Captivity: Principles and Techniques for zoo management*. Chicago: University of Chicago Press.

**Mench, J. A. (1998).** Environmental enrichment and the importance of exploratory behavior. In: Shepherdson, D. J., Mellen, J. D., and Hutchins, M. (Eds.) *Second Nature: Environmental enrichment for captive animals*. Smithsonian Institute: Washington DC, USA.

- Mitchell, G., Herring, F., Obradovich, S., Tromborg, C., Dowd, B., Neville, L. E., and Field, L. (1991).** Effects off visitors and cage changes on the behaviors of mangabeys. *Zoo Biology*, 10, 417-423.
- Morgan, B. J., Abwe, E. E., Dixton, A. F., and Astaras, C. (2013).** The distribution, status, and conservation outlook of the drill (*Mandrillus leucophaeus*) in Cameroon. *Internatonal Journal of Primatology*, 34, 281-302.
- Oates, J. F. (1996).** African Primates: Status survey and conservation action plan. Revised edition. IUCN/Species Survival Commission (SSC), Primate Specialist Group, Gland, Switzerland.
- Oates, J. F., and Butynski, T. M. (2008).** *Mandrillus leucophaeus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2
- Paulk, H. H., Dienske, H., and Ribbens, L. G. (1977).** Abnormal behavior in rhesus monkeys in relation to cage sizes. *Journal of Abnormal Psychology*, 86, 87-92.
- Reinhardt, V. (1992).** Space utilization by captive rhesus macaques. *Animal Technology*, 43, 11-17.
- Seidensticker J, Doherty JG. 1996.** Integrating animal behavior and exhibit design. In: Kleiman D. G., Allen M. E., Thompson K. V., Lumpkin S., (Eds.) *Wild mammals in captivity*. Chicago: University of Chicago Press.
- Strange, D. (2007).** Old Wold Monkey Taxon Advisory Group Mixed Species Manual. Association of Zoos and Aquariums (AZA). Strange, D. (eds.) 2nd Edition, Houston Zoo.
- Struhsaker, T. T. (1969).** Correlates and social organization among african cercopithecines. *Folia Primatologica*, 11, 80-118.
- Taff, M. A., and Dolhinow, P. (1989).** Langur monkeys (*Presbytis entellus*) in captivity. In: Segal E.A. (Ed.). *Housing, care and psychological wellbeing of captive and laboratory primates*. Park Ridge, NJ: Noyes Publications.

**van Hooff, J. A. R. A. M. (1973).** The Arnhem zoo chimpanzee consortium: An attempt to create an ecologically and socially acceptable habitat. *International Zoo Yearbook*, 13, 95-203.

**WAZA, World Association of Zoos and Aquariums (2005).** Building a Future for Wildlife – The World Zoo and Aquarium Conservation Strategy. World Association of Zoos and Aquariums, Bern.

**Wild, C., Morgan, B. J., and Dixson, A. (2005).** Conservation of drill populations in Bacossi land, Cameroon: Historical trends and current status. *International Journal of Primatology*, 6, 759-773.

**Wojciechowski, S. (2004).** Introducing a Fourth Primate Species to an Established Mixed-Species Exhibit of African Monkeys. *Zoo Biology*, 23, 95-108.

**Yanofsky, R., and Markowitz, H. (1978).** Changes in general behavior of two mandrills (*Papio sphinx*) concomitant with behavioral testing in the zoo. *The Psychological Record*, 28, 369-373.

## **SECCIÓN 2.2.**

**Análisis del uso del espacio en una pareja de dril tras la aplicación de un programa de enriquecimiento estructural**

**RESUMEN**

Las mediciones del uso del espacio proporcionan una información indispensable sobre los requerimientos y las preferencias de los animales cautivos. La evolución de los zoos ha llevado a cabo la construcción de instalaciones funcionales y a la vez que muestren el tipo de hábitat de las especies que exhiben. Debido al coste de estas construcciones naturalizadas, en muchos centros se realiza una actuación parcial de la instalación o bien incorporando elementos naturales y variedad de sustratos en las instalaciones tradicionales. En este estudio se naturalizó parcialmente una instalación donde fueron trasladados la pareja de dril (*Mandrillus leucophaeus poensis*) que hasta ese momento ocupaban una instalación exterior cubierta y con pocos elementos naturales. El cambio de instalación supuso un incremento del espacio, la incorporación de diversas estructuras, sustratos naturales y el alejamiento del público. Gracias a la división del espacio, y mediante los índices de Selectividad ( $E^*$ ) y SPI (*Spread of Participation Index*), se observa como macho y hembra no sólo utilizaban el espacio de forma diferente, sino que además hacen un uso diferenciado de los elementos estructurales internos comportándose el macho de forma más terrestre, y siendo la hembra más trepadora. El gran número de plataformas con que contaba la nueva instalación, hizo que en el caso de la hembra se mantuvieran como la estructura más utilizada, mientras que jardineras y troncos fueron los más utilizados por parte del macho. Al finalizar el estudio se observó un uso más homogéneo del espacio en la hembra, no teniendo ningún efecto el cambio de instalación en el grado de homogeneidad del macho. En ambos casos la zona más utilizada fue aquella que se encontraba más alejada del público o bien la que contaba con una mayor cantidad de vegetación natural en su interior. Nuestro estudio demuestra que realizando una pequeña intervención en las instalaciones, y siempre que ésta incorpore el número y el tipo de elementos estructurales necesarios, se puede mejorar el uso del espacio, y en consecuencia el bienestar de los animales.

## INTRODUCCIÓN

La cautividad conlleva inherentes limitaciones de espacio ya que es imposible que los zoos puedan proporcionar a todos los animales instalaciones del tamaño del que disponen en su hábitat natural (**Rees, 2011**). El entorno donde viven los animales afecta a su nivel de bienestar ya que éste puede permitir, o impedir, que satisfaga sus necesidades biológicas (**Broom, 1997; Mitchell, 1970**). Se ha observado que entornos con diseños inadecuados que no permiten desarrollar los comportamientos típicos de la especie y con escasos estímulos, pueden ser origen de discomfort y de estrés con consecuencias fisiológicas, conductuales y de bienestar sobre los animales (**Erwin and Deni, 1979**). En cambio las instalaciones con una elevada complejidad estructural, tanto vertical como horizontal, y con variedad de accesorios y elementos estructurales, ayudan a promover el bienestar al permitir desarrollar todo el repertorio comportamental de la especie (**Coe, 1989; Eichberg et al., 1991; Maple and Perkins, 1995**).

Aquellas actuaciones que implican una intervención sobre la instalación o sobre los elementos estructurales que se encuentran en su interior y que tienen como objetivo principal conseguir un incremento en el bienestar, pueden incluirse dentro de lo que se conoce como enriquecimiento estructural. Uno de sus objetivos principales es incrementar la variedad de áreas disponibles y su uso, favoreciendo así la aparición de conductas típicas de la especie, y reduciendo al mismo tiempo las conductas anormales (**Shapiro et al., 1991**). Para que las instalaciones se consideren adecuadas, es imprescindible conocer y entender tanto el cómo utilizan el espacio los animales, como las características de los elementos del medio para que el diseño de estos entornos cumplan con los requerimientos biológicos y tengan máximo bienestar. Los registros empíricos tanto de la conducta como del uso del espacio facilitan información crítica sobre los requerimientos, las preferencias y su estados internos.

Uno de los cambios más importantes que actualmente se realiza en las instalaciones es su naturalización. Según varios autores (**Davey, 2006; Fàbregas et al., 2012; Neveu and**

**Deputte, 1996**), una instalación naturalizada se caracteriza porque pretende reproducir al máximo las características más relevantes del hábitat propio de la especie a partir de elementos naturales en su diseño, así como de vegetación similar a la de su zona de distribución. Este tipo de instalaciones son beneficiosas tanto para los animales (**Hoff et al., 1994; Maple and Finlay, 1986, Maple and Finlay, 1988**) como para los visitantes (**Blaney and Wells, 2004; Ross and Lukas, 2006; Tripp, 1985**) ya que la visión y experiencia que tienen es más positiva debido al incremento de las conductas típicas de la especie (**Hosey, 2005; Mallapur, 2005a; Melfi and Feistner, 2001**). Con estos efectos positivos, muchos zoos incorporaran la naturalización (**Fernández et al., 2009**), pero la naturalización de las instalaciones requiere de una cantidad de espacio, y de una intervención económica y de tiempo considerables, de los cuales no todos los centros pueden disponer. Por ello, y como solución intermedia, se pueden naturalizar las instalaciones incorporando elementos característicos de las instalaciones naturalizadas tales como variedad de substratos y de vegetación (**Coe, 1989; Soriano et al., 2006**) sobre los recintos más duros y habitualmente cerrados.

Aunque la cantidad de espacio disponible influye en el bienestar de los animales (**Goerke et al., 1987; Mallapur, 2005a; Reinhardt et al., 1996**), en los primates la calidad del mismo tiene mayor relevancia, tal y como lo demuestran diversos estudios (**Clarke et al., 1982; Mallinson, 1982; Maple, 2007; Wilson, 1972**). Un instalación pequeña pero que proporcione al animal muchas oportunidades para expresar su comportamiento, es mejor que un gran espacio monótono ya que son los diferentes elementos estructurales y estratos, los que aportan complejidad estructural, y los que tienen un efecto positivo sobre los animales al permitirles satisfacer sus requerimientos biológicos (**Baker, 1997; Maki and Bloomsmith, 1989**), especialmente en especies arborícolas (**Ress, 2011**).

Realizar estudios sobre cómo afecta el cambio de instalación, así como de las zonas que resultan más atractivas y utilizadas por los animales, tiene implicaciones determinantes en

el diseño de las instalaciones ya que aportan información valiosa que permite crear nuevos entornos más adecuados que se adapten mejor a las necesidades comportamentales y espaciales de cada especie, garantizando al mismo tiempo, su bienestar (**Goff et al., 1994; Kessel and Brent, 1996**).

El objetivo del estudio fue determinar el uso del espacio y las preferencias por determinadas alturas y elementos estructurales, de una pareja de dril (*Mandrillus leucophaeus poensis*) alojados en dos instalaciones diferentes: una instalación tradicional o “dura” cubierta con malla metálica y sin ningún tipo de naturalización, frente a una nueva instalación semi-naturalizada. Para ello se compararon los datos referentes a la localización en el espacio, en altura y al uso de los diferentes tipos de estructuras presentes en cada instalación. Se aplicaron además dos tipos de índices: el índice de participación (SPI) y el índice de selectividad (E\*). El índice de participación se utilizó para cuantificar el grado de homogeneidad en el uso de las diferentes áreas en las que se dividió la instalación y conocer si existía una preferencia por determinadas áreas. El índice de selectividad nos permite medir el grado y la preferencia por determinados aspectos estructurales (sean elementos y/o alturas) para cada instalación y entre instalaciones. Este índice proporciona una evaluación novedosa de las preferencias estructurales en cautividad, factor determinante para la valoración del bienestar.

Debido a la escasez de ejemplares en cautividad (**Knieriem, 2007**), una mejora del bienestar de estos animales puede tener como consecuencia un incremento en la reproducción, repercutiendo así en la población cautiva, tal y como posteriormente a la realización de este estudio, sucedió.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Sujetos de estudio**

El estudio se realizó con los dos ejemplares adultos, Congo y Cabinda, (1.1) de dril del Zoo de Barcelona. Los dos animales estudiados fueron incautados en un circo y que desde su llegada

al zoo convivían juntos en la misma instalación. En el momento de realizar este estudio, macho y hembra contaban con entre 11 y 10 años respectivamente (más detalles pág. 109, **Tabla 8**).

### **Alojamiento y manejo**

#### **Línea base: Instalación no naturalizada (INN)**

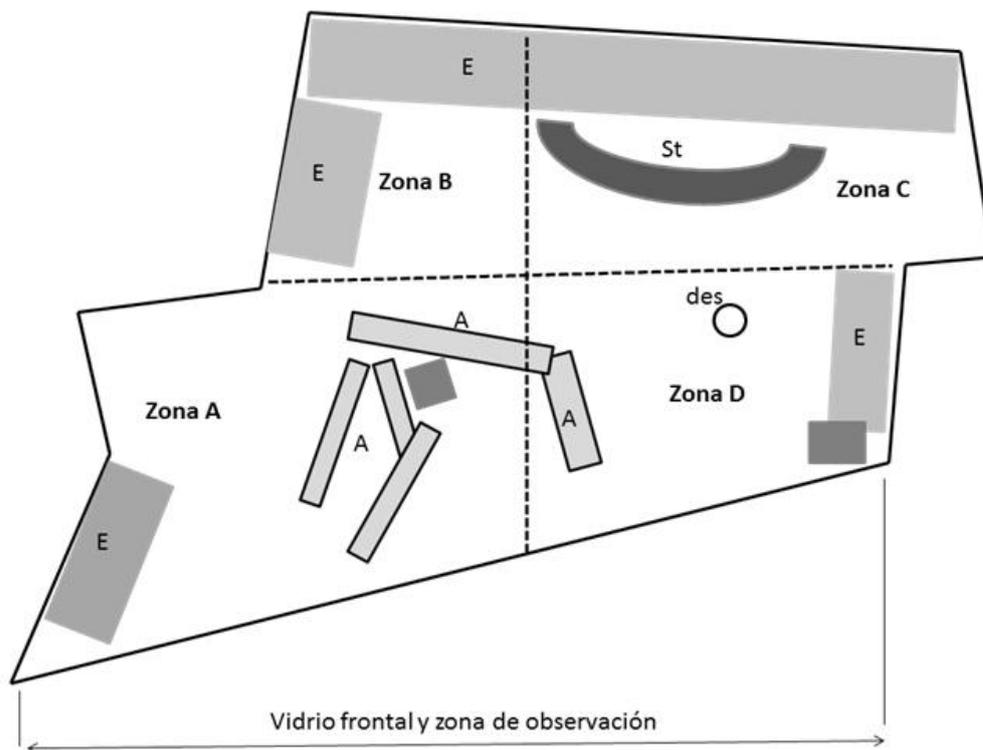
Durante la primera parte del estudio, los animales estaban alojados en la misma instalación donde **Martin et al. (2016)** realizaron su investigación sobre el comportamiento del mismo macho de dril que aquí se estudia. Se trata de una instalación de 40 m<sup>2</sup> tradicional “dura” con suelo de cemento y paredes azulejadas. El cristal frontal permitía la visión de los animales por parte del público al mismo tiempo que permitía mantener contacto visual de los driles con una pareja de gorilas de costa (*Gorilla gorilla gorilla*) y un grupo de chimpancés (*Pan troglodytes troglodytes*), alojados en dos instalaciones independientes frente a su instalación. La escasa separación existente entre driles y público era la característica más relevante en esta instalación, factor que influía en el comportamiento del macho que mostraba una elevada interacción con el público (**capítulo 2 sección 2.1**). Los elementos estructurales del recinto consistían en plataformas de madera, troncos a media altura y diversas estructuras metálicas en la zona central. La densidad de animales para esta instalación era de 20 m<sup>2</sup>/dril (**Figura 10**).

#### **Enriquecimiento estructural: Instalación semi-naturalizada (ISN)**

En la nueva instalación exterior (286.51 m<sup>2</sup>), se incorporaron elementos naturales como troncos y un pequeño estanque de agua. Para poder proporcionar diferentes sustratos a los animales, se añadieron siete estructuras (tres circulares y cuatro cuadradas) de cemento y madera en donde se plantó vegetación natural. En el interior de estas jardineras se podían encontrar diferentes tipos de sustratos como con tierra, piedras y corteza de pino. Repartidas por la nueva instalación también se podían encontrar grandes rocas que formaban parte del mobiliario naturalizado. Como la naturalización no fue completa debido al mantenimiento del

suelo de cemento y a las paredes azulejadas, se consideró que la actuación fue parcial consiguiendo una instalación semi-naturalizada (ISN).

**Figura 10:** Mapa de la instalación no naturalizada (INN) de los driles. Se trata de una instalación cubierta en su totalidad con maya metálica. Todo el suelo es de cemento y los laterales, excepto el frontal que es de vidrio, están formados por paredes azulejadas.



La instalación se dividió en varias zonas teniendo en cuenta la distancia al público y su distribución espacial obteniéndose de esta manera las zonas: A (anterior-izquierda), B (posterior-izquierda), C (posterior-derecha) y D (anterior-derecha). En su interior podemos encontrar diferente tipo de mobiliario: A: troncos naturales, E: plataformas de madera a diversas altura, des: desagüe de la instalación, St: estructura metálica.

En este caso había una puerta que comunicaba la instalación interior y exterior ya que la otra puerta era de uso exclusivo para el personal del zoo. Para separar animales y visitantes, la nueva instalación utilizaba un foso con agua de 3 x 4 m (anchura x profundidad) y para

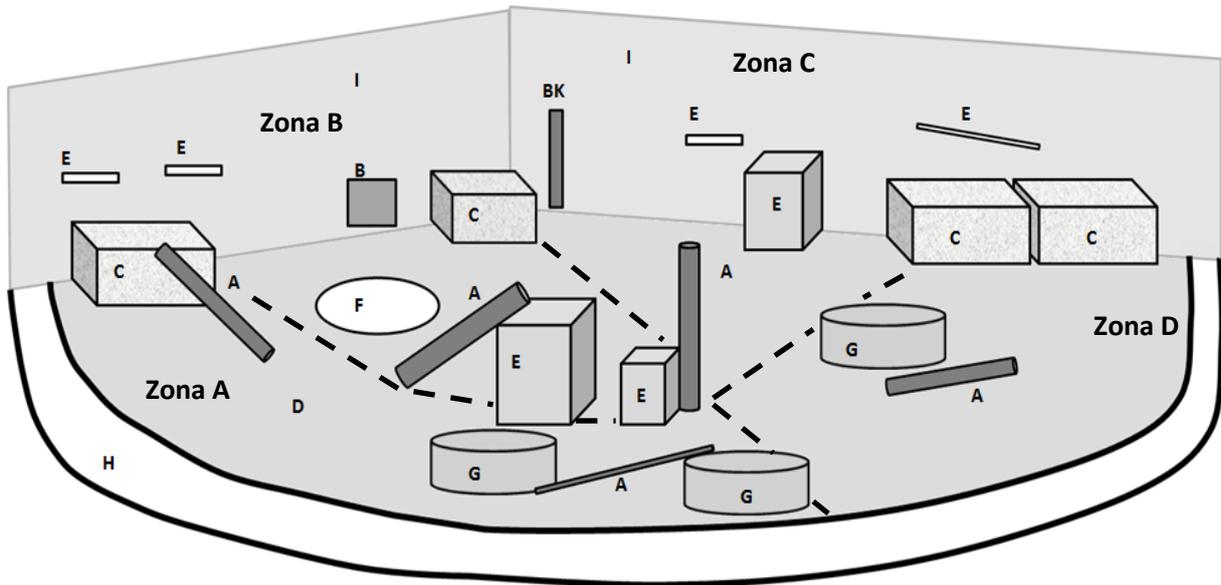
darles más intimidad, entre la zona de público y el lago había una zona ajardinada con bambú y que funcionaba como barrera visual entre los visitantes y los animales. En esta nueva situación, los animales sólo tenían acceso visual al grupo de chimpancés. La densidad en la nueva instalación fue de 143.25 m<sup>2</sup>/dril (**Figura 11**). El cambio de instalación fue motivado por el cambio conductual observado en la pareja de dril tras aplicar un programa de enriquecimiento (colocación de una barrera visual en el cristal, **Martin et al., 2016**). Esto, junto con el elevado valor reproductivo la pareja, se les propuso como candidatos para cambiar de instalación cuya característica más relevante fuera que permitiera distanciar al público, además de incorporar diferentes sustratos y elementos naturales.

### **Recogida de los datos**

La recogida de datos sobre la localización fue realizada por C. Maté y M. Martín siguiendo la metodología especificada por **Martín et al. (2016)**. La fiabilidad entre observadoras se realizaba de forma sistemática cada 30 sesiones de registro y se calculaba el coeficiente de Kappa dando para este periodo de estudio un valor de K= 98.2% de acuerdo.

Este estudio se realizó teniendo en cuenta las fases establecidas un estudio anterior sobre la variación de comportamiento de los mismos ejemplares tras el cambio de instalación, es decir, la línea base (LB) cuando estaban en una instalación tradicional no naturalizada, y el enriquecimiento estructural (EE) cuando fueron trasladados a una instalación de mayor tamaño y seminaturalizada (página 109). Por ello, la distribución de las observaciones en las diferentes instalaciones (64 horas en cada instalación), y en cada franja del día (mañana, mediodía y tarde) así como el sistema de registro utilizado (registro multifocal temporal instantáneo cada minuto y durante una hora de sesión de observación; **Altman, 1974; Martin and Bateson, 1993**) fueron los mismos.

**Figura 11:** Instalación semi-naturaliza (ISN) a la que los driles fueron trasladados como parte del programa de enriquecimiento estructural. Se trata de una instalación complementaria exterior con diferentes tipos de elementos estructurales



La instalación se dividió en varias zonas teniendo en cuenta la distancia al público y su distribución espacial obteniéndose de esta manera las zonas A (anterior-izquierda), B (posterior-izquierda), C (posterior-derecha) y D (anterior-derecha). En su interior se podían encontrar diferentes elementos estructurales tales como, A: troncos naturales fijados, B: puerta de acceso a los dormitorios, C: jardineras de madera junto a la pared, D: suelo de cemento, E: plataformas de madera a diversas alturas, F: depresión del terreno donde está el bebedero y se acumula agua tras la lluvia, G: jardineras de cemento, H: foso de agua que separa animales y visitantes, y BK: puerta de acceso de los cuidadores a la instalación exterior de los driles.

Para realizar un estudio de la localización adecuada, se catalogó cada una de las estructuras y zonas de ambas instalaciones. En los dos casos se dividió la instalación en cuatro zonas teniendo en cuenta la proximidad al público, obteniéndose cuatro localizaciones principales: dos anteriores cercanas al público (área A y área D) y dos posteriores (área B y área C) más alejadas de los visitantes. Debido al comportamiento del macho frente al público durante la primera fase del estudio se tuvo en cuenta como una zona con categoría propia el

espacio que discurría frente al cristal frontal de la instalación a pesar de que el cristal no era un elemento estructural donde los animales pudieran situarse. La catalogación de las diferentes estructuras se realizó en función del tipo de elemento estructural resultante, independientemente del material del que estuviera hecho. Se obtuvieron las categorías de: plataformas (de madera o de metal como la estructura metálica presente en la instalación INN), troncos (en este caso todos naturales), cristal (sólo presente en la primera instalación, INN) y jardineras (de madera o cemento pero sólo presentes en la instalación semi-naturalizada, ISN). Las cuerdas, presentes en ambas instalaciones, no se tuvieron en cuenta a la hora de realizar este análisis debido a que tenían la localización.

En todos los casos y debido a la variable disposición en altura de los elementos estructurales y accesorios, se anotaba además la altura a la que se encontraban los animales, siendo esta: suelo (en animal se encuentra en el suelo de la instalación), media (cuando el animal se encuentra sobre estructuras y hasta una altura no superior a los 1.5 m) o alta (cuando se sitúa sobre los elementos estructurales de mayor altura, entre 1.5 y 3 m).

### **Análisis de los datos**

El análisis estadístico se realizó para determinar el uso del espacio que hacían los animales en función de la localización (área en que se encontraban definida a partir de la cercanía o lejanía respecto del público), del uso de las alturas (suelo, media y alta) y de las estructuras que se encontraban en cada instalación (plataformas, troncos, cristal y jardineras). El análisis realizado para cada una de estas agrupaciones fue una Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) de Pearson con los residuos ajustados corregidos y con el valor del estadístico de prueba 1.96 (en valor absoluto) como correspondiente a una distribución normal y con un nivel de significación del 0.05 (**Haberman, 1978**). Los valores de  $\chi^2$  se obtuvieron al comparar las fases del estudio (INN vs. ISN) para cada uno de los animales.

Además, se calculó el índice de participación (*Spread of Participation Index, SPI*, **Plowman 2003**) para cuantificar el grado de homogeneidad del uso de las diferentes áreas en que se dividió la instalación. Un valor de “uno” en este índice nos indica predilección por algunas zonas de la instalación y por lo tanto un uso heterogéneo de la misma, mientras que el valor de “cero” indica un uso homogéneo del espacio disponible. Ello se realizó de acuerdo a la fórmula:  $SPI = \sum |f_o - f_e| / 2(N - f_e \text{ min})$ . Donde “ $f_o$ ” es la frecuencia observada en una zona, “ $f_e$ ” corresponde a la frecuencia de observaciones esperadas en la zona; “ $|f_o - f_e|$ ” en valor absoluto es el sumatorio de la diferencia entre “ $f_o$ ” y “ $f_e$ ” de todas las zonas, N representa el número total de observaciones realizadas en todas las zonas y “ $f_e \text{ min}$ ” la frecuencia de observaciones esperadas de la zona más pequeña.

Asimismo, se calculó el índice de selectividad ( $E^*$ ) propuesto por **Vanderploeg and Scavia (1979)** que nos permite medir el uso de los elementos estructurales presentes en cada tipo de instalación teniendo en cuenta su disponibilidad en el medio (**Lechowicz, 1982**). Este índice se calculó de acuerdo con la fórmula:  $E^* = [W_i - (1/n)] / [W_i + (1/n)]$ , donde  $W_i = (r_i/p_i) / \sum r_i/p_i$ , siendo “ $r_i$ ” el uso observado del recurso o elemento estructural “ $i$ ”, y “ $p_i$ ” el uso esperado del recurso o elemento estructural “ $i$ ”, y “ $n$ ” el número de tipos diferentes de recursos o elementos estructurales. Este índice tiene un valor que varía entre 1 y -1. Los elementos que obtienen valores positivos ( $0 < E^* < 1$ ) nos indican un uso excesivo (sobreutilización) por parte de los animales ya sea porque estos elementos pueden tener poca representación en la instalación y son muy utilizados, o bien a porque pueden estar siendo monopolizados por algunos ejemplares. Los elementos que obtienen valores negativos ( $-1 > E^* > 0$ ) nos indican que su presencia es superior a la proporción de animales por lo que éstos no pueden monopolizar su uso o bien se trata de elementos que no son utilizados. Los valores cercanos al cero (-0.05 y 0.05) son considerados como selección neutra. Para calcular los “valores observados” necesarios para el índice de selectividad se partió de los datos de la localización de cada individuo recopilados a partir del muestreo instantáneo cada minuto.

## RESULTADOS

### Instalación no naturalizada (INN)

Durante la primera parte del estudio, la zona más utilizada por ambos animales fue el la zona posterior-derecha (“zona C”) y la menos utilizada el área posterior-izquierda (“zona B”). Tras “la zona C”, el macho se observó más tiempo en las “zonas A y D” (zonas anterior-izquierda y anterior-derecha respectivamente), mientras que en la hembra este orden se invirtió (zonas D y A”). Comparando ambos animales se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en las “zonas A” (anterior-izquierda), “zona B” (posterior-izquierda) y “zona C” (posterior-derecha). El uso de las “zonas A y B” fue estadísticamente superior en el macho mientras que el uso de la “zona C” lo fue en la hembra ( $\chi^2=219.98$ , g. d. l. =3;  $P < 0.001$ ). En general se observó a los animales más tiempo a “máxima altura” (macho 39%, hembra 52%) que en el resto (entre 9 y 39%). Si tenemos en cuenta la distribución en altura en cada área, las zonas más utilizadas por el macho fueron “C-alta” (39%), “A-media” y “D-media” (15% cada una), y las “zonas B-media” (1%), “D-suelo” (6%) y “C-media” (2%) las menos utilizadas. En el caso de la hembra observamos que las zonas más utilizadas corresponden a “C-alta” (52%), “D-media” (17%) y “C-suelo” (4%), y las menos utilizadas son “A-suelo” (2%), “B-suelo” (1%) y “D-suelo” (2%) (**Tabla 10**).

Los elementos estructurales más utilizados por ambos animales fueron las “plataformas”, superando el 90% del uso por parte de la hembra. Tras ellas, el macho utilizó los “troncos” y la zona cercana al “cristal” en la misma medida (11%), mientras que la hembra utilizó en mayor medida los “troncos”, siendo la zona cercana al “cristal” la menos utilizada (1%). Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en el uso de todas las estructuras entre ambos animales ( $\chi^2=157.14$ , g. d. l. =2;  $P < 0.001$ ), siendo el uso de los “troncos” y de la zona cercana al “cristal” era estadísticamente mayor en el macho, mientras que la hembra mostró un uso preferente de las “plataformas” (**Tabla 11**).

### Instalación semi-naturalizada (ISN)

Tras el cambio de instalación los dos animales utilizaron el espacio con el mismo orden de preferencia (“zonas C > D > A > B”) aunque el porcentaje de tiempo en cada zona fue diferente en cada ejemplar (**Tabla 10**). Tras el cambio de instalación, ambos animales utilizaron en mayor proporción la zona posterior-derecha (“zona C”: macho 43%, hembra 56%), seguida por la zona anterior-derecha (“zona D”: macho 29%, hembra 35%), por la zona anterior-izquierda (“zona A”: macho 23%, hembra 9%) y finalmente por la zona posterior-izquierda (“zona B”: macho 5%) donde no se observó a la hembra. A pesar de esta similitud, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en el uso de las zonas entre el macho y la hembra, ya que el macho utilizó las zonas izquierdas en mayor medida (“zonas A y B”), mientras que la hembra utilizó principalmente las zonas situadas a la derecha de la instalación (“zonas C y D”,  $\chi^2=214.75$ , g. d. l. =3;  $P < 0.001$ , **Tabla 11**).

En esta instalación el macho pasó más tiempo en el suelo (69%) mientras que la hembra lo hizo sobre alguno de los elementos estructurales, especialmente sobre plataformas (60%) y “jardineras” (37%). Las zonas “C-suelo, D-suelo y A-suelo” (entre 19 y 27%) fueron las más utilizadas por el macho mientras que las menos utilizadas fueron “B-suelo, B-media, B-alta, y D-alta” (entre 1 y 2%). En el caso de la hembra se observó un uso de las zonas “D-alta, C-alta y C-media” superior al resto de áreas (entre 26 y 27%). Las menos utilizadas por la hembra fueron “A-suelo, D-media, C-suelo y D-suelo” (entre 1 y 10%) (**Tabla 10**).

Las “jardineras” (38%) fueron el elemento estructural más utilizado por el macho, seguidas por los “troncos” (33%), siendo las “plataformas” (29%) el tipo de estructura menos utilizada por él. En la hembra las “plataformas” son el tipo de estructura más utilizado (60%),

**Tabla 10:** Uso individual (Congo: macho, Cabinda: hembra) de las cuatro zonas en que se dividió la instalación (A, B C y D). El resultado de utilización del área en función de la altura (suelo, media y alta) se muestra en porcentaje (%) dentro de cada una de las zonas en que se dividió la instalación. El primer valor de Chi-cuadrado ( $\chi^2$  Zonas) muestra el resultado para cada uno de los animales teniendo en cuenta las cuatro áreas. A continuación se muestran los resultados del uso de la zona cercana al cristal de la primera instalación (INN) indicando el porcentaje de uso total (%) que se corresponde a las zonas A y D (Cristal), donde se encontraba. Finalmente se exponen los resultados de la Chi-cuadrado ( $\chi^2$  Alturas) realizada a partir de los datos referentes al uso del suelo, altura media y máxima altura de los diferentes elementos presentes en la instalación.

		Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	$\chi^2$ Zonas	Cristal	$\chi^2$ Alturas
<b>Congo</b>	<b>INN</b>	25 (10,15,0)	8 (7,1,0)	46 (5,2,39)	21 (6,15,0)	54.05*	9 (4A, 5D)	695.32**
	<b>ISN</b>	23 (19,4,0)	5 (2,2,1)	43 (27,8,9)	29 (21,7,1)		—	
<b>Cabinda</b>	<b>INN</b>	12 (2,10,0)	1 (1,0,0)	68 (4,12,52)	19 (2,17,0)	135.48*	2 (1A, 1D)	39.36**
	<b>ISN</b>	9 (9,0,0)	0 (0,0,0)	56 (4,26,26)	35 (1,7,27)		—	

INN: Instalación no-naturalizada, ISN: Instalación semi-naturalizada. Dónde: Zona A: anterior-izquierda; Zona B: posterior-izquierda; Zona C: posterior-derecha; y Zona D: anterior-derecha. Un asterisco (\*) para g. d. l.=3; P < 0.001. Dos asteriscos (\*\*) para g. d. l.= 2; P < 0.001

**Tabla 11:** Se muestra el uso, en porcentaje (%), de cada una de los tipos de estructuras (plataformas, troncos, zona del cristal y jardineras) que se encontraron en ambas instalaciones. Se muestran los resultados para cada animal (Congo: macho, Cabinda: hembra) y en cada una fases de estudio. Al final de la tabla ( **$\chi^2$  Estructuras**) se indican los valores de la prueba de Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) que se realizaron para los cuatro tipos de estructuras (plataformas, troncos, vidrio y suelo) presentes a lo largo del estudio. Además se presentan los resultados de la prueba de Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) realizada a los dos tipos de estructuras comunes ( **$\chi^2$  Estructuras comunes**) en ambas instalaciones (plataformas y troncos).

		Plataformas	Troncos	Vidrio	Jardineras	$\chi^2$ Estructuras	$\chi^2$ Estructuras comunes
<b>Congo</b>	<b>INN</b>	78	11	11	—	1083.62*	372.85**
	<b>ISN</b>	29	33	—	38		
<b>Cabinda</b>	<b>INN</b>	92	7	1	—	830.34*	3.26***
	<b>ISN</b>	60	3	—	37		

INN: Instalación no naturalizada; ISN: Instalación semi-naturalizada. Un asterisco (\*) para g. d. l.=2,  $P < 0.001$ . Dos asteriscos (\*\*) para g. d. l.=1,  $P < 0.001$ .

Tres asteriscos (\*\*\*) para  $\chi^2=3.26$ , g. d. l.=1,  $P = 0.071$ .

seguido de las “jardineras” con un uso similar al del macho (37%), y finalmente y “troncos” (3%) con un uso minoritario. En esta instalación, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en el uso de las “plataformas” y de los “troncos” entre ambos animales ( $\chi^2=495.86$ , g. d. l. =2;  $P < 0.001$ ). El uso de las “plataformas” fue porcentualmente mayor en la hembra, mientras que el uso de los “troncos” lo fue en el macho. No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en el uso de las “jardineras” entre ambos animales (**Tabla 11**).

### **Evaluación del enriquecimiento (INN vs. ISN)**

Tras el traslado a la instalación semi-naturalizada, se observaron diferencias estadísticamente significativas en el macho en las “zonas B” (posterior-izquierda) y “zona D” (anterior-derecha). Mientras que el uso de la “zona D” se incrementó en la nueva instalación, el uso de la “zona B” se redujo respecto los valores observados en la fase anterior (Congo  $\chi^2$  Zonas, **Tabla 10**). En el uso de los elementos verticales también se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre ambas fases entre los tres niveles estudiados (Congo  $\chi^2$  Alturas, **Tabla 10**) incrementándose el uso del “suelo”, y disminuyendo las “alturas medias y altas”. La hembra presentó diferencias estadísticamente significativas en el uso de las cuatro áreas de la instalación. El uso de la “zona D” se incrementó, pero en resto de zonas (“A, B y C”) se redujo tras el cambio de instalación (Cabinda  $\chi^2$  Zonas, **Tabla 10**). En el uso de los elementos estructurales en altura, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en el incremento del uso del “suelo” y la disminución del uso de “alturas medias” en INN (Cabinda  $\chi^2$  Alturas, **Tabla 10**).

Comparando el uso de las diferentes estructuras entre ambas instalaciones, en el caso del macho se obtienen diferencias estadísticamente significativas en los cuatro tipos de elementos estructurales analizados: “plataformas, troncos, cristal y jardineras”. Con el traslado de instalación se incrementa el uso de “jardineras y troncos”, y se reduce el uso de “plataformas” (Congo  $\chi^2$  Estructuras, **Tabla 11**). En la hembra se obtuvieron asimismo

diferencias estadísticamente significativas en el uso de todas las estructuras (Cabinda  $\chi^2$  Estructuras, **Tabla 11**), obteniéndose en la instalación semi-naturalizada, una reducción en el uso de “plataformas y troncos” y un incremento en el uso de las “jardineras” (**Tabla 11**). Realizando el mismo análisis pero teniendo en cuenta únicamente aquellos elementos estructurales comunes a ambas instalaciones (“plataformas y troncos”), las diferencias en su utilización sólo se observan en el macho en donde el uso de las “plataformas” se reduce en la nueva instalación, al tiempo que se incrementa el de los “troncos” (Congo  $\chi^2$  Estructuras comunes, **Tabla 2**). En el caso de la hembra no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre ambas instalaciones (Cabinda  $\chi^2$  Estructuras comunes, **Tabla 11**).

### Índice SPI

En la instalación no naturalizada (INN) el valor del índice SPI fue de 0.19 en el caso del macho y de 0.30 para la hembra. Tras pasar a la nueva instalación (ISN) el valor del macho se mantuvo estable (0.19) mientras que en la hembra se observó un valor inferior (0.23) respecto a la fase anterior.

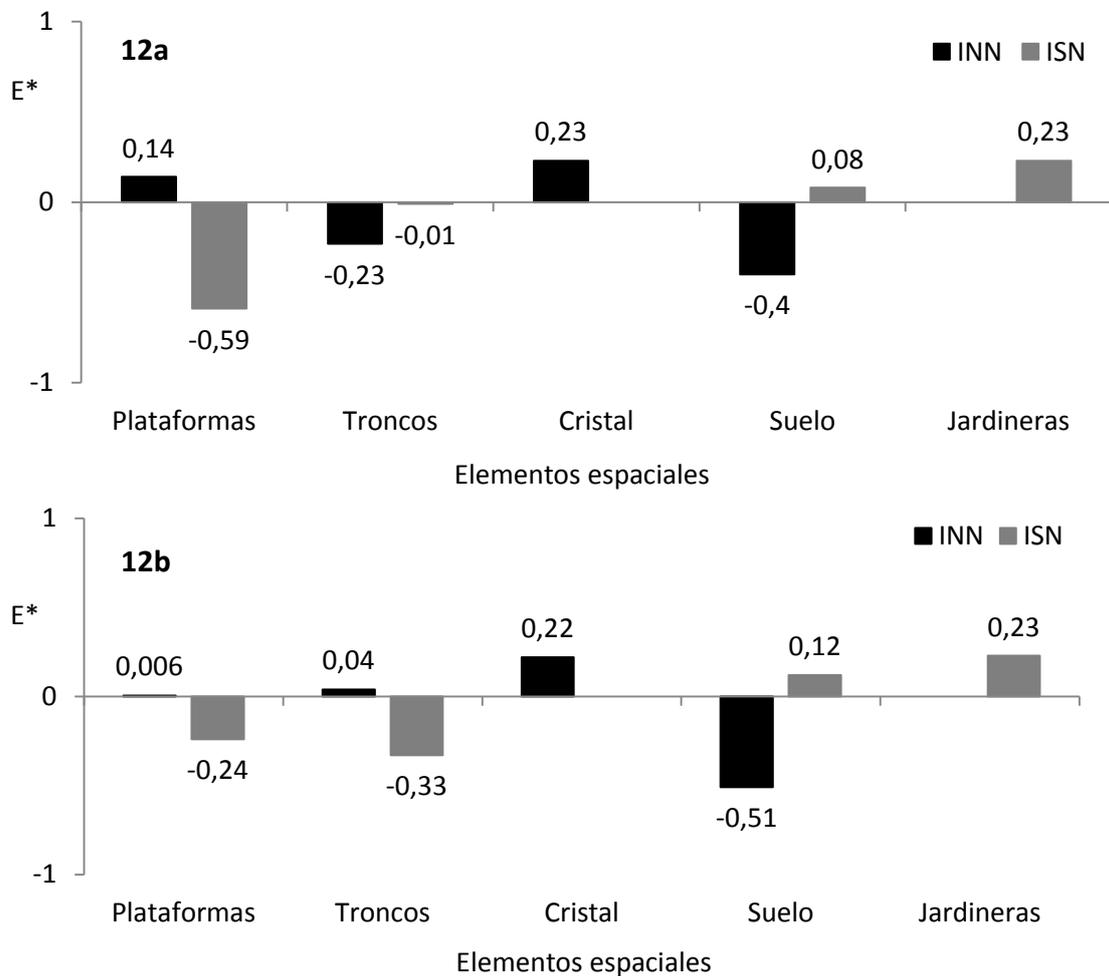
En ambas situaciones el macho presentó un valor de SPI inferior al de la hembra. Esto indica que el uso del espacio que realizaba el macho era más homogéneo que el de la hembra en ambas instalaciones, pero el valor SPI de la hembra se redujo cuando fue trasladada al nuevo recinto semi-naturalizado.

### Índice de selectividad

En el macho, de los elementos presentes en la instalación no-naturalizada (INN), las “plataformas” y especialmente el “cristal”, fueron los elementos analizados que obtuvieron un resultado positivo en el índice de selectividad (0.14 y 0.23) indicativo de una sobreutilización por parte del macho. Los otros elementos analizados, “troncos y suelo”, obtuvieron un

resultado negativo, indicativo de que su utilización era muy baja o bien que el número de este tipo de elementos disponibles en esta instalación era suficiente (**Figura 12**).

**Figura 12:** Valores del índice de selectividad ( $E^*$ ) para cada uno de los elementos analizados (plataformas, troncos, cristal, suelo y jardineras) presentes en las instalaciones del estudio. INN: instalación no-naturalizada, ISN: instalación semi-naturalizada. **Figura 12a:** resultados correspondientes al macho de dril. **Figura 12b:** resultados correspondientes a la hembra de dril.



INN: Instalación no naturalizada; ISN: Instalación semi-naturalizada.

El “suelo” fue el elemento analizado que obtuvo el valor inferior del índice (-0.4). En la instalación semi-naturalizada (ISN) se observó un cambio en los resultados ya que las

“plataformas” obtuvieron un valor negativo en el índice de selectividad (-0.59), los “troncos” presentaron un uso neutro (-0.01) y el “suelo” se observó un resultado positivo (0.08). Las “jardineras”, que no estaban presentes en la instalación no-naturalizada, obtuvieron un valor positivo (0.23), el mayor en esta instalación, indicativo de sobreutilización por parte del macho (**Figura 12a**).

En la hembra de todos los elementos presentes en la instalación no-naturalizada (INN), las “plataformas y troncos” obtuvieron un resultado neutro en su utilización ( $-0.05 \leq E^* \leq 0.05$ ), mientras que el “cristal” presentó un resultado positivo (0.22) y el suelo un resultado negativo (-0.51). Con la semi-naturalización (ISN), el valor más elevado de  $E^*$  se observó en los nuevos elementos incorporados, las “jardineras”, que fueron muy explotadas por la hembra (0.23). A diferencia de lo obtenido en la instalación no-naturalizada, en este caso el suelo obtuvo como resultado un valor positivo en el índice de selectividad aunque éste fue cercano a los valores considerados neutros según el índice  $E^*$ . El incremento en el número de “plataformas y troncos” en la nueva instalación, hizo que estos elementos obtuvieran en la nueva instalación valores negativos en el índice de selectividad (**Figura 12b**).

## DISCUSIÓN

A lo largo del tiempo los zoos han evolucionado con la sociedad y mientras que en los primeros zoos lo más importante era exponer una gran diversidad de especies, actualmente se centran en exponer menos especies pero de una forma más adecuada, y en instalaciones naturalizadas que sean más representativas de su hábitat natural. Este tipo de instalaciones son positivas para los animales ya que les permiten expresar su comportamiento, y al mismo tiempo lo son para los visitantes ya que hacen más enriquecedora y educativa su visita (**Blaney and Wells, 2004; Stoinski et al, 2000**). Desafortunadamente, la construcción de este tipo de instalaciones implica un coste económico importante por lo que, en muchas ocasiones, no pueden naturalizarse todos los recintos. A pesar de todo, y teniendo como preocupación principal la

mejora en el bienestar, se pueden incorporar elementos como troncos, vegetación y rocas, que sirven para realizar una naturalización parcial o semi-naturalización de las instalaciones tradicionales o “duras”.

En general las instalaciones exteriores, con sustratos blandos, de tamaño adecuado, con espacio horizontal y vertical suficientes y estructuralmente complejas, son ideales para los primates ya que favorecen la aparición de las conductas típicas de las especies (**Hoff et al., 1994; Mallapur, 2005a; Maple and Finlay, 1986, 1988**). Estas instalaciones que presentan zonas con características naturales diferentes (sustratos de diferente dureza y composición, estructuras para trepar a diferentes alturas, proximidad o lejanía del público o elementos de enriquecimiento), les permiten utilizarlos (**Mallapur et al., 2002**).

En nuestro estudio, y debido al tipo de instalación donde estaban alojados los dril y siguiendo los planes de manejo de la especie establecidos por el zoo, se los trasladó a una nueva instalación que había sido adaptada a ellos con una semi-naturalización conseguida mediante la incorporación de troncos de árboles, rocas y jardineras con sustratos y vegetación natural. Los mayores cambios que se produjeron entre ambas instalaciones fueron el incremento en el tamaño de la instalación, la semi-naturalización de la nueva instalación y el aumento de la distancia con el público.

No hay duda de que el tamaño de las instalaciones afecta a los animales y a su bienestar (**Clarke et al., 1982; Hebert and Bard, 2000; Kessel and Brent, 1996; Little and Sommer, 2002; Mallapur, 2005a; Mallinson et al., 1994**). Pero, aunque un tamaño insuficiente ha demostrado tener consecuencias negativas (**Goerke et al, 1987; O'Neill et al., 1991; Reinhardt et al., 1996**), en el caso de los primates se ha observado como es la calidad y no tanto la cantidad del espacio, la que determina su bienestar y el uso del espacio que hagan del mismo (**Clarke et al., 1982; Mallinson, 1982; Maple, 2007; Wilson, 1972**). Los resultados que se obtuvieron tras calcular el índice de selectividad, podrían ser utilizados como un indicativo de que el tamaño de la nueva instalación era el apropiado para la pareja de dril ya que sus

valores fueron próximos a la neutralidad. Para garantizar que el tamaño de esta nueva instalación sigue siendo el adecuado, se tendría que repetir el análisis realizado cada vez que se incrementara el número de ejemplares en la instalación para asegurar que no existe una limitación espacial que pudiera comprometer el bienestar de los animales.

En el estudio multi-zoo realizado por **Melfi (2001)** se observó cómo los macacos negros (*Macaca nigra*) pasaban el 44.2% del tiempo en las instalaciones interiores que representaban el 5% del tamaño total de la instalación. Otros estudios realizados con póngidos han observado como los animales a pesar de tener grandes instalaciones, utilizan una pequeña parte del espacio disponible. Los gorilas (*Gorilla gorilla*) observados por **Stoinski et al. (2001)** utilizaban menos del 15% de la instalación un 50% del tiempo, mientras que los chimpancés (*Pan troglodytes*) y gorilas observados por **Ross et al. (2011)** pasaban el 50% del tiempo en el 3.2 y 1.5% (respectivamente) de la superficie de la instalación. En estos y otros casos, se observó que los lugares más utilizados por los animales, disponían o estaban cerca de elementos estructurales o esquinas de la instalación, evitando los espacios abiertos (**Ogden et al, 1993; Ross et al., 2009; Stoinski et al., 2001**). Nuestros resultados confirman estos estudios ya que ambos dril pasan la mayor parte del tiempo (43-68%) en sólo una de las áreas de la instalación ("zona C") donde están alejados del público y donde se encuentran delimitados por la pared posterior de la instalación.

La calidad del espacio está relacionada con la presencia de los elementos necesarios que permitan satisfacer al animal sus necesidades (**Broom, 1997**) y normalmente tiene relación con la presencia de estructuras y accesorios que aportan espacio vertical y nuevos estímulos (véase **Clarke et al., 1982; Mallinson, 1982; Maple, 2007; Wilson, 1972**). Sobre estos elementos estructurales los primates pueden desarrollar sus conductas naturales (**Kessel and Brent, 1996; Manning, 2002; Reinhardt, 1992; Riddle et al., 1982; Shapiro et al., 1991; Williams et al., 1988**) y permiten al mismo tiempo un uso más completo del volumen de la instalación especialmente importante en especies arborícolas (**Shepherdson et al., 1998**). En

orangutanes se consiguió un incremento de la locomoción y del uso de la instalación en los tres animales estudiados tras incorporar más estructuras (**Manning, 2002**) y en un estudio con chimpancés, la incorporación de nuevas estructuras incrementó el bienestar ya que proporcionó nuevas rutas de escape durante los episodios agresivos (**Caws et al., 2004**). Los resultados observados por **Goff et al. (1994)** confirman la importancia que tienen los elementos verticales en las instalaciones de primates ya que a pesar de contar con grandes espacios abiertos, los lugares con elementos estructurales que aportan altura tienden a ser los más utilizados (orangutanes: *Pongo pygmaeus*, **Hebert and Bard, 2000; Malone, 1998**, papiones: *Papio sp.* **Kessel and Brent, 1996**, mangabeys de mejillas grises: *Cercocebus albigena albigena*, **Neveu and Deputte, 1996**, gorilas: **Ogden et al, 1993; Stoinski et al., 2001**; y varias especies de primates: **Ross et al., 2009; Su, 2006**). En los dril estudiados, la zona menos utilizada por los animales en la nueva instalación se corresponde con la que menor variedad y número de elementos estructurales tiene (“zona B”).

El uso de las estructuras fue diferente entre ambos animales y en ambas instalaciones. Mientras que la hembra presentó los niveles más bajos de uso del “suelo” en las dos instalaciones, en el caso del macho el uso del “suelo” se incrementó con el cambio de instalación. En cuanto al uso vertical se observaron similares resultados siendo la hembra la que ocupaba los lugares de “alta y media altura” en ambas instalaciones, mientras que el macho pasó de utilizar las tres alturas de forma similar (entre un 28 y 39% cada una), a encontrarse principalmente en el “suelo”. Esta diversidad de uso de las alturas se corresponde con lo observado en libertad, donde los driles se mueven por todos los estratos del bosque tropical, desde el suelo hasta las copas de los árboles en busca de alimento aunque la mayor parte lo consiguen en el suelo del bosque y en los árboles más bajos (**Astaras, 2009**). De la misma manera que se ha observado una estacionalidad en el comportamiento de estos driles (**Martin et al., 2016**), también se ha observado una estacionalidad en el uso de los elementos estructurales en papiones gelada (*Theropithecus gelada*) donde el uso del suelo fue superior

durante el verano y el uso de las estructuras fue superior en invierno (**Miller, 2004**). En este estudio no se tuvo en cuenta la posible variación estacional del uso del espacio de los animales ya que los meses de observación que se compararon fueron los mismos en ambas instalaciones (agosto y septiembre), de manera que los cambios producidos en el uso del espacio no se vieran afectados por la estacionalidad, sólo por el cambio de instalación.

No sólo los elementos verticales son importantes en las instalaciones de primates. Se ha demostrado como la incorporación de los substratos adecuados tiene un papel importante en el desarrollo de los comportamientos, uso del espacio y garantía del bienestar de los primates (para chimpancés: **Baker, 1997**; macaco rhesus: *Macaca mulatta*, **Beisner and Isbell, 2008**; póngidos: **Goerke et al., 1987**; **Goff et al., 1994**; callitricidos: **Mckenzie et al., 1986**; varias especies: **Chamove et al., 1982**; **Chamove et al., 1988**; **Reinhardt et al., 1996**). Su incorporación puede realizarse de forma rápida y sencilla haciendo pocas modificaciones en la estructura original de las instalaciones, ese fue nuestro caso ya que los substratos naturales (tierra, corteza de pino y rocas) se incorporaron de forma parcial en la instalación en el interior de las grandes jardineras colocadas sobre el suelo de cemento de la instalación original. La incorporación de substratos diferentes proporciona variedad a la instalación y da la oportunidad a los animales de escoger cada uno en diferentes momentos (**Melfi, 2001**). La pareja de dril estudiada sólo encontraban substratos en el interior de las jardineras de la instalación naturaliza, siendo éstas jardinera el primer y segundo elemento más utilizado por el macho y la hembra, respetivamente, en instalación semi-naturalizada. La vegetación natural fue uno de los elementos que formaron parte de la semi-naturalización. Las plantas, colocadas en las jardineras, proporcionaban sombra y un lugar donde poder esconderse de los visitantes. Estudios realizados en instalaciones no naturalizadas, han mostrado como con la incorporación de vegetación, es responsable de los cambios de comportamiento (**Jamal and Huffman, 2008**). Gracias a la presencia de las jardineras, se proporciona la oportunidad de realizar el mismo comportamiento que harían en libertad de exploración y búsqueda del alimento entre la

vegetación mejorando así su bienestar (**Novak and Suomi, 1986**). Los resultados del test de selectividad obtenidos para las jardineras, nos indican que se trata del elemento estructural más sobreexplotado por ambos animales. Es por ello que si se incrementara el número de animales en esta instalación, podrían generarse conflictos derivados de la monopolización de este recurso limitado, hecho que podría reducirse mediante la incorporación de un mayor número de elementos vegetales en su interior o de más jardineras.

Al tratarse de un estudio realizado en un zoo, existe un factor que ha de tenerse en cuenta a la hora de analizar la distribución de los animales en las instalaciones, y es el público. Los primates no se habitúan al público de la misma manera que lo hacen frente a la presencia del observador (**Mitchell et al., 1992**) ya que mientras que éste no interactúa con ellos (**Martin and Bateson, 1993**), el público actúa como un elemento invasor del espacio individual modificando su comportamiento y uso del espacio (**Chamove et al., 1988; Hosey, 2000; Hosey and Drunk, 1987; Janson. 1990a, b; Wilson, 1972**).

Debido a este efecto negativo, los animales prefieren los espacios que se encuentran fuera de la vista del público (**Hebert and Bard, 2000**) siendo las zonas más cercanas a los visitantes las más utilizadas cuando el resto de la instalación no dispone de suficientes elementos estructurales o estos no aportan la complejidad estructural que necesitan los individuos (**Mallapur, 2005b**). El uso de las zonas más próximas al público (zona A y D) fue diferente en los dos ejemplares estudiados ya que el macho utilizaba estas zonas más que la hembra. A diferencia de lo observado por **Mallapur (2005b)**, en nuestro estudio, el uso de las zonas próximas al público se debía a los elevados niveles de comportamiento agresivo que mantenía el macho con los visitantes, y que hacía que éste se situara en las zonas donde poder interactuar con él. El macho utilizaba la zona cercana al cristal (7 x 1 m) un 9% del tiempo, mucho más que la “zona B” que era de un tamaño mucho mayor. En estudios previos se observó como el comportamiento y el bienestar de los driles mejoraba tras la incorporación de una barrera visual (**Lindblom, 2014; Martin et al., 2016**). Con el cambio de instalación, se

consiguió que ambos dril utilizaran en mayor medida las zonas lejanas al público tal y como también mostró en un estudio realizado con seis especies de primates del zoo de Shou Shan, China (véase **Su, 2006**). La presencia de un foso de agua en la nueva instalación, incrementó la distancia entre driles y visitantes, y los niveles de interacción con el público se redujeron.

Afortunadamente, cada vez es más habitual la incorporación de elementos naturales que transforman las antiguas instalaciones en lugares más efectivos y funcionales para sus ocupantes. Pero no sólo es necesaria la naturalización total o parcial de las instalaciones, también es imprescindible conocer su efectividad. Estudios como este donde se analizan las zonas y estructuras, a partir de la comparación en diferentes tipos de instalaciones utilizando variadas y novedosas aproximaciones como son el uso del espacio y las estructuras, y los índices de participación (SPI) y de selectividad, proporcionan información valiosa que podrá ser aplicada en el diseño de nuevas instalaciones para esta y otras especies de primates similares que se encuentren con diferentes grados de amenaza, por lo que los zoos como centros de conservación tienen un papel importante mejorando los programas de conservación *exsitu*.

## REFERENCIAS

**Altman, J.D. (1974).** Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49, 227-267.

**Astaras, C. (2009).** Ecology and Status of the Drill (*Mandrillus leucophaeus*) in Korup National Park, Southwest Cameroon: Implications for Conservation. PhD Thesis.

**Baker, K. C. (1997).** Straw and forage material ameliorate abnormal behaviors in adult chimpanzees. *Zoo Biology*, 16, 225-236.

**Beisner, B. A., and Isbell, L. A. (2008).** Ground substrate affects activity budgets and hair loss in outdoor captive groups of rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *American Journal of Primatology*, 70, 1160-1168.

**Blaney, E., and Wells, D. (2004).** The influence of a camouflage net barrier on the behavior, welfare and public perception of zoo housed gorillas. *Animal Welfare*, 13, 111-118.

**Broom, D. M. (1997).** Welfare evaluation. *Applied Animal Behavior Science*, 54, 21-23.

**Chamove, A. S., Anderson, J. R., Morgan-Jones, S. C., and Jones, S. P. (1982).** Deep woodchip litter: hygiene, feeding, and behavioral enhancement in eight primate species. *International Journal for the study of animal problems*, 3, 308-318.

**Chamove, A. S., Hosey, G. R., and Schaezel, P. (1988).** Visitors excite primates in zoos. *Zoo Biology*, 7, 359, 369.

**Clarke, A. S., Juno, C. J., and Maple, T. L. (1982).** Behavioral effects of a change in the physical environment: A pilot study of captive chimpanzees. *Zoo Biology*, 1, 370-380.

**Coe, J. C. (1989).** Naturalizing habitats for captive primates. *Zoo Biology*, 8, supplement, 1, 117-125.

**Davey, G. (2006).** Relationships between exhibit naturalism, animal visibility and visitor interest in a Chinese Zoo. *Applied Animal Behaviour Science*, 96, 93–102.

**Eichberg, J. W., Lee, D. R., Butler, L. M., Kelley, J., and Brent, L. (1991).** Construction of playgrounds for chimpanzees in bio-medical research. *Journal Medical Primatology*, 20, 12-16.

**Erwin, J., and Deni, R. (1979).** Strangers in a strange land: abnormal behaviors or abnormal environments? In *Captivity and behavior: primates in breeding colonies, laboratories and zoos*. Maple, T. L., Erwin, J., and Mitchell, G. (Eds.) Van Nostrand Reinhold, New York.

**Fàbregas, M. C., Guillén-Salazar, F. and Garcés-Narro, C. (2012).** Do naturalistic enclosures provide suitable environments for zoo animals?. *Zoo Biology*, 31, 362–373.

**Fernández, E. J., Tamborski, M. A., Pickens, S. R, and Timberlake, W. (2009).** Animal-visitors interactions in the modern zoo: conflicts and interventions. *Applied Animal Behaviour Science*, 120, 1–8.

**Goerke, B., Fleming, L., and Creel, M. (1987).** Behavioral changes of a juvenile gorilla after a transfer to a more naturalistic environment. *Zoo Biology*, 6, 283-295.

- Goff, C., Menkhus, H. S., Fritz, J., and Nankivell, B. (1994).** Space use and proximity of captive chimpanzees (*Pan troglodytes*) mother/offspring pairs. *Zoo Biology*, 13, 61-68.
- Haberman, S. J. (1978).** Analysis of Qualitative Data. Volume 1: Introductory Topics. New York: New York Academic Press.
- Hebert, P. L., and Bard, K. (2000).** Orangutan use of vertical space in an innovate habitat. *Zoo Biology*, 19, 239-251.
- Hoff, M. P., Forthman, D. L., and Maple, T. L. (1994).** Dyadic interactions of infant lowland gorillas in an outdoor exhibit compared to an indoor holding area. *Zoo Biology*, 13, 245-256.
- Hosey, G. R. (2000).** Zoo animals and their human audiences: what is the visitor effect? *Animal Welfare*, 9, 343-357.
- Hosey, G.R. (2005).** How does the zoo environment affect the behaviour of captive primates. *Applied Animal Behaviour Science*, 90, 107-129.
- Hosey, G. R., and Drunk, P. L. (1987).** The influence of zoo visitors on the behavior of captive primates. *Applied Animal Behaviour Science*, 18, 19-29.
- Jaman, M. F., and Huffman, M. A. (2008),** Enclosure environment affects the activity budgets of captive Japanese macaques (*Macaca fuscata*). *American Journal of Primatology*, 70, 1133–1144.
- Janson, C. H. (1990a).** Ecological consequences of individual spatial choice in foraging groups of brown capuchin monkeys, *Cebus apella*. *Animal Behaviour*, 40, 922-934.
- Janson, C. H. (1990b).** Social correlates of individual spatial choice in foraging groups of brown capuchin monkeys, *Cebus apella*. *Animal Behaviour*, 40, 910-921.
- Kessel, A. L., and Brent, L. (1996).** Space utilization by captive-born baboons (*Papio sp.*) before and after provision of structural enrichment. *Animal Welfare*, 5, 37-44.
- Knieriem, A. (2007).** International studbook for drill (*Mandrillus leucophaeus*). Hannover: Erlebnis Zoo Hannover.

**Lechowicz, M. J. (1982).** The sampling characteristics of selectivity indices. *Oecologia*, 52, 22-30.

**Lindblom, E. (2014).** The effect of visual barriers, outdoor housing and feeding enrichment on the behaviour of drills (*Mandrillus leucophaeus*) at Parken Zoo. Master Thesis. Department of Physics, Chemistry and Biology. Linköpings universitet, Sweden

**Little, K. A., and Sommer, V. (2002).** Change of enclosure in langur monkeys: implications for the evaluation of environmental enrichment. *Zoo Biology*, 21, 549-559.

**Mallapur, A. (2005a).** Managing primates in zoos: lessons from animal behavior. *Current Science*, 89, 1214-1219.

**Mallapur, A. (2005b).** Use of enclosure space by captive lion-tailed macaques (*Macaca silenus*) housed in Indian zoos. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 8, 175-185.

**Mallapur, A., Qureshi, Q., and Chellam, R. (2002).** Influences of enclosure design on the utilization of space by leopards (*Panthera pardus*) in four zoos in southern India. *Journal of Applied Animal Welfare Sciences*, 5, 111–124.

**Mallinson, J. (1982).** Cage furnishings and environments for primates with special reference to marmosets and anthropoid apes. *Zoo Federation News, Supplement*, 12, 33, 1-8.

**Mallinson, J. J. C., Smith, J. D., Darwent, M., and Carroll, J. B. (1994).** The design of the Sumatran orang-utan (*Pongo pygmaeus abelii*) “home-habitat” at the Jersey Wildlife Preservation Trust. *DODO Journal of Durrell Wildlife Conservation Trust*, 30, 15–32.

**Malone, N. (1998).** Providing orangutans with opportunities for arboreal behavior. *Shape of Enrichment*, 7, 1–2.

**Manning, C. (2002).** Enclosure utilisation and behaviour in the female orang utans (*Pongo pygmaeus*) of Paignton Zoo. *Proceedings of the 4th Annual Symposium on Zoo Research*, Bristol Zoo Gardens, Bristol, UK, (Pp. 44-50).

**Maple, T. L. (2007).** Toward a science of welfare for animals in the zoo. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 10, 63-70.

**Maple, T. L., and Finlay, T. W. (1986).** Evaluating the environments of captive non-human primates. In *Primates: the road to self sustaining populations*. Benirschke, K. (Ed.). New York: Springer-Verlag.

**Maple, T. L., and Finlay, T. W. (1988).** Applied primatology in the modern zoo. *Zoo Biology*, 7, 101-116.

**Maple, T. L., and Perkins, L. A. (1995).** Enclosure furnishings and environmental enrichment. In: Kleiman, D. G., Allen, M. E., Thompson, K. V., and Lumpkin, S. (Eds.), *Wild mammals in captivity*, Chicago: University of Chicago Press.

**Maki, S., and Bloomsmith, M. A. (1989).** Uprooted trees facilitate the psychological well-being of captive chimpanzees. *Zoo Biology*, 8, 79-87.

**Martin, P., and Bateson, P. (1993).** *Measuring Behaviour: An Introductory Guide*, Second Edition. Cambridge University Press: Cambridge, USA

**Martín, O., Vinyoles, D., García-Galea, E., and Maté, C. (2016).** Improving the welfare of a zoo-housed male drill (*Mandrillus leucophaeus poensis*) aggressive towards visitors. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 16, 1-12.

**Mckenzie, S. M., Chamove, A. S., and Feistner, A. T. C. (1986).** Floor-coverings and hanging screens alter arboreal monkey behavior. *Zoo Biology*, 5, 339-348.

**Melfi, V.A. (2001).** Identification and evaluation of the captive environmental variables that affect the behaviour of Sulawesi crested black macaque (*Macaca nigra*). Ph.D. thesis, University of Dublin, Trinity College Dublin

**Melfi, V. A., and Feistner, A. T. C. (2001).** A comparison of the activity budgets of wild and captive Sulawesi crested black macaques (*Macaca nigra*). *Animal Welfare*, 11, 213-222

**Miller, N. (2004).** The effect of seasonal variation on the use of a naturalistic enclosure and behaviour of the captive gelada baboon. *Proceedings of The Sixth Annual Symposium On Zoo Research* 8th and 9th July 2004 at Edinburgh Zoo, Edinburgh, UK ( Pp. 67-80).

- Mitchell, G. (1970).** Abnormal behavior in primates. In *Primate Behavior: developments in field and laboratory research*, Vol. 1. Rosenblum, L. (Ed.) New York, Academic Press, pp 195-248.
- Mitchell, G., Henrring, F., Tromborg, C., Down, B., Steiner, A. S., and Obradovich, S. (1992).** Targets of aggressive facial displays by golden-bellied mangabeys (*Cercocebus galeritus chrysogaster*) at the Sacramento zoo. *Applied Animal Behavior Science*, 33, 249-259
- Neveu, H., and Deputte, B. L. (1996).** Influence of availability of perches on the behavioral well-being of captive, group-living mangabeys. *American Journal of Primatology*, 38, 175-185.
- Novak, M. A., and Suomi, S. J. (1986).** Psychological well being of primates in captivity. *American Psychologist*, 43, 765-773.
- Ogden, J. J., Lindburg, D. G., and Maple, T. L. (1993).** Preference for structural environmental features in captive lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). *Zoo Biology*, 12, 381–395.
- O’Neill, P. I., Novak, M. A., and Suomi, S. J. (1991).** Normalizing laboratory-reared rhesus macaque (*Macaca mulatta*) behavior with exposure to complex outdoor enclosures. *Zoo Biology*, 10, 237-245.
- Plowman, A. B. (2003).** A note on a modification of the spread of participation index allowing for unequal zones. *Applied Animal Behaviour Sciece*, 83, 331-336.
- Rees, P. A. (2011).** Zoo and exhibit design. In: Rees. *An introduction to zoo biology and management*, Rees (Ed.). Wiley-Blackwell Publishing Ltd.
- Reinhardt, V. (1992).** Space utilization by captive rhesus macaques. *Animal Technology*, 43, 11-17.
- Reinhardt, V., Liss, C., and Stevens, C. (1996).** Space requirement stipulations for caged non-human primates in the United States: a critical review. *Animal Welfare*, 5, 361-372.
- Riddle, K. E., Keeling, M. E., Alford, P. L., and Beck, T. F. (1982).** Chimpanzee holding, rehabilitation and breeding: facilities design and colony management. *Laboratory Animal Science*, 32, 525-533.

**Ross, S. R., and Lukas, K. E. (2006).** Use of space in a non-naturalistic environment by chimpanzees (*Pan troglodytes*) and lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). *Applied Animal Behaviour Science*, 96, 143-152.

**Ross, S.R., Calcutt, S., Schapiro, S.J., and Hau, J. (2011).** Space use selectivity by chimpanzees and gorillas in an indoor–outdoor enclosure. *American Journal of Primatology*, 73, 197–208.

**Ross, S. R., Shapiro, S. J., Hau, J., and Lukas, K. E. (2009).** Space use as an indicator of enclosure appropriateness: A novel measure of captive animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 121, 42-50.

**Shapiro, S. J., Brent, L., Bloomsmith, M. A., and Satterfield, W. C. (1991).** Enrichment devices for nonhuman primates. *Laboratory Animal USA*, 20, 22-27.

**Shepherdson, D., Mellen, J. D., and Hutchins, M. (1998)** *Second Nature: environmental enrichment for captive animals*. Washington, D. C.: Smithsonian Institution.

**Soriano, A. I., Ensenyat, C., Serrat, S., and Maté, C. (2006).** Introducing a semi-naturalistic exhibit as structural enrichment for two brown bears (*Ursus arctos*). Does this ensure their captive well-being?. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 9, 299-314.

**Stoinski, T. S., Hoff, M. P., and Maple, T. L. (2000).** Habitat use and structural preferences of captive western lowland gorillas: effect of environmental and social variables. *International Journal of Primatology*, 22, 432-447.

**Stoinski, T. S., Hoff, M. P., and Maple, T. L. (2001).** Habitat use and structural preferences of captive western lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*): effects of environmental and social variables. *International Journal of Primatology*, 22, 431–447.

**Su, M. (2006).** Influence of visitors on the behavior and the use of enclosure of captive primates in Shou Shan Zoo (abstract). PhD Master Degree, Biological Science.

**Tripp, J. K. (1985).** Increasing activity in captive orangutans: provision of manipulable and edible materials. *Zoo Biology*, 4, 225-234.

**Vanderploeg, H. A., Scavia, D. (1979).** Calculation and use of selectivity coefficients of feeding: zooplankton grazing. *Ecological Modelling*, 7, 135-149.

**Williams, L. E., Abee, C. R., Barnes, S. R., and Ricker, R. B. (1988).** Cage design and configuration for an arboreal species of primate. *Laboratory Animal Science*, 38, 289-291.

**Wilson, C. C. (1972).** Spatial factors and the behavior of nonhuman primates. *Folia Primatologica*, 18, 256-275.

## CAPÍTULO 3

**Efecto que la resocialización (enriquecimiento social) tiene sobre dos crías de cercopitécidos africanos**





## **SECCIÓN 3.1.**

**Influencia del método de cría sobre el comportamiento en subadultos de dos especies de cercopitécidos criados de forma manual**

**RESUMEN**

En cautividad suele suceder que las hembras de primate presentan una conducta maternal inadecuada por lo que para garantizar la viabilidad de la cría, se la separa de la madre y del grupo hasta que tiene un cierto grado de desarrollo que permita resocializarla. Existe una amplia bibliografía que demuestra las consecuencias negativas que tiene la crianza manual en primates así como de los problemas que comporta crecer separados de conspecíficos en relación a su bienestar físico y psicológico. Esta es la razón por la que se intenta una rápida resocialización en el grupo para paliar los efectos negativos que conlleva su separación. Este estudio analiza el comportamiento, la proximidad y el tipo de interacciones sociales de cuatro crías de cercopitécidos, dos mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*) y dos drill (*Mandrillus leucophaeus*), dos de las cuales fueron criadas por sus madres (*mother-rearing*, MR) en sus respectivos grupos mientras que las otras dos tuvieron que ser criadas manualmente (*hand-rearing*, HR) estando entre 81 y 84 días fuera del grupo hasta ser resocializadas de nuevo. Al comparar dentro de cada especie el patrón de actividad diario (PAD) obtenido en los HR y en los MR, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en los comportamientos de vigilancia, conducta social afiliativa, maternal, anormal, lúdica, inactividad y no visible. Los animales HR presentaron mayores porcentajes de vigilancia, conducta anormal, cura parental y juego social con la madre, a los obtenidos en los animales criados de forma natural. La proximidad y el nivel de asociación respecto de la madre fueron más elevados en los ejemplares HR pasando menos tiempo relacionándose con los conspecíficos. Para saber si las diferencias en el PAD y en la proximidad dentro de cada especie son debidas al tipo de crianza o si estaban influenciados por el rango de su madre, se calculó el rango de cada uno de los animales a partir de la matriz de direccionalidad asociada a las interacciones agonísticas. Aunque en ambas especies se observó la existencia de una jerarquía lineal, el grado de dominancia de algunos ejemplares no se pudo calcular debido a la falta de observaciones de interacciones agonísticas.

## INTRODUCCIÓN

En cautividad hembras de diversas especies de primates, manifiestan una parcial o total incapacidad para cuidar correctamente a sus crías, por lo que en muchas ocasiones sus crías han de ser criadas con biberón por humanos (HR, *hand-rearing*) (**Baker, 1994**). Esta situación propicia que algunos zoológicos deciden intervenir para evitar el fallecimiento de la cría subsanando el fracaso de la madre mediante la separación de la cría para criarla a mano en condiciones controladas.

El *hand-rearing* ha sido una técnica ampliamente utilizada durante las últimas décadas en diversas especies de primates, especialmente simios, teniendo mucho éxito desde el punto de vista sanitario ya que mayoría de los animales sobreviven y llegan a adultos con un desarrollo físico normal. La crianza con biberones y en entornos humanizados, en la mayoría de las ocasiones, carecen de la presencia de congéneres, genera individuos socialmente incompetentes y con desarrollos sexuales inadecuados (**Harlow and Harlow, 1962; Meder, 1989; Mootnick and Nadler, 1997; Novak and Sackett, 2006; Rogers and Davenport, 1969**).

Una característica de los primates es su elevada sociabilidad que implica el desarrollo de las pautas de comportamiento y comunicación necesarias para vivir en grupo (**Beck and Power, 1988; Novak and Sackett, 2006; Seier and de Lange, 1996**). Muchas de estas pautas se aprenden mientras se encuentran bajo la protección de los adultos, especialmente de la madre, aprendiendo todo lo necesario para al llegar a la etapa adulta y poder desenvolverse adecuadamente dentro de su entorno natural y social (**Baker, 1994**).

Al nacer, los primates dependen totalmente de sus madres ya que su capacidad de locomoción es limitada y pasan su primer periodo de vida junto a la madre agarrados a ella, encontrando alimento, protección, calor y estímulos. Conforme se van desarrollando van creciendo, las crías se mueven más e interaccionan con otros individuos del grupo, siendo éste el estímulo constante que favorece su desarrollo cognitivo. En las primeras etapas de su desarrollo, las madres socializan a las crías modelando de forma apropiada su comportamiento social y

conforme las crías crecen, las madres les animan a ser más independientes (**Nicolson, 1991**). Esta conducta parental es sexo-diferente de manera que las hembras se comportan de forma diferente en función del sexo de la cría incluso desde la primera semana de vida (**Hinde and Spencer-Booth, 1971a, 1971b; Mitchel, 1968**) haciendo que los machos sean más independientes que las hembras.

En los casos donde las crías se desarrollan fuera de un entorno social adecuado, es habitual que éstos individuos presenten alteraciones en su comportamiento, que pueden ser causadas por las carencias psicológicas provocadas por la falta de atención y contacto físico continuado, o por la falta de estímulos adecuados, manifestándose posteriormente mediante comportamientos anormales, elevados niveles de inactividad y agresividad, y falta de sociabilidad (**Lindburg and Fitch-Snyder, 1994; Meder, 1990; Nash et al., 1999; Rommeck et al., 2009a, 2009b**). Cuando alcanzan la madurez sexual se presenta otra incapacidad social: los animales presentan deficiencias en la conducta sexual y si logran reproducirse y son hembras, suelen presentar un comportamiento maternal inadecuado (**Beck and Power, 1988; Mellen, 1994**). Este fracaso cierra un círculo que ocasiona graves consecuencias cuando se trata de especies seriamente amenazadas que cuentan con programas de cría en cautividad ya que en algunas ocasiones, los ejemplares con disfunciones en la conducta sexual y maternal son retirados de dichos programas de reproducción hecho que dificulta el mantenimiento de poblaciones con variabilidad genética suficiente que aseguren la supervivencia de la especie en cautividad (**Abelló et al., 2007; Beck and Power, 1988; Harcourt, 1987**). Por ello, tras años trabajando con individuos *hand-rearing* y obteniendo animales “fracasados” que no se integran ni se reproducen adecuadamente, o que en caso de hacerlo fracasan en el cuidado de sus crías, algunas instituciones optan por o bien no interferir en las situaciones donde la conducta maternal falla, y como consecuencia se puede llegar a perder a la cría, o bien esterilizan a estos individuos centrándose en la reproducción de los ejemplares con una conducta maternal adecuada que no necesitan de la intervención humana para llevarla a cabo

(Berthier *personal communication*, 2000). Esta decisión afecta a la conservación de las especies ya que si bien muchos primates se encuentran amenazados (IUCN, 1996) y con poblaciones en cautividad reducidas, el *hand-rearing* puede ser una valiosa herramienta que ayude a preservar el valor potencial de estos individuos en los programas de reproducción en cautividad (Cross, 2007).

No obstante si la incorporación se efectúa de forma rápida y eficaz, el animal puede llegar a desarrollar todo su repertorio conductual normal presentando además una disminución de los comportamientos anormales respecto aquellos ejemplares en que la resocialización no se ha realizado de forma correcta (Baker, 1994; Röder and Timmermans, 2002).

El objetivo de nuestro estudio es evaluar la reintegración de las crías criadas a mano (*hand-rearing*, HR) mediante su comparación con ejemplares criados por sus madres (*mother-rearing*, MR). El estudio se centró en dos especies de cercopitécidos, mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*) y dril (*Mandrillus leucophaeus*), en los que se siguió el mismo protocolo de actuación y resocialización en el grupo natal (Abelló et al., 2007).

Tras un corto período de tiempo sin contacto materno y con un adecuado proceso de resocialización, esperamos que no existan diferencias significativas entre los individuos HR y los MR. Se comparan los registros sobre los patrones de comportamiento, la proximidad y las interacciones sociales de los dos tipos de cría HR (*hand-rearing*) con los criados por sus madres MR (*mother-rearing*) cuando ambos sujetos estaban integrados en sus grupos sociales.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Sujetos de estudio e instalaciones**

Los sujetos estudiados fueron dos ejemplares de mangabey de collar, Buna y Odzala, y dos ejemplares de dril, Ilembó y Kuna.

El grupo de mangabey de collar se compone de cinco ejemplares, un macho adulto, dos hembras adultas, y sus respectivas crías que fueron las observadas en este estudio (**Tabla 12**).

**Tabla 12:** Información de los animales estudiados así como del resto de animales del grupo de mangabey de collar. Se indica el nombre de los animales, el identificador de cada ejemplar según el Studbook de la especie, sexo, edad (en meses) de los animales al inicio del estudio, clase de edad, genealogía, origen y tipo de crianza

Nombre	Studbook	Sexo	Edad (meses)	Clase de edad	Genealogía	Origen	Crianza
Daniel	75	M	169	A	Desconocida	L	MR
Alma	69	F	169	A	Zoo Hannover	C	MR
Bonny	95	F	109	A	Zoo Hannover	C	HR
Buna	184	F	11	I	75 x 69	C	MR
Odzala	183	F	13	I	75 x 95	C	HR

Dónde: Sexo (M: macho, H: hembra), clase de edad (A: adulto, I: infantil), origen (L: libertad, C: cautividad) y crianza (MR: crianza materna o *mother-rearing*, HR: Crianza humana o *hand-rearing*).

El macho adulto, Daniel (stdbk 75), procedía de libertad por lo que tenía un elevado valor genético para la población cautiva. Las dos crías de este estudio son su primera descendencia exitosa. Antes de su llegada al zoo de Barcelona (mayo 1999) estaba alojado en el zoo de Hannover donde nació Alma (stdbk 69). Esta hembra es descendiente de Emil (stdbk 39) y Charlotte (stdbk 21) y fue trasladada al zoo de Barcelona en marzo de 1994. Durante este estudio estaba criando de forma natural (*mother-rearing*, MR) a una pequeña hembra (Buna, agosto 2000) nacida tras la pérdida de la cría anterior (enero 2000) que falleció a los 5 días de vida. Bonny (stdbk 95) es la segunda hembra adulta del grupo y es descendiente de Alma y Emil. Nació en junio de 1992 en el Zoo de Hannover donde fue criada mediante HR. En marzo

de 1994 fue trasladada a Barcelona donde se incorporó al grupo de mangabeys ya existente. Odzala (stdbk 182) nació en Barcelona en junio del 2000, siendo la primera descendiente de Daniel y Bonny. Debido al comportamiento que su madre presentó y que incluso hacía prever su defunción, Odzala fue separada menos de 24 horas tras nacer para ser criada con biberón, periodo que se prolongó durante 33 días. La resocialización con su madre se inició cuando tenía 33 días de vida y tras 51 días se dio el proceso por finalizado. Desde que nació hasta que fue resocializada completamente en el grupo pasaron 84 días. El ejemplar más joven es Buna (stdbk 184), una hembra nacida en agosto del 2000 y descendiente de Daniel y de Alma. Durante el desarrollo de este estudio, este animal estaba siendo criado de forma natural por su madre (MR) por lo que no se realizó ninguna intervención sobre él. Entre las dos crías de mangabey estudiadas, Buna y Odzala, sólo había una diferencia de edad de 2 meses por lo que ambas se catalogaron como individuos infantiles.

La instalación donde vivía el grupo de mangabey de collar contaba con una zona exterior de unos 20m<sup>2</sup> y de 4'80 metros de altura máxima y de dos dormitorios de 5m<sup>2</sup> cada uno. Como accesorios en su interior se podían encontrar troncos, ramas y cuerdas distribuidos a diferentes alturas. El mobiliario estaba formado principalmente por las plataformas fijas que se encontraban en la pared posterior de la instalación.

El grupo de driles (**Tabla 13**), estaba formado por siete ejemplares, un macho adulto, dos hembras adultas, una hembra subadulta, dos machos juveniles y una hembra infantil. El macho adulto, Congo (stdbk 301), junto con una hembra adulta, Cabinda (stdbk 302), llegaron al zoo de Barcelona tras su decomiso. Ambos animales procedían de libertad siendo importante garantizar su representación genética para la conservación de la escasa población cautiva. En mayo de 1999, y procedente del Zoo de Hannover, llegó la segunda hembra adulta del grupo, Inga (stdbk 443), que se integró a la pareja ya establecida. Kapi (stdbk 449), descendiente de Congo y Cabinda, nació en enero del 1998 pero tuvo que ser retirada por el comportamiento inadecuado de la madre. Después de la resocialización tardía de Kapi, a los

seis meses de su retirada y después de completar su resocialización, llega N'Boa (stdbk 505), un macho juvenil del Zoo de Hannover MR. Afortunadamente con Ilembo (stdbk 519), el primer descendiente de Inga y Congo, no se tuvo que intervenir en su crianza y se mantuvo constantemente con su madre dentro del grupo social. El último ejemplar en incorporarse al grupo fue Kuna (stdbk 521), que nació en Barcelona en septiembre del 2000. Tuvo que ser retirada de su madre con 2 días de vida para ser criada por parte del personal del zoo, proceso que se alargó durante 44 días y tras los cuales se inició la reintroducción al grupo que se prolongó 37 días. El tiempo transcurrido entre la separación materna y la resocialización completa fue de 81 días.

La instalación del grupo de dril era completamente exterior de 286m<sup>2</sup> y estaba delimitada por una pared azulejada en la parte posterior y por un foso con agua en la zona frontal. En su interior se encontraban diversas plataformas de madera, jardineras con vegetación natural y diversos sustratos en su interior, troncos y cuerdas.

### **Recogida de los datos**

La observación de los animales la realizaron C. Maté y K. Dea, los meses de mayo y junio del 2001. La recogida de datos se realizó desde la zona de público cuando los animales se encontraban en las instalaciones exteriores. Las horas de observación se realizaron a lo largo de todo el día desde las 10:00 a las 19:00 horas distribuidas a lo largo de todas las franjas horarias (mañana: 10:00-13:00 horas; mediodía: 13:00-16:00 horas, y tarde 16:00-19:00 horas).

Se realizaron 30 horas de observación para cada una de las especies. Las sesiones eran de 60 minutos de duración, en las que se optó por un registro focal temporal instantáneo (**Altman, 1974; Martin and Bateson, 1993**) donde se anotaba el comportamiento de la cría observada al finalizar cada minuto dentro de la sesión de registro. Además de los datos

comportamentales de las crías, se anotaron otras variables como la proximidad con los otros sujetos del grupo teniendo en cuenta siempre la presencia o ausencia de la madre.

**Tabla 13:** Información de los animales estudiados así como del resto de animales del grupo de drill. Se indica el nombre de los animales, el identificador de cada ejemplar según el Studbook de la especie, sexo, edad (en meses) de los animales al inicio del estudio, clase de edad, genealogía, origen y tipo de crianza

Nombre	Studbook	Sexo	Edad (meses)	Clase de edad	Genealogía	Origen	Crianza
Congo	301	M	204	A	Desconocida	L	MR
Cabinda	302	F	192	A	Desconocida	L	MR
Inga	443	F	69	A	Zoo Hannover	C	MR
Kapi	449	F	41	SA	301 x 302	C	HR
N'Boa	505	M	24	J	Zoo Hannover	C	MR
Ilembo	519	M	17	J	301 x 443	C	MR
Kuna	521	F	9	I	301 x 302	C	HR

Dónde: Sexo (M: macho, H: hembra), clase de edad (A: adulto, SA: subadulto, J: juvenil e I: infantil), origen (L: libertad, C: cautividad) y crianza (MR: crianza materna o *mother-rearing*, HR: Crianza humana o *hand-rearing*).

Se realizaron 15 horas de observaciones adicionales a todos los miembros del grupo para determinar la jerarquía. Se seleccionaron cuatro tipos de interacciones, dos pertenecientes al grupo de las afiliativas: presentación y evitación y dos que se clasifican en el grupo de las agresivas: amenazar y desplazar. Este es un método utilizado para cuantificar la jerarquía social dentro de los miembros de cada grupo (**Bernstein, 1970; Bernstein and Ehardt, 1986; Maté, 1999**). Estas sesiones de registro, se utilizó un sistema multifocal continuo (**Altman, 1974, Martin and Bateson, 1993**), anotándose quien inicia y quien recibe el

comportamiento social para posteriormente analizar las interacciones ocurridas entre las diferentes díadas.

El etograma definido para este estudio y que se muestra en la **Tabla 14**, se realizó durante las observaciones preliminares (abril-mayo 2002, 30 horas de observación) donde se identificaron a todos los ejemplares y se definieron las categorías comportamentales. En el etograma se observa como los comportamientos de las crías se agruparon en categorías diferentes: actividad (11 categorías), inactividad (1 categoría) y no visible (1 categoría), y en el caso de la actividad se clasificaron los comportamientos en función de si éstos eran de carácter solitario (6 categorías) o de tipo social (4 categorías). La conducta lúdica se analizó de forma independiente ya que se diferenció entre la solitaria y la social.

### **Análisis de los datos**

Para poder valorar la integración de la cría en su grupo familiar se realizó un estudio comparativo del desarrollo conductual de las crías de cada especie, valorando su repertorio conductual y la proximidad a los distintos sujetos que componen el grupo. La comparación entre ejemplares HR y MR se realizó mediante la  $\chi^2$  Pearson con los residuos ajustados corregidos considerando el valor 1.96 (en valor absoluto) como test estadístico de la distribución normal, y asumiendo el 0.05 como nivel de significación (**Haberman, 1978**). Para ello, se utilizó el paquete estadístico SPSS para Windows (*Statistical Package for the Social Sciences*) versión 19.0.

Se realizó un análisis de afinidad a partir de los datos de proximidad utilizando el índice HWI (*half weight association index*) (**Cairns and Schwager, 1987; Ginsberg and Young, 1992**) para calcular la proporción de tiempo que dos animales pasaron juntos a lo largo del estudio mediante la fórmula:  $HWI = x / (na+nb)/2$ , y donde "x": scans donde dos animales están juntos, "na": scans donde aparece animal "a" pero no animal "b", y "nb": scans donde aparece animal "b" pero no animal "a".

Para obtener una jerarquía de dominación a partir de las interacciones observadas entre los individuos, se construyó una matriz de datos basándose en las interacciones diádicas del tipo “quien desplaza, evita, amenaza o realiza una presentación a quién”. Se calculó el porcentaje de interacciones iniciadas y recibidas por cada uno de los componentes de cada grupo en relación con el resto de ejemplares. A partir de estos datos se construyeron los sociogramas en función del número y la dirección de las interacciones sociales ocurridas para cada una de las posibles díadas.

La jerarquía de dominancia se calculó en función de la direccionalidad de los episodios agonísticos que se observaron (**Landau, 1951**). A partir del número de eventos observados en cada díada emisor-receptor, se realizó una matriz de dominancia donde las filas corresponden al emisor y las columnas al receptor de la conducta agonística. Mediante la direccionalidad de las amenazas se establece la dominancia bastando un solo evento en cada dirección para determinar que un animal domina sobre otro (emisor domina sobre receptor), otorgándose el valor de 1. Si la dominancia entre dos ejemplares no se observa se le otorga el valor de 0, y si existe bidireccionalidad, donde un animal domina al otro y viceversa en varias interacciones, le otorgamos el valor de 0.5 (**Appleby, 1983**). A partir de la suma de los valores de dominancia individuales, obtuvimos el rango jerárquico de cada ejemplar siendo éste mucho mayor a mayor puntuación en la matriz de dominancia.

Para conocer si la jerarquía establecida era de tipo lineal o no, se calculó el índice de linealidad de Landau,  $h$  (**Landau, 1951**) siguiendo la fórmula:  $h = [12/(n^3 - n)] \sum [v_a - (n-1)/2]$ , donde “ $n$ ” es el número de individuos y “ $v_a$ ” es la suma de los valores de la fila correspondiente a cada individuo en la tabla de dominancia. Además se calculó el índice de linealidad mejorado por **De Vries, h', (1995)**, que evita los sesgos cuando se observan díadas bidireccionales. Se utilizó la fórmula:  $h' = h + 6/n^3 - n \times u$ , donde “ $h$ ” es el índice de Landau, “ $N$ ” corresponde al número de individuos y “ $u$ ” es el número de asociaciones desconocidas. Para conocer el nivel de dominancia de un individuo respecto al resto se utilizó el índice de

dominancia (ID) de **Berger (1977)** mediante la fórmula  $ID = W / T$  donde “W” es el número de interacciones ganadas por el animal y “T” es el número total de interacciones. Los tres índices trabajan con un rango entre 0 - 1 siendo el valor de 0 el correspondiente a una jerarquía no lineal y el valor de 1 a una jerarquía lineal (**Lehner, 1996**).

## RESULTADOS

### Mangabey de collar

#### Patrón de actividad diario (PAD)

Observando el comportamiento de las dos crías de mangabey de collar, se muestra que el PAD (patrón de actividad diario) está compuesto por “locomoción, alimentación, conducta maternal y mantenimiento”, con proporciones superiores al 10% (**Figura 13**). En el caso de Buna (MR) las conductas más observadas tras las mencionadas anteriormente fueron la “conducta lúdica y el no visible” (7 y 8% respectivamente), y las menos “exploración, conducta social agresiva, interacción con humanos, conducta anormal e inactividad”. En el caso de Odzala (HR) las conductas más observadas fueron la “vigilancia y la conducta lúdica” (entre 7 y 5% respectivamente), a diferencia de la “exploración, conductas sociales afiliativas y agresivas, interacción con humanos, conducta anormal e inactividad” que fueron las menos observadas ( $\leq 1\%$ ).

Al comparar los PAD de los dos tipos de crías se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en los comportamientos de “vigilancia, conducta social afiliativa, cuidados parentales, lúdica, anormal y no visible” (**Figura 13**). Buna (MR) presentó un elevado porcentaje en “conducta social afiliativa, lúdica y no visible”, mientras que en Odzala (HR) los porcentajes elevados fueron en “vigilancia, cuidados parentales y anormal”.

Al analizar la “conducta lúdica” se obtienen diferencias estadísticamente significativas entre Buna y Odzala (**Figura 14**). Los porcentajes más elevados de “juego solitario” (43%) y de “juego social realizada con adultos y sin la presencia de la otra cría”, fueron observados en

**Tabla 14:** Etograma utilizado para el estudio de los mangabey de collar así como de dril.

Tipo de comportamiento		Definición
Solitario	Locomoción	El animal se desplaza por la instalación caminando, corriendo o saltando. No se incluye el forrajeo o cuando el animal es transportado por un conspecifico.
	Alimentación	El animal está ocupado en una actividad directamente relacionada con la adquisición de alimento o bebida. Incluye comer, beber, forrajear, masticar y manipular el alimento.
	Mantenimiento	El animal está ocupado en una actividad que contribuye a su bienestar fisiológico. Incluye rascarse, sacudirse, toser, limpiarse los ojos, orinar, defecar, cambiar de postura y movimientos de confort como estirar brazos y piernas.
	Exploración	El animal investiga un área o manipula un objeto. Cuando explora tiene la mirada fija en algún punto en concreto u objeto y a veces está acompañado de movimientos laterales de la cabeza. Se incluye excavar en la tierra.
	Vigilancia	El animal está quieto pero se mantiene alerta dirigiendo la mirada a un lugar en concreto respondiendo inmediatamente a cualquier estímulo.
	Lúdica	La cría se encuentra realizando una actividad lúdica. Se diferencia entre juego solitario (el juego motor) y social (interviene otro individuo e incluye las persecuciones, cazas, luchas y la solicitud de juego)
Social	Afiliativo	Pautas indicativas de una interacción amistosa entre los animales implicados. Incluye el acalamiento social, presentación afiliativa y seguir o tocar a un compañero
	Agresivo	Incluyen las amenazas, los movimientos de cabeza, perseguir, embestir, empujar, morder y erizamiento del pelo.
	Cura parental	Aquellas conductas sociales que la madre dirige a la cría para garantizar su bienestar físico y fisiológico, incluyendo su transporte, protección, abrazos y acalamiento.
	Interacción con humanos	Cualquier tipo de interacción social que mantiene el animal con los humanos.
Otros	Anormal	El animal hace una actividad aberrante o repetitiva como morderse repetidamente en pocos segundos alguna parte del cuerpo o chuparse el dedo, arrancarse el pelo , hacerse un ovillo, autoabrazo con o sin balanceo .
	Inactividad	La cría se encuentra en situación de reposo y no realiza ninguna actividad. Puede estar con los ojos abiertos (estacionario) o cerrados (durmiendo).
	No visible	El animal no se encuentra dentro del campo visual del observador.

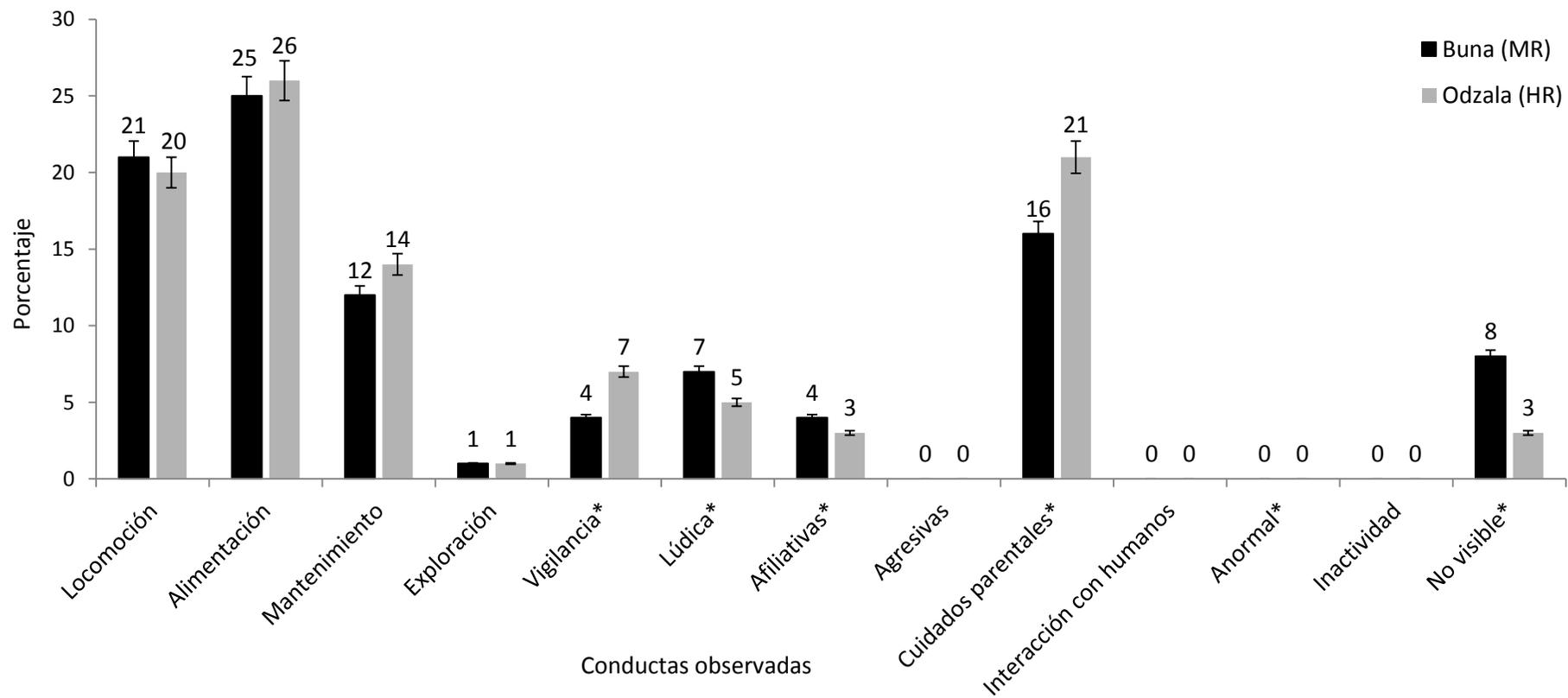
Buna (5%), a diferencia de los mayores porcentajes de conducta lúdica realizada “con la madre” que fueron observados en Odzala (17%). En ambas crías la “conducta lúdica” se ve incrementada cuando las dos crías están presentes, bien jugando entre ellas (“cría” 21 y 25%) o bien cuando se encuentran además en presencia de varios conspecíficos adultos (“adultos-cría” 22 y 26%, **Figura 14**).

#### **Proximidad e índice de asociación (HWI)**

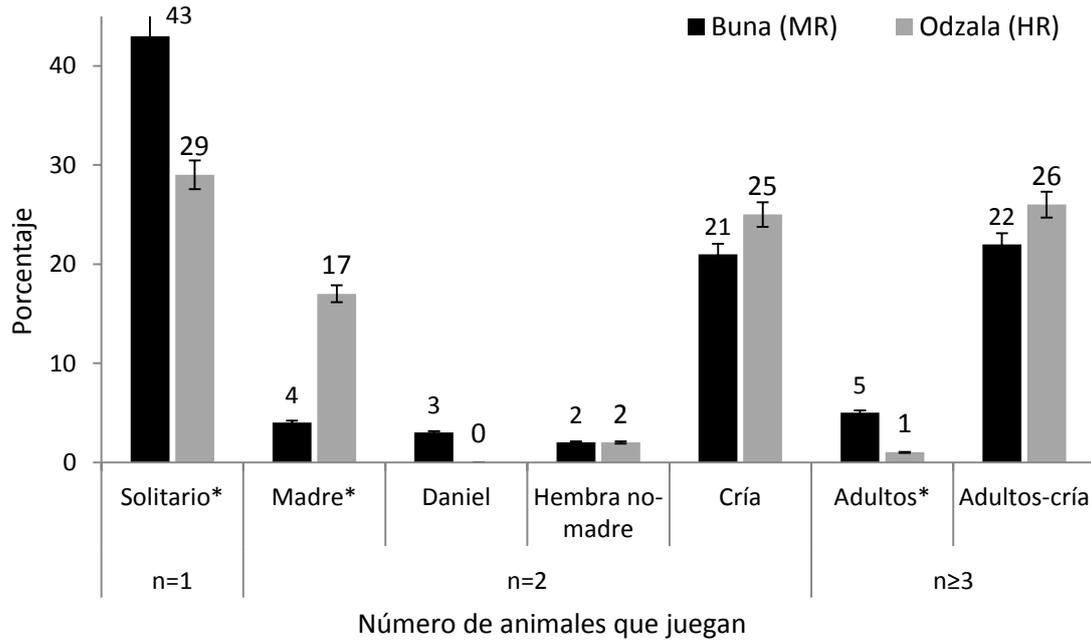
Estudiando la proximidad de las crías con respecto al resto del grupo, se observa que Buna (MR) está más tiempo “sola” que Odzala (HR). No obstante, las dos crías pasan más tiempo en las proximidades de sus madres que respecto a otros sujetos, siendo los valores de proximidad de Odzala con su madre superiores a los de la otra díada madre-cría (38% respecto 17%). Al comparar los diferentes tipos de proximidad entre las dos crías se obtienen diferencias estadísticamente significativas en todas las categorías excepto en la proximidad con la otra cría ( $\chi^2$  Proximidad entre individuos, **Figura 15**). Buna (HR) presentó un porcentaje de proximidad mayor en cuanto al macho (9%), de su madre (Alma, 17%) y en los grupos tanto si éstos contaban con la presencia de su madre (16%) como si ésta no se estaba presente (7%). En Odzala (HR) únicamente se obtuvo un mayor resultado en cuanto a la cercanía con su madre (Bonny, 38%, **Figura 15**).

Analizando las diferentes categorías de proximidad en función de la presencia de la madre, se observa como Odzala (HR) pasa casi la mitad del tiempo cerca de ella (49%) relacionándose menos con el resto de animales (16%). En Buna (MR) se observa una preferencia por estar “sola” (41%). Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en las dos crías y en los tres niveles de proximidad estudiados ( $\chi^2$  Presencia/ausencia de la madre, **Figura 15**). Los mayores valores para las categorías “solitaria” (41%) y “sin la madre” (26%) se obtuvieron en Buna mientras que Odzala se encontró más con su madre (49%), **Figura 15**).

**Figura 13:** Patrón de actividad diario (PAD) de las crías de mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*) estudiadas. Los resultados se presentan en porcentaje (%) y mediante un asterisco (\*) se indican aquellos comportamientos que presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos animales ( $\chi^2=130.140$ , g. d. l. = 12,  $P < 0.001$ )



**Figura 14:** Tipo de conducta lúdica observada en mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*) en función del número de ejemplares que intervienen en el juego. Los resultados se expresan en porcentaje (%) y mediante un asterisco (\*) se indican aquellas categorías que presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos animales ( $\chi^2=18.834$ , g. d. l. = 4,  $P = 0.001$ ).



Dónde: n=1 (juego solitario, sólo participa el animal focal), n=2 (el animal focal juega con otro ejemplar) y n≥3 (el animal focal juega con tres o más conspecíficos).

Al calcular el índice de asociación (HWI) en Buna (MR) se obtiene un intervalo de 0.18 - 0.49 mientras que en Odzala (HR) éste se sitúa entre 0.07 - 0.66. Cada una de las díadas madre-cría se corresponde con los valores más elevados de este índice (0.49 Alma-Buna y 0.66 Bonny-Odzala). Los niveles de asociación más bajos se obtuvieron en las díadas Buna-Bonny (0.18) y Odzala-Daniel (0.07). Los valores de HWI fueron similares en las díadas Alma-Odzala y Bonny-Buna (0.18 y 0.17, **Tabla 15**).

### Sociogramas

A partir de la matriz de direccionalidad asociada a las interacciones agonísticas se calculó el

rango que cada uno de los animales ocupaba dentro del grupo de mangabeys. Como resultado se observó que el macho adulto ocupaba el primer puesto (alfa,  $\alpha$ ), seguido por Alma (beta,  $\beta$ ) y por Buna, su cría (**Tabla 16**). El rango del resto de animales, Bonny y Odzala no se pudo calcular con este sistema ya que durante el tiempo de recogida de los datos no se observaron amenazas iniciadas por estos animales (**Figura 16a.2a**).

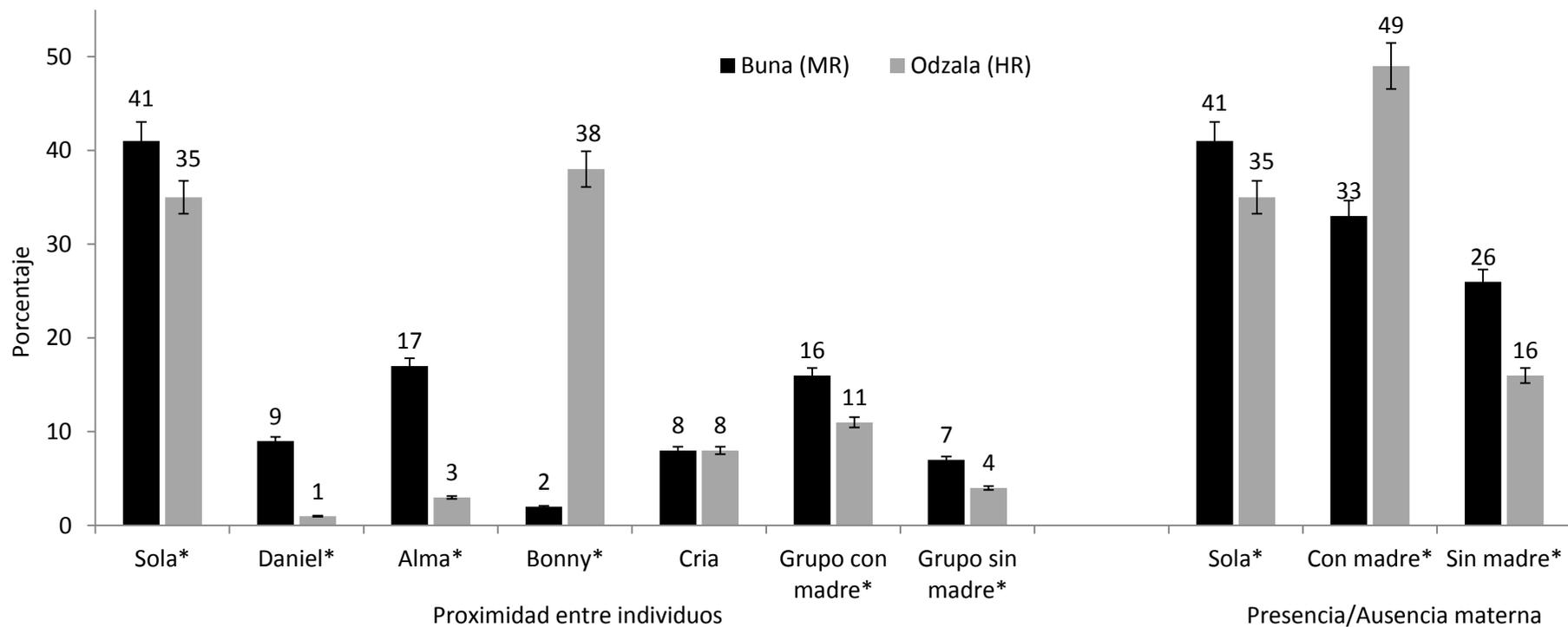
El resultado obtenido para el índice de Landau ( $h=0.925$ ) y el índice corregido de De Vries ( $h'=0.975$ ) nos indican la existencia de una jerarquía de dominancia lineal siendo de mayor a menor grado de dominancia según los datos obtenidos del índice de dominancia (ID), Daniel > Alma > Buna > Bonny > Odzala (**Tabla 16**).

**Tabla 15:** Asociación entre las díadas de mangabeys de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*) con el resto de componentes del grupo según HWI (*half weight association index*).

	Daniel	Alma	Buna	Bonny	Odzala
Buna	0.35	0.49	—	0.18	0.32
Odzala	0.07	0.17	0.34	0.66	—

El macho es el único sujeto receptor de todas las presentaciones, en el otro extremo está Odzala que no recibe ninguna. Entre las dos hembras adultas, Alma realiza más presentaciones hacia Bonny (26-50%) que a la inversa (16-25%). Únicamente Alma recibe presentaciones de la cría de la compañera (26-50%) pero ella nunca se presenta a ninguna de las dos crías. Bonny por su parte se presenta a Buna (26-50%, **Figura 16a.1a**). Las amenazas se produce del macho hacía el resto de animales (0-75% según la díada). Alma amenaza a todas las hembras siendo a Bonny en quien se observa un mayor porcentaje (51-75%). Las amenazas entre crías son más

**Figura 15:** Niveles de proximidad de las crías de mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*) hacia los conspecíficos. Se muestran los resultados para la proximidad de los animales respecto al resto de componentes del grupo ( $\chi^2=1029.019$ , g. d. l. = 6,  $P < 0.001$ ), y respecto a la presencia o ausencia de la madre ( $\chi^2=120.623$ , g. d. l. = 2,  $P < 0.001$ ). Todos los resultados se expresan en porcentaje (%) y mediante un asterisco (\*) se indican aquellas proximidades que presentaron diferencias estadísticamente significativas al comparar las díadas de cada especie.



frecuentes que entre las hembras adultas y se realizan de Buna hacia Odzala (76-100%, **Figura 16a.2a**). El macho desplaza a todos los animales y especialmente a Bonny (51-75%). Entre hembras adultas se producen más desplazamientos de Alma hacia Bonny (76-100%) mientras que entre las crías es Odzala quien más desplaza a Buna (76-100%, **Figura 16a.3a**). Daniel recibe evitaciones del resto de animales, especialmente de Alma (76-100%) mientras que Buna presenta los valores de evitación más bajos hacia Daniel (26-50%). Bonny y Odzala evitan a Alma (16-50%) mientras que no se observó ninguna evitación de Alma hacia estas dos hembras. Entre las crías se observa como Buna evita más a Odzala (51-75%) que a la inversa (0-15%, **Figura 16a.4a**).

**Tabla 16:** Matriz de la direccionalidad de las interacciones agonísticas entre las díadas formadas entre los mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*). En las filas se encuentra el individuo emisor del comportamiento y en las columnas el receptor. El rango se corresponde con el nivel de dominancia en función del sumatorio de la conducta predecesora. Al final de la tabla se indican los índices de dominancia (ID) de cada animal.

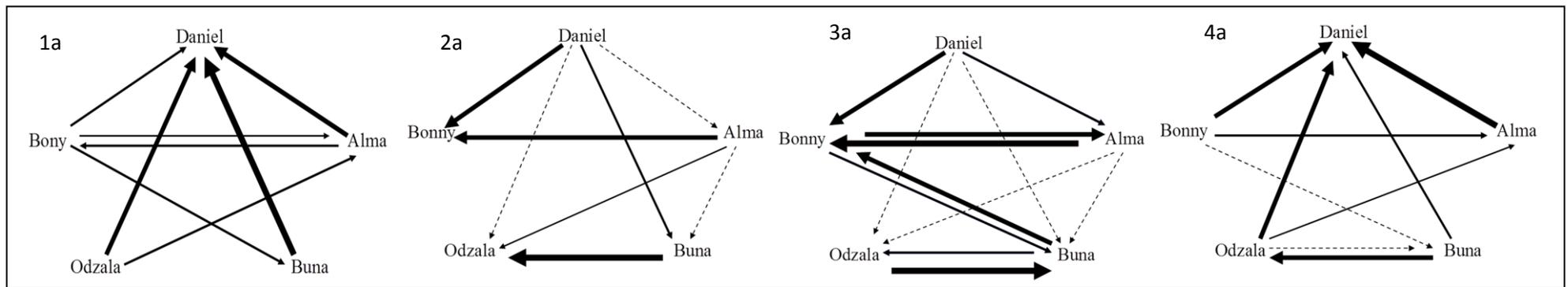
	Daniel	Alma	Buna	Bonny	Odzala	$\Sigma$	Rango	ID
Daniel	—	1	1	1	1	4	1	1
Alma	0	—	1	1	1	3	2	0.98
Buna	0	0	—	0	1	1	3	0.73
Bonny	0	0	0	—	0	0	0*	0
Odzala	0	0	0	0	—	0	0*	0

Dónde:  $\Sigma$  (sumatorio de conductas agonísticas de caca uno de los mangabey de collar), rango (nivel de dominancia en función del sumatorio de las conductas agonísticas) e ID (índice de dominancia de cada mangabey de collar). El asterisco (\*) indica la existencia de un empate de rango entre varios animales.

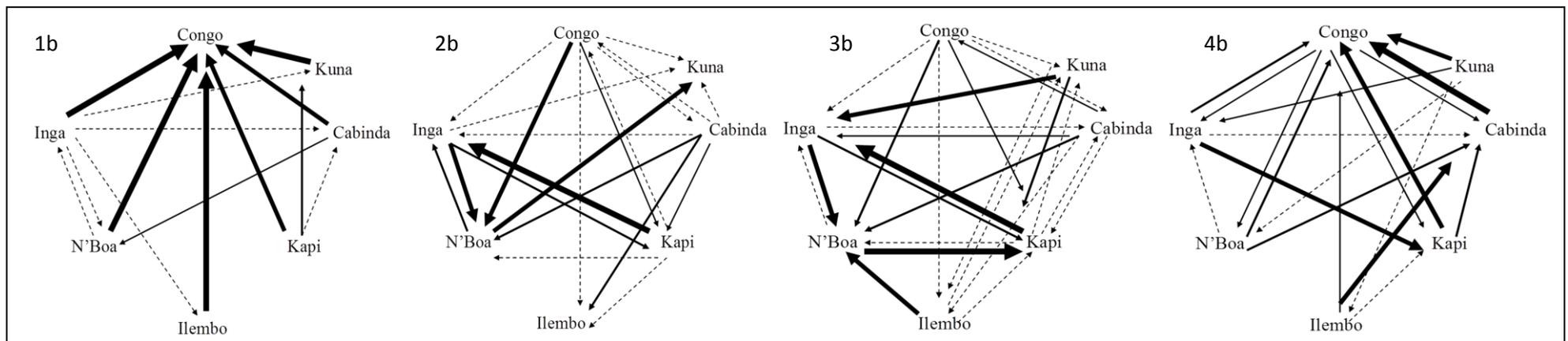
**Figura 16:** Sociograma para mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*, **Figura 16a**) y para dril (*Mandrillus leucophaeus*, **Figura 16b**) realizado a partir de las observaciones de las interacciones sociales de: presentación (1), amenazas (2), desplazamiento (3) y evitación (4).

Dónde: - - - - -> 1-15%; ———> 16-25%; ———> 26-50%; ———> 51-5%; ———> 76-100%.

**Figura 16a:** mangabey de collar.



**Figura 16b:** dril.



## Dril

### Patrón de actividad diario (PAD)

El patrón de actividad diario de los dril (**Figura 17**) nos muestra que la “alimentación” es el comportamiento con más observado en ambos animales (24%) mientras que la “conducta anormal, la sumisión y la conducta afiliativa” son lo comportamiento con menor porcentaje de observación ( $\leq 3\%$ ). Las conductas más observadas en el macho, Ilembo, son la locomoción, conducta lúdica y no visible (13-19%). En la hembra, Kuna, lo son la locomoción, los cuidados parentales y el no visible (15-23%).

Al comparar los PAD de los dos animales se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en los comportamientos de “vigilancia, conducta lúdica, conducta social afiliativa, conducta parental, anormal, inactividad y no visible” (**Figura 17**). Ilembo (MR) presentó un elevado porcentaje en “vigilancia, conducta lúdica, conducta social afiliativa, inactividad y no visible”, mientras que en Kuna (HR) los porcentajes elevados fueron en “cuidados parentales y conducta anormal”.

Al analizar la “conducta lúdica” se obtienen diferencias estadísticamente significativas entre Ilembo y Kuna (**Figura 6**) en las categorías de “juego solitario”, “juego con la madre”, “juego con N’boa” y juego con “adultos”. Los porcentajes más elevados de “juego solitario” y “juego con N’boa” se observaron Ilembo (12 y 35%), mientras que en Kuna se observa un mayor porcentaje en las categorías de “juego con madre” y “juego con adultos” (12 y 24%). Respecto a la preferencia por los compañeros de juego se observa como Ilembo interacciona de forma lúdica en un mayor porcentaje con N’boa (35%), mientras que Kuna lo hace con Ilembo (cría 26%, **Figura 18**).

### Proximidad e índice de asociación (HWI)

En los resultados de proximidad que obtuvimos se observa cómo Ilembo (MR) pasa más tiempo “solo” que en compañía de otros animales (entre 2 y 18%). De entre ellos, a nivel

individual pasa más tiempo en las cercanías de su madre (Inga, 18%) o de N'Boa (10%). En grupo se observa en mayor medida cuando en éste no está presente su madre ("grupo con/sin madre 7% / 26%). Kuna (HR) pasa más tiempo en las proximidades de su madre ("Cabinda" 20%) del que pasa Ilembo con la suya (Ilembo-Inga 2%) incluso cuando Cabinda se encuentra en un grupo ("grupo con madre" 51%).

Al comparar los diferentes tipos de proximidad entre los dos animales se obtienen diferencias estadísticamente significativas en las categorías de "sola", "Cabinda", "Inga", y "grupo con/sin la madre" ( $\chi^2$  proximidad al resto de componentes del grupo, **Figura 19**). Ilembo (MR) presentó un porcentaje de proximidad mayor en cuanto a las categorías de "soledad", "Inga" y "grupo sin la madre" (18-27%). En Kuna (HR) fueron las categorías de "Cabinda" y "grupo con madre" las que muestran un mayor porcentaje en cuanto a la proximidad (18-26%, **Figura 19**).

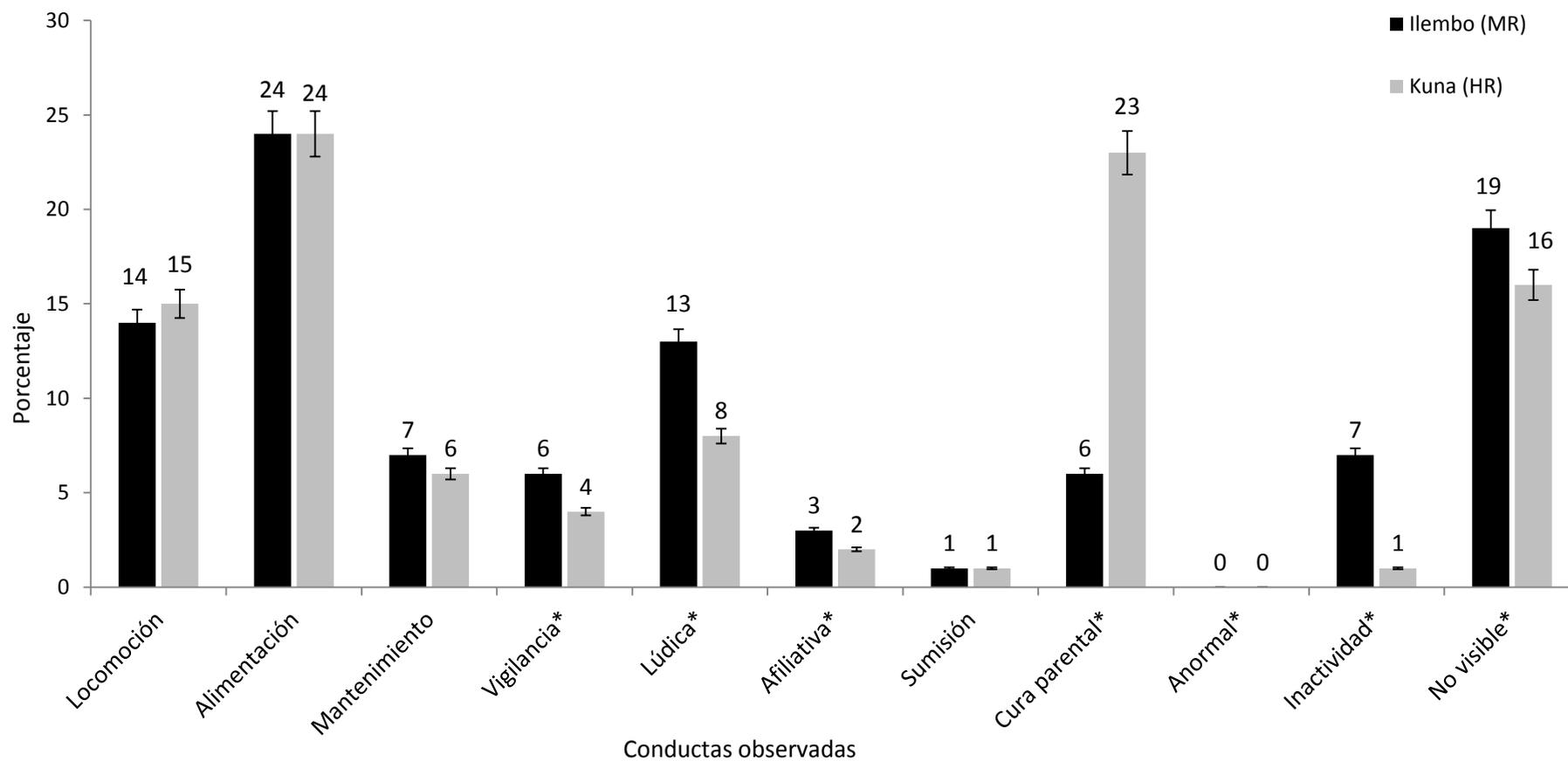
En el análisis de las díadas formadas por las crías en función de si están o no presentes sus madres se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en las dos crías y en los tres niveles de proximidad estudiados ( $\chi^2$  Presencia/ausencia madre, **Figura 19**). Los mayores valores para las categorías "sola" (27%) y "sin madre" (48%) se obtuvieron en Ilembo mientras que Kuna se encontró en mayor frecuencia en compañía de su madre (71%), **Figura 19**).

El cálculo del índice de asociación (HWI) muestra que Ilembo (MR) con quien más se relaciona es con N'Boa (0.42), Kuna (0.39) e Inga (0.35). El valor más bajo se obtienen con el macho adulto del grupo (Congo 0.11). El HWI de Kuna (HR) muestra una fuerte asociación con su madre Cabinda (0.75), seguido por Kapi (0.57), y N'Boa (0.49). Los valores más bajos se obtuvieron con Congo (0.07) e Inga (0.12, **Tabla 17**).

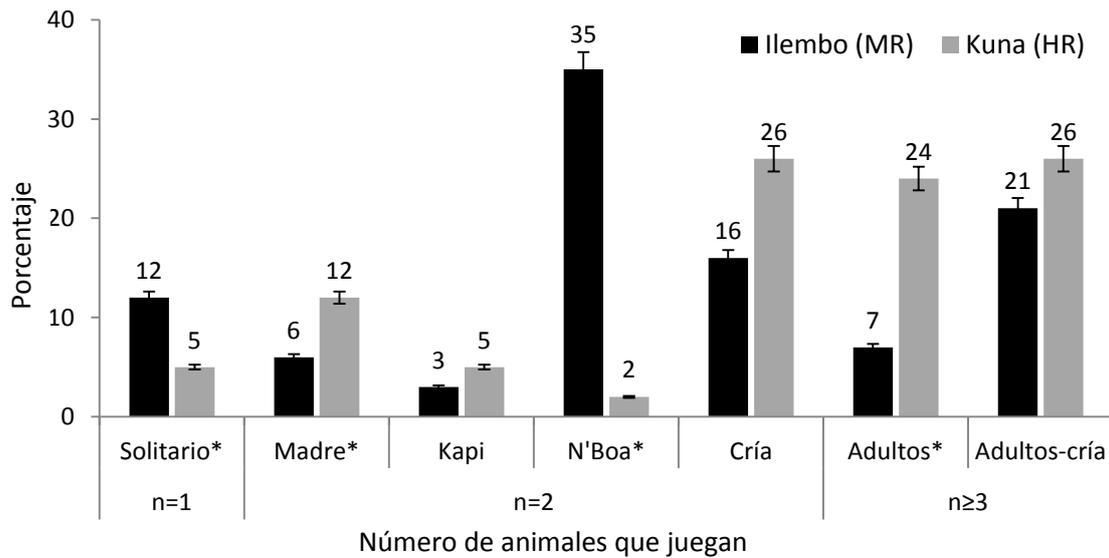
### Sociograma

A partir de la matriz de direccionalidad asociada a las interacciones agonísticas se calculó el rango que cada uno de los animales ocupaba. Como resultado se observó como el primer puesto estaba ocupado por la hembra adulta Cabinda (alfa,  $\alpha$ ), seguida por el macho adulto

**Figura 17:** Patrón de actividad diario (PAD) de los subadultos de dril (*Mandrillus leucophaeus poensis*) estudiados. Los resultados se presentan en porcentaje (%) y mediante un asterisco (\*) se indican aquellos comportamientos que presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos animales ( $\chi^2=354.540$ , g. d. l. = 12,  $P < 0.001$ ).



**Figura 18:** Tipo de conducta lúdica observada en dril (*Mandrillus leucophaeus poensis*) en función del número de ejemplares que intervienen en el juego. Los resultados se expresan en porcentaje (%) y mediante un asterisco (\*) se indican aquellas categorías que presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos animales ( $\chi^2=116.254$ , g. d. l. = 7,  $P < 0.001$ ). Los animales que no aparecen no participaron en la conducta lúdica social con los animales subadultos.

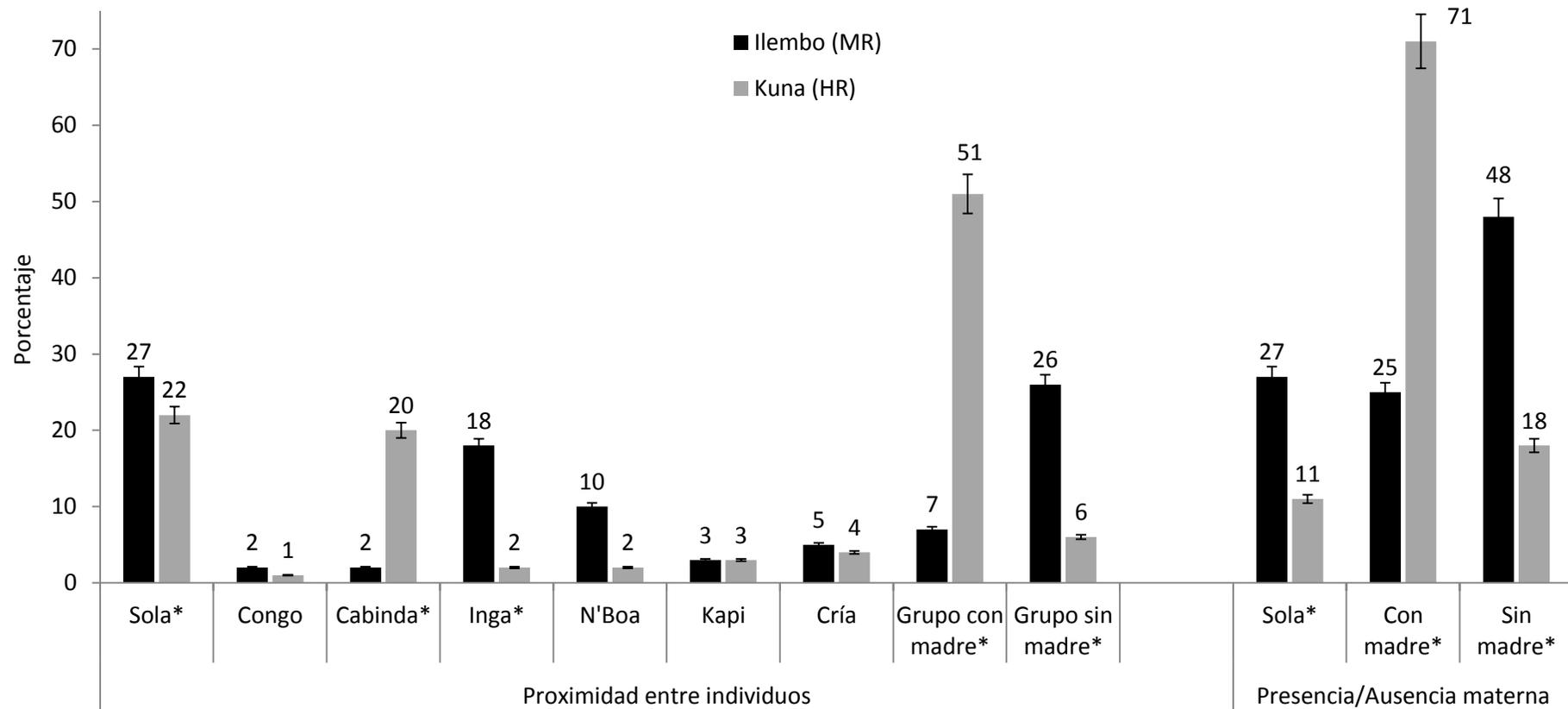


Dónde: n=1 (juego solitario, sólo participa el animal focal), n=2 (el animal focal juega con otro ejemplar) y n≥3 (el animal focal juega con tres o más conspecíficos).

Congo (beta,  $\beta$ ) y por Kapi, su descendiente de mayor edad. El cuarto puesto en jerarquía está ocupado por Inga, la otra hembra adulta del grupo y por N'boa el macho juvenil (**Tabla 18**). El rango de las dos crías estudiadas, Ilembó (MR) y Kuna (HR) no se pudo calcular con este sistema ya que durante el tiempo de recogida de los datos no se observaron amenazas iniciadas por estos animales (**Figura 16b.2b**).

Según el índice de Landau ( $h=0.89$ ) y el índice corregido de De Vries ( $h'=0.90$ ) nos indican la existencia de una jerarquía lineal de dominancia que se corresponde con los niveles de índice de dominancia (ID) obtenidos: Cabinda > Congo > Kapi > Inga > N'Boa (**Tabla 18**).

**Figura 19:** Niveles de proximidad de los dril (*Mandrillus leucophaeus poensis*) hacia los otros animales. Se muestran los resultados para la proximidad de los animales respecto al resto de componentes del grupo ( $\chi^2=1551.744$ , *d. f.* = 9, *P* < 0.001), y respecto a la presencia o ausencia de la madre ( $\chi^2=1049.936$ , *d. f.* = 2, *P* < 0.001.). Todos los resultados se expresan en porcentaje (%) y mediante un asterisco (\*) se indican aquellas proximidades que presentaron diferencias estadísticamente significativas al comparar las díadas de cada especie.



**Tabla 17:** Asociación entre las díadas de dril (*Mandrillus leucophaeus poensis*) con el resto de componentes del grupo según HWI (*half weight association index*).

	Congo	Cabinda	Kapi	Kuna	Inga	Ilembo	N'Boa
Ilembo	0.11	0.32	0.33	0.39	0.35	—	0.42
Kuna	0.07	0.75	0.57	—	0.12	0.39	0.49

**Tabla 18:** Matriz de la direccionalidad de las interacciones agonísticas entre las díadas formadas entre los dril (*Mandrillus leucophaeus poensis*). En las filas se encuentra el individuo emisor del comportamiento y en las columnas el receptor. El rango se corresponde con el nivel de dominancia en función del sumatorio de la conducta predecesora. El asterisco (\*) indica la existencia de un empate de rango entre varios animales. Al final de la tabla se indican los índices de dominancia (ID) (**Berger, 1977**) de cada animal.

	Congo	Cabinda	Kapi	Kuna	Inga	Ilembo	N'Boa	$\Sigma$	Rango	ID
Congo	—	0.5	0.5	1	1	1	1	5	2	0.97
Cabinda	0.5	—	1	1	1	1	1	5.5	1	0.99
Kapi	0.5	0	—	0	0.5	1	1	3	3	0.58
Kuna	0	0	0	—	0	0	0	0	0*	0
Inga	0	0	0.5	1	—	0	0.5	2	4	0.43
Ilembo	0	0	0	0	0	—	0	0	0*	0
N'Boa	0	0	0	1	0.5	0	—	1.5	5	0.37

Dónde:  $\Sigma$  (sumatorio de conductas agonísticas de caca uno de los mangabey de collar), rango (nivel de dominancia en función del sumatorio de las conductas agonísticas) e ID (índice de dominancia de cada mangabey de collar). El asterisco (\*) indica la existencia de un empate de rango entre varios animales.

Congo es el dril receptor de todas las presentaciones del resto del grupo de animales especialmente de Inga, N'Boa, Ilembo y Kuna (76-100%). Entre las dos hembras adultas, Inga realiza presentaciones hacia Cabinda y hacia Kuna (0-15%) pero este comportamiento no se observa a la inversa. Kuna e Ilembo reciben presentaciones de Inga (0-15%) y en el caso de Kuna además recibe presentaciones de Kapi (26-50%, **Figura 16b.1b**). Los mayores niveles de amenaza se observaron en Kuna, Inga, N'Boa, Kapi y Cabinda. La mayor proporción hacia Kuna (HR) fueron efectuadas por N'Boa (51-75%).

Kuna también fue receptora de las amenazas de los dril adultos (Congo, Cabinda e Inga) aunque en menor porcentaje (0-15%). Las amenazas recibidas por Ilembo (MR) provenían especialmente de Cabinda (26-50%) pero también de Congo y Kapi (0-15%). N'Boa es el animal en que se observa un mayor porcentaje de amenazas recibidas por parte de Congo e Inga (51-75%) además de las que recibe de Cabinda (26-50%, **Figura 16b.2b**). El mayor porcentaje de desplazamientos se observan entre Kapi e Inga (76-100 y 26-50%) y entre N'Boa y Kapi (76-100 y 0-15%). Únicamente se observó a Cabinda realizar desplazamientos sobre Congo (16-25%), que actúa como emisor sobre el resto de dril. Kuna realiza más desplazamientos sobre Inga (51-75%) y Kapi (26-50%). La mayor parte de los desplazamientos en los que interviene Ilembo lo hace como emisor especialmente sobre N'Boa (51-75%), mientras que con Congo, Cabinda y Kuna actúa como receptor (0-15%). Kuna e Ilembo se comportaron como emisor-receptor de los desplazamientos observados entre sí, en el mismo porcentaje (0-15%, **Figura 16b.3b**). Congo es el animal que más evitaciones recibe, especialmente por parte de Cabinda (76-100%), Kapi y Kuna (51-75%). Kuna realiza evitaciones sobre Inga (16-25%), Ilembo y N'Boa (0-15%) pero nunca evita a Cabinda y Kapi. El mayor porcentaje de evitaciones las realiza Ilembo sobre Cabinda (51-75%) y en menor porcentaje sobre Congo (16-25%) y Kapi (0-15%, **Figura 16b.4d**).

## DISCUSIÓN

A finales del s. XX, el *hand-rearing* era una técnica muy utilizada para la crianza de primates (Maple and Hoff, 1982) que en la actualidad se intenta evitar debido a las consecuencias negativas que provoca como son la presencia de conductas anormales y a la incapacidad social, sexual y parental que presentan los primates así criados (Beck and Power, 1988; Bloomsmith and Haberstroh, 1995; Lindburg and Fitch-Snyder, 1994; Maki et al., 1993; Meder, 1989, 1990; Nash et al., 1999; Porton and Niebruegge, 2006; Spijkerman et al., 1997). Esta es la razón por la se intenta que las madres de primates se encarguen del cuidado de sus crías y si no es posible y es necesaria la intervención, se opta por la crianza a mano. Fomentar la crianza materna es importante en todos los casos, pero especialmente en aquellas especies amenazadas de extinción debido al inferior éxito reproductivo que tienen los animales criados mediante HR (Ryan et al., 2002).

A partir del momento en que se toma la decisión de separar a la madre de la cría, se mantiene a la cría en las mejores condiciones para reincorporarla al grupo lo antes posible (Meder, 1990). Algunos de los métodos utilizados para evitar el HR y asegurar la rápida resocialización de los animales, pasan por el entrenamiento de los animales (Hoff et al., 2005; Joiness, 1977; Keiter and Pichette, 1977) o por la adopción por parte de otra hembra que facilite la integración en el grupo (Collier et al., 1981; Jendry, 1996; Meder, 1990). Otro de los mecanismos utilizados es la crianza conjunta de las crías en una guardería, donde pueden interactuar y adquirir la competencia social necesaria para reintegrarse posteriormente en un grupo con éxito. Se ha observado cómo el 54% de los chimpancés criados en guarderías consiguen desarrollar una conducta sexual adecuada, frente al 30% de éxito en el desarrollo este comportamiento en los animales criados sin contacto con otros chimpancés (*Pan troglodytes*, King and Mellen, 1994). Aunque las guarderías pueden paliar en parte los efectos negativos de la falta de cuidados parentales, no son una opción sin repercusiones comportamentales, pues los primates así criados continúan sin desarrollar todo su repertorio

conductual (**Beck and Power, 1988; Meder, 1989**), presentando niveles más elevados de conducta anormal (**Bellanca and Crockett, 2002; Bloomsmith and Haberstroh, 1995; Maki et al., 1993; Ruppenthal et al., 1991; Veira and Brent, 2000**) y dificultades en el desarrollo de una adecuada conducta parental cuando son adultos (**Brent et al., 1996; King and Mellen, 1994; Ruppenthal et al., 1976; Suomi, 1978**).

Sin embargo, a veces no hay otra opción que la crianza manual (MR), por lo que el tiempo de permanencia de la cría entre humanos se procura que sea el menor posible, ya que cuanto antes se separa a la cría de su madre y más tiempo permanece separada de ella, la gravedad y la posibilidad de aparición de conducta anormal se incrementa (**Kalcher et al., 2008; Latham and Mason 2008**). El tiempo de separación entre madre y cría es específico en cada caso y para reducirlo, en determinadas coyunturas, se entrena a las madres y a las crías consiguiendo una rápida reincorporación (**Cross, 2007; Hoff et al., 2005; Sodaro and Weber, 2000**). En función de cuál sea el problema que manifiesta la madre se puede tratar mediante entrenamiento o no. Cabinda presentaba un desarrollo normal en los comportamientos maternos como el transporte y protección de Kuna pero con la subida de la leche y la posterior succión de kuna, Cabinda tenía dolores por lo que impedía que la cría se alimentara adecuadamente. Por ello, Cabinda fue entrenada para acercarse a la zona de contacto y dejar que Kuna fuera alimentada por los cuidadores mediante biberón. Bonny presentaba un gran interés por Odzala pero no presentaba un desarrollo normal en los comportamientos maternos por lo que Odzala tenía que ser alimentada por los cuidadores. Bonny no fue entrenada de manera que no toleraba la presencia de los cuidadores mientras tenía a Odzala e impedía que ésta fuera alimentada a través de la jaula. La falta de entrenamiento hizo que la diada fuera separada durante dos semanas, tiempo en que se las entrenó a la presencia del biberón y a la tolerancia a los cuidadores. Finalmente Odzala fue resocializada de nuevo con Bonny.

Los resultados sugieren que a pesar de haber efectuado una integración temprana en el grupo, el comportamiento de los individuos HR se vio afectado ya que al comparar sus patrones de actividad con los obtenidos en los animales MR se obtuvieron diferencias, principalmente en los comportamientos sociales y en la conducta lúdica solitaria. En los animales MR se observaron niveles más elevados de conducta lúdica, afiliativa y no visible. Sin embargo en animales HR, se observó un mayor nivel de cuidados parentales y del HWI. En los individuos HR se observó una mayor presencia de conducta anormal donde, a pesar de que ésta fuera con una frecuencia tan baja que no tuviera representación en la **Figura 13** y **Figura 17**, se obtuvieron diferencias significativas respecto a los valores de las crías MR. Existe una amplia bibliografía en varias especies de primates que demuestra que la aparición de la conducta anormal es un elemento común en los primates HR independientemente del nivel de aislamiento o inclusión social en el que haya vivido el sujeto durante su crianza (**Bellanca and Crockett, 2002; Kalcher et al., 2008; Lutz et al 2003; Lutz et al., 2012; Novak, 2003; Novak and Sackett, 2006; Rommeck et al., 2009a; Rommeck et al. 2009b; Vandeleest et al., 2011**).

La conducta lúdica es un comportamiento característico de la etapa infantil y juvenil (**Fagen, 1981; Thor and Holloway, 1984**) especialmente en aquellos animales que viven en organizaciones sociales complejas (**Smith, 1982**). Estudios con primates han demostrado que los animales que juegan más, desarrollan en su etapa adulta un comportamiento más diverso, facilitando la modulación del comportamiento social durante su etapa adulta (**Baldwin and Baldwin, 1973; Chalmers and Locke-Haydon, 1984**). En nuestro caso el juego solitario se presenta en los cuatro animales aunque parece más frecuente en mangabey de collar que en dril. **Meder (1989)** observó que los animales HR jugaban más de forma solitaria, los resultados obtenidos apuntan en la dirección contraria ya que son los animales MR los que juegan solos un porcentaje de tiempo mayor. En las tres crías hembras estudiadas se aprecia cómo del resto de animales del grupo, la conducta lúdica se presenta especialmente con los otros ejemplares infantiles y juveniles. La excepción la encontramos en el macho. La preferencia por un

compañero de juego que se observa entre Ilembo-N'Boa, ambos machos, es común en primates donde las asociaciones que entre machos juveniles mediante el juego y las interacciones afiliativas les ayudan posteriormente a emigrar conjuntamente del grupo natal **(Crockett and Pope, 1993; Rajpurohit and Sommer, 1993)**.

En Ilembo se obtienen los menores valores de conducta maternal así como el valor de HWI (*Half Weight association Index*) más pequeño entre las díadas madre-cría analizadas. A medida que crecen, los animales se vuelven más independientes de su madre, reduciéndose los cuidados parentales e incrementándose la distancia respecto a la madre **(Nicolson, 1991)**. El sexo también puede ser un factor determinante ya que como en otros primates, los machos son más independientes que las hembras incluso a partir de las primeras semanas de vida (macaco rhesus: *Macaca mulatta*, **Hinde and Spencer-Booth, 1971a, 1971b**; gorilas (*Gorilla gorilla*): **Hoff et al., 1981a**). Por ello cabe pensar que las diferencias entre el macho y las hembras observadas, se manifiesta con la edad de los animales tratándose de un comportamiento normal. Al no contar con ningún macho HR de edad similar a Ilembo, no se pudo conocer si el tipo de crianza modificaba en cierta manera esta independencia materna.

Los resultados de proximidad de los individuos HR demostraron que éstos estaban más próximos a su madre que al resto de conspecíficos, permaneciendo más tiempo en grupos donde la madre está presente, cosa que no se observa en los animales MR que permanecen más tiempo solos o en grupos sin la madre. La cercanía a un animal específico se ha observado en primates criados en guarderías, donde se observó la aparición de elevados niveles de contacto entre crías, fue superior a lo observado en los animales MR **(Hoff et al., 1981a, 1981b)**. Esta dependencia materna de los HR, se aprecia también en los valores de HWI, que están influenciados a su vez por la jerarquía del grupo. A pesar de que se ha observado a hembras de cercopitécidos interactuar maternalmente con las diferentes crías del grupo **(Chalmers, 1968; Range and Noë 2002; Strusaker, 1969)**, este tipo de interacciones no fueron observadas en nuestro estudio, debido posiblemente al pequeño tamaño de los grupos

estudiados y a la falta de hembras adultas sin crías. Tampoco se observaron en otros estudios realizados en cautividad (**Ehardt 1988a, b; Gust 1995a, b; Gust and Gordon 1991, 1994**).

Al tratarse de animales sociales con jerarquía lineal, las relaciones sociales pueden estar condicionadas por la jerarquía. El condicionamiento del rango materno en las interacciones sociales de las crías se ha observado en otras especies de cercopitecos como son macaco japonés (*Macaca fuscata*, **Jay, 1965**), rhesus (**Koford, 1963**) o papiones (*Papio sp.*, **De Vore, 1963**). Los mangabeys grises (*Cercocebus torquatus atys*) no empiezan a escalar socialmente y a luchar por una posición social propia hasta su etapa juvenil, entre los dos y tres años (**Gust, 1995a**), por esta razón las dos crías de mangabey de collar estudiadas ocupaban el mismo escalón jerárquico que sus madres. En muchos cercopitécidos, los infantiles se relacionan especialmente con aquellos miembros que pertenecen a un grado jerárquico similar o superior (**Fairbanks, 1993; Pereira, 1988; Silk et al., 1981**), en nuestro estudio únicamente los resultados de mangabey de collar siguen esta pauta ya que ambas crías establecen preferencias por sujetos más dominantes (Daniel en el caso de la cría MR, y Buna y Alma en el caso de la hembra HR). En dril, la hembra HR es descendiente de la hembra dominante por lo que todas las relaciones que establece, excepto las realizadas con su madre, se establecen con animales de rango inferior. A pesar de ello su afinidad con los animales más dominantes es superior a la observada en el animal HR. Los niveles obtenidos en cuanto a afinidad (HWI) nos muestran que en el caso del macho (Ilembo), la mayor afinidad se establece con el animal que ocupa la última posición de dominancia (N'Boa) por lo que su afinidad está más relacionada con el sexo y la edad que con el nivel jerárquico. Las preferencias por interacciones entre compañeros del mismo sexo se han observado en mandriles (**Setchell and Wickings, 2005**) aunque a diferencia de nuestros animales, en su caso todos ellos eran individuos adultos, por lo que la afinidad masculina del género *Mandrillus* puede ser de carácter temporal.

La rápida resocialización que se realizó en las dos crías HR no impidió que su comportamiento (“comportamiento afiliativo, cura parental y la proximidad a la madre”) se viera influenciado por el periodo que fueron criados por los humanos. Ello nos muestra cómo el HR, por muy breve que sea, influye en estos primates. A pesar de las diferencias que se encontraron con respecto a los MR, se considera que la resocialización temprana se realizó satisfactoriamente y que ésta fue efectiva ya que los animales fueron integrados en el grupo natal y los niveles de comportamientos anormales se mantuvieron muy por debajo de lo observado en otros casos cuando el tiempo de HR se prolongó en el tiempo y la resocialización se realizó con ejemplares de mayor edad (**Bellanca and Crockett, 2002; Kalcer et al., 2008; Latham and Mason, 2008; Sodaro and Weber, 2000**). Para asegurarnos del éxito de la resocialización temprana, sería recomendable realizar un seguimiento de estos ejemplares a lo largo de diferentes momentos de su vida para conocer si comportamientos que se desarrollan en la etapa adulta (comportamiento sexual) se ven afectados o no.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Abelló, M. T., Colell, M., and Martin, M. (2007).** Integration of one hand-reared cherry-crowned mangabey *Cercocebus torquatus torquatus* and two hand-reared drills *Mandrillus leucophaeus* into their respective family groups at Barcelona Zoo. *International Zoo Yearbook*, 41, 156-165.
- Altman, J. D. (1974).** Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49, 227-266.
- Appleby, M. C. (1983).** The probability of linearity in hierarchies. *Animal Behaviour*. 31, 600-608
- Baker, A. (1994).** Variation in the parental care systems of mammals and the impact on zoo breeding programs. *Zoo Biology*, 13, 413-421.

- Baldwind, J. D., and Baldwin, J. I. (1973).** The role of play in social organization: Comparative observations on squirrel monkeys (*Saimiri*). *Primates*, 14, 369-381.
- Beck, B. B., and Power, M. L. (1988).** Correlates of sexual and maternal competence in captive gorillas. *Zoo Biology*, 7, 339-350.
- Bellanca, R. U., and Crockett, C. M. (2002).** Factors predicting increased incidence of abnormal behavior in male pigtail macaques. *American Journal of Primatology*, 58, 57-69.
- Berger, J. (1977).** Organizational systems and dominance in feral horses in the Grand Canyon. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 2, 131-146.
- Bernstein, I. S. (1970).** Primate status hierarchies. *Primate behavior: Developments in field and laboratory research*, 1, 71-109.
- Bernstein, I. S., and Ehardt, C. L. (1986).** Selective interference in rhesus monkey (*Macaca mulatta*) intragroup agonistic episodes by age-sex class. *Journal of comparative psychology*, 100, 380-384.
- Bloomsmith, M. A., and Haberstroh, M. D. (1995).** Effect of early social experience on the expression of abnormal behavior among juvenile chimpanzees. *American Journal of Primatology*, 36, 110.
- Brent, L., Williams-Blangero, S., and Stone, A. M. (1996).** Evaluation of the chimpanzee breeding program at the Southwest Foundation for Biomedical Research. *Laboratory Animal Science*, 46, 405-409.
- Cairns, S. J., and Schwager, S. J. (1987).** A comparison of association indices. *Animal Behaviour*, 35, 1454-1469.
- Chalmers, N. R. (1968).** The social behaviour of free living mangabeys in Uganda. *Folia Primatologica*, 8, 263-281.
- Chalmers, N. R., and Locke-Haydon, J. (1984).** Correlations among measures of playfulness and skillfulness in captive common marmosets (*Callithrix jacchus jacchus*). *Developmental Psychobiology*, 17, 191-208.

- Collier, C., Kaida, S., and Brody, J. (1981).** Fostering techniques with cotton-top tamarins at Los Angeles Zoo. *International Zoo Yearbook*, 21, 224-225.
- Crockett, C. M., and Pope, T. R. (1993).** Consequences of sex differences in dispersal for juvenile red howler monkeys. In: Pereira, M. E., and Fairbanks, L. A. (Eds.) *Juvenile primates: life history, development, and behavior*. Oxford University Press, New York.
- Cross, D. (2007).** Hand-rearing and reintroduction of infant white-crowned mangabey *Cercocebus atys lunulatus* at Flamingo Land Zoo, Malton, UK. *International Zoo Yearbook*, 41, 145-155.
- De Vore I. (1963).** Mother- infant relations in free-ranging baboons. In: Harriet L. Rheingold (Ed.), *Maternal behavior in mammals*. New York: Willey.
- De Vries, H. (1995).** An improved test of linearity in dominance hierarchies containing unknown or tied relationships. *Animal Behaviour*, 50, 1375-1389.
- Ehardt, C. L. (1988a).** Absence of strongly kin-preferential behavior by adult female sooty mangabeys (*Cercocebus atys*). *American Journal of Physical Anthropology*, 76, 233-243.
- Ehardt, C. L. (1988b).** Affiliative behavior of adult female sooty mangabeys (*Cercocebus atys*). *American Journal of Physical Anthropology*, 15, 115-127.
- Fagen, R. (1981).** *Animal Play Behavior*. Oxford Univ. Press, New York.
- Fairbanks, L. Z. (1993).** Juvenile vervet monkeys: establishing relationships and practicing skills in the future. In: Pereira M. E., Fairbanks, L. A. (Eds.). *Juvenile primates*. Oxford University Press, New York.
- Ginsberg, J. R., and Young, T. P. (1992).** Measuring association between individuals or groups in behavioural studies. *Animal Behaviour*, 44, 377-379.
- Gust, D. A. (1995a).** Moving up the dominance hierarchy in young sooty mangabeys. *Animal Behavior*, 50, 15-21.
- Gust, D. A. (1995b).** Sooty mangabeys *Cercocebus torquatus atys*: a little known primate species. *African Primates*, 1, 51-54.

**Gust D. A., and Gordon T. P. (1991)** Female rank instability in newly formed groups of familiar sooty mangabeys (*Cercocebus torquatus atys*). *Primates*, 32, 465–471.

**Gust, D. A., and Gordon, T. P. (1994).** The absence of a matrilineally based dominance system in sooty mangabeys, *Cercocebus torquatus atys*. *Animal Behavior*, 47, 589–594.

**Haberman, S. J. (1978).** *Analysis of Qualitative Data. Volume 1: Introductory Topics.* New York: New York Academic Press.

**Harcourt, A. H. (1987).** Behaviour of wild gorillas *Gorilla gorilla gorilla* and their management in captivity. *International Zoo Yearbook*, 26, 248-255.

**Harlow, H. F., and Harlow, M. K. (1962).** Social deprivation in monkeys. *Scientific American*, 207, 136-146.

**Hinde, R. A., and Spencer- Booth, Y. (1971a).** Towards understanding individual differences in rhesus mother-infant interaction. *Animal Behaviour*, 19, 165-173.

**Hinde, R. A., and Spencer- Booth, Y. (1971b).** The behaviour of social living rhesus monkeys in the first two and a half years. *Animal Behaviour*, 15, 169-196.

**Hoff, M. P., Nadler, R. D. and Maple, T. L. (1981a).** Development of infant independence in a captive group of lowland gorillas. *Developmental Psychobiology*, 14, 251–265.

**Hoff, M. P., Nadler, R. D. and Maple, T. L. (1981b).** The development of infant play in a captive group of lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). *American Journal of Primatology*, 1, 65–72.

**Hoff, M. P., Tarou, L. R., Horton, C., Mayo, L., and Maple, T. L. (2005).** Notes on the introduction of an 11 week-old infant western lowland gorilla *Gorilla gorilla gorilla* to a non-lactating mother at Zoo Atlanta. *International Zoo Yearbook*, 39, 191-198.

**IUCN. (1996).** African primate status survey and conservation action plan. Revised edition. Oates, J. F. IUCN Gland Switzerland.

**Jay, P. C. (1965).** The common langur of Nort India. In: De Vore, I. (Ed.), *Primate behavior*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

- Jendry, C. (1996).** Utilization of surrogates to integrate hand-reared infant gorillas into an age/sex diversified group of conspecifics. *Applied Animal Behaviour Science*, 48, 173-186.
- Joines, S. (1977).** A training programme designed to induce maternal behavior in a multiparous female gorilla at the San Diego Wild Animal Park. *International Zoo Yearbook*, 17, 185–188.
- Kalcher, E., Franz, C., Crailsheim, K., and Preuschoft, S. (2008).** Differential onset of infantile deprivation produces distinctive long-term effects in adult ex-laboratory chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Developmental Psychobiology*, 50, 777-788.
- Keiter, M., and Pichette, P. (1977).** Surrogate infant prepares a lowland gorilla for motherhood. *International Zoo Yearbook*, 17, 188–189.
- King, N. E., and Mellen, J. D. (1994).** The effects of early experience on adult copulatory behavior in zoo-born chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Zoo Biology*, 13, 51-59
- Koford, C. B. (1963).** Rank of mother and sons in bands of rhesus monkeys. *Science*, 111, 356-357.
- Landau, H. G. (1951).** On dominance relations and the structure of animal societies: I. Effect of inherent characteristics. *The bulletin of mathematical biophysics*, 13, 1-19.
- Latham, N. R., and Mason, G. J. (2008).** Maternal deprivation and the development of stereotypic behavior. *Applied Animal Behavior Science*, 110, 84-108.
- Lehner, P. (1996).** *Handbook of Ethological Methods*. 2<sup>n</sup> edition. Cambridge University Press.
- Lindburg, D.G., and Fitch-Snyder, H. (1994).** Use of behavior to evaluate reproductive problems in captive mammals. *Zoo Biology*, 13, 433-445.
- Lutz, C., Well, A., and Novak, M. (2003).** Stereotypic and self-injurious behavior in rhesus macaques: a survey and retrospective analysis of environment and early experience. *American Journal of Primatology*, 60, 1-15.
- Lutz, C. K., Linsenhardt, K. A., Williams, P. C., and Sharp, R. M. (2012).** Abnormal behavior in captive baboons (*Papio hamadryas spp*). *American Journal of Primatology*, 74, 36 (Abstract).

- Maki, S., Fritz, J., and England, N. (1993).** An assessment of early differential rearing conditions on later behavioral development in captive chimpanzees. *Infant Behavior and Development*, 16, 373-381.
- Maple, T. L., and Hoff, M. P. (1982).** *Gorilla behavior*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Martin, P., and Bateson, P. (1993).** *Measuring Behaviour: An Introductory Guide*, Second Edition. Cambridge University Press: Cambridge, USA
- Maté, C. (1999).** Caracterización de la conducta lúdica en los mangabeys grises (*Cercocebus lunulatus*). PhD. University of Barcelona (Unpublished).
- Meder, A. (1989).** Effects of hand-rearing on the behavioral development of infant and juvenile gorillas (*Gorilla g. gorilla*). *Developmental Psychobiology*, 22, 357–376.
- Meder, A. (1990a).** Integration of hand-reared gorillas into breeding groups. *Zoo Biology*, 9, 157–164.
- Mellen, J. D. (1994).** Surveys and interzoo studies used to address husbandry problems in some zoo vertebrates. *Zoo Biology*, 13, 459-470.
- Mitchell, G. D. (1968).** Intercorrelations of maternal and infant behaviors in *Macaca mulatta*. *Primates*, 9, 85-92.
- Mootnick, A. R., and Nadler, R. D. (1997).** Sexual behavior of maternally separated gibbons (*Hylobates*). *Developmental Psychology*, 31, 141-161.
- Nash, L. T., Frotz, J., Alfortd, P. A., and Brent, L. (1999).** Variables influencing the origins of diverse abnormal behaviors in large sample of captive chimpanzees (*Pan troglodytes*). *American Journal of Primatology*, 48, 15-29.
- Nicolson, A. W. (1991).** Maternal behavior in human and nonhuman primates. *Understanding behavior: what primate studies tell us about human behavior*. Loy, J. D., and Peters C. B. (Eds.). New York, NY: Oxford University Press.
- Novak, M.A. (2003).** Self-injurious behavior in rhesus macaques: new insights into its etiology, physiology, and treatment. *American Journal of Primatology*, 59, 3-19.

**Novak, M. A., and Sackett, G. P. (2006).** The effects of rearing experiences: the early years. In: Nursery rearing of nonhuman primates in the 21<sup>st</sup> century: 5-19. Sackett, P., Ruppenthal, G. C., and Elias, K. (Eds.). New York, NY: Springer Science and Business Media Inc.

**Pereira, M.E. (1988).** Effects of age and sex on inter-individual spacing behaviour in juvenile savannah baboons (*Papio c. cynocephalus*). *Animal Behavior*, 36, 184–204

**Porton, I., and Niebruegge, K. (2006)** The Changing Role of Hand Rearing in Zoo-Based Primate Breeding Programs. In Nursery rearing of nonhuman primates in the 21<sup>st</sup> century: 5-19. Sackett, P., Ruppenthal, G. C., and Elias, K. (Eds.). New York, NY: Springer Science and Business Media Inc.

**Rabb, G. B. (1994).** The changing roles of zoological parks in conserving biological diversity. *American Zoologist*, 34, 159-165.

**Rajpurohit, L. S., and Sommer, V. (1993).** Juvenile male emigration from natal one-male troops in Hanuman langurs. In: Pereira, M. E., and Fairbanks, L. A. (Eds.) *Juvenile primates: life history, development, and behavior* Chicago, Chicago University Press.

**Range, F., and Noë, R. (2002).** Familiarity and dominance relations in female sooty mangabeys in the Taï National Park. *American Journal of Primatology*, 56, 137–153.

**Röder, E. L., and Timmermans, P. J. A. (2002).** Housing and care of monkeys and apes in laboratories: adaptations allowing essential species-specific behaviour. *Laboratory Animals*, 36, 221-242.

**Rogers, C. M., and Davenport, R. K. (1969).** Effects of restricted rearing on the sexual behavior of chimpanzees. *Developmental Psychology*, 1, 200-204.

**Rommeck, I., Anderson, K., Heagerty, A., Cameron, A., and McCowan, B. (2009a).** Risk factors and remediation of self-injurious and self-abuse behavior in rhesus macaques. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 12, 61-72.

- Rommeck, I., Gottlieb, D. H., Strand, S. C., and McCowan, B. (2009b).** The effects of four nursery rearing strategies on infant behavioral development in rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 48, 395-401.
- Ruppenthal, G. C., Walker, C. G., and Sackett, G. P. (1991).** Rearing infant monkeys (*Macaca nemestrina*) in pairs produces deficient social development compared with rearing in single cages. *American Journal of Primatology*, 25, 103-113.
- Ruppenthal, G. C., Arling, G. L., Harlow, H. F., Sackett, G. P., and Suomi, S. J. (1976).** A ten year perspective of motherless mother monkey behavior. *Journal of Abnormal Psychology*, 85, 341-349.
- Ryan, S., Thompson, S. D., Roth, A. M., and Gold, K. (2002).** Effects of hand-rearing on the reproductive success of western lowland gorillas in North America. *Zoo Biology*, 21, 389-401.
- Seier, J. V., and de Lange, P. W. (1996).** A mobile cage facilitates periodic social contact and exercise for singly caged adult vervet monkeys. *Journal of Medical Primatology*, 25, 64-68.
- Setchell, J. K., and Wickings, E. J. (2005).** Dominance, Status Signals and Coloration in Male Mandrills (*Mandrillus sphinx*). *Ethology*, 111, 25-50.
- Silk JB, Samuels A, Rodman P (1981).** The influence of kinship, rank, and sex on affiliation and aggression between adult female and immature bonnet macaques (*Macaca radiata*). *Behaviour*, 78, 111-137.
- Smith, P. K. (1982).** Does play matter? Functional and evolutionary aspects of animal and human play. *The Behavioral and Brain Science*, 5, 139-184.
- Sodaro, C., and Weber, B. (2000).** Hand-rearing and early resocialization of a Sumatran orang-utan *Pongo pygmaeus abelii* at Brookfield Zoo. *International Zoo Yearbook*, 37, 374-380.
- Strusaker, T. T. (1969).** Correlates of ecology and social organization among African cercopithecines. *Folia Primatologica*, 11, 80-118.

**Spijkerman, R. P., Van Hooff, J. A. R. A. M., Dienske, H., and Jens, W. (1997).** Differences in subadult behaviours of chimpanzees living in peer groups and in family groups. *International Journal of Primatology*, 18, 439-454.

**Suomi, S. J. (1978).** Maternal behavior by socially incompetent monkeys: Neglect and abuse of offspring. *Journal of Pediatric Psychology*, 3, 28-34.

**Thor, D. H., and Holloway, W. R. Jr. (1984).** Developmental analyses of social play behavior in juvenile rats. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 22, 587-590.

**Vandeleest, J. J., McCowan, B., and Capitanio, J. P. (2011).** Early rearing interacts with temperament and housing to influence the risk for motor stereotypy in rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Applied Animal Behavior Science*, 132, 81-89.

**Veira, Y, and Brent, L. (2000).** Behavioral intervention program: enriching the lives of captive nonhuman primates. *American Journal of Primatology*, 51 (supplement 1), 97 (abstract).



## DISCUSIÓN GENERAL



En los últimos años la aplicación de programas de enriquecimiento ha sido parte de la rutina diaria de muchos zoos ya que se reconoce la importancia y los grandes beneficios que esta actuación reporta sobre el bienestar físico y psicológico de los animales (**Hare, 2001; Shepherdson, 1998**). Debido a las consecuencias positivas, lo normal sería la incorporación de enriquecimientos en la vida diaria de la totalidad de los animales cautivos, para ello, **Shepherdson and Hare (2001)** establecieron los pasos básicos a seguir para el correcto desarrollo de un programa de enriquecimiento. Estos pasos son: 1) estudio de la historia natural de la especie; 2) comparación del comportamiento de la especie en cautividad con el comportamiento en libertad, tomado este último como referente; 3) establecer los objetivos que se pretenden alcanzar con el programa de enriquecimiento; 4) implementar dicho programa; y 5) evaluarlo. Desafortunadamente, en la mayoría de casos, la puesta en marcha de los programas de enriquecimiento viene motivada por la detección de alguna carencia en el comportamiento natural de los animales (como la falta de reproducción) o por el exceso de determinadas conductas (como las conductas anormales) que indicadoras de la falta de bienestar. El último de los pasos de un buen programa de enriquecimiento, es decir, la evaluación de su efectividad, desafortunadamente no siempre se lleva a cabo, por lo que se desconoce cuáles de los elementos propuestos son los responsables del efecto que se observa en los animales (**Hosey et al., 2009**).

La realización de una correcta evaluación es imprescindible a pesar de que en el entorno de un zoo es inevitable que las actividades diarias (manejo de los animales) interfieran en la realización ideal de las investigaciones que se llevan a cabo (**Hare, 2001**). Estas interferencias se pueden reducir gracias a una planificación que permita la incorporación de los programas de enriquecimiento en la rutina diaria de los animales sin afectar a las investigaciones que se realizan en ese momento (**Hare, 2001**). Ello nos permitiría conocer cuando un elemento de enriquecimiento pierde eficacia, momento en que su eliminación dentro del programa de enriquecimiento se vería justificada ahorrando costes (temporales y

económicos) que podrían destinarse a nuevas investigaciones o a mejoras de la misma (**Taylor et al., 2001**).

Existe una amplia bibliografía sobre la efectividad de programas de enriquecimiento que, en la mayoría de los casos, pone de manifiesto las actuaciones que han logrado los objetivos que se planteaban. No obstante, del mismo modo que el enriquecimiento puede mejorar el bienestar animal, no todas las actuaciones consiguen alcanzar los objetivos propuestos (**Hoff et al., 1997**) y en algunos casos tienen consecuencias negativas sobre los animales (**Baer, 1998; Etheridge and O'Malley, 1996; Hahn et al., 2000; Klomburg and Magiera, 1997; Murchison, 1993**) de modo que es necesaria una confirmación de los efectos positivos, negativos o neutros producidos sobre los animales. Según los resultados que se obtengan, puede ser necesario el reajuste de los programas de enriquecimiento para alcanzar los objetivos establecidos en primer término, por lo que la evaluación de cada elemento (en el caso de programas de enriquecimiento alimentario u ocupacional) así como del programa de enriquecimiento en su conjunto (programa de enriquecimiento estructural o social) son la herramienta básica para hacerlo de forma apropiada.

Puesto que el bienestar no se puede medir de forma directa, se suelen utilizar parámetros mesurables tales como el incremento de los niveles de actividad (**Brent and Eichberg, 1991**) o la reducción de la conducta agonística y anormal (**Akers and Schildkraut, 1985; Chamove et al., 1982**), entre otros. En la presente tesis, la evaluación sobre el nivel de bienestar de las dos especies de primates analizadas, se ha realizado mediante el estudio de tres parámetros: el comportamiento, el uso del espacio y el grado de proximidad entre los animales. Gracias al estudio de esos tres parámetros, hemos podido conocer qué hacen los animales (comportamiento), cómo usan las instalaciones (uso del espacio) y cómo se relacionan entre ellos tras los cambios estructurales producidos en dichas instalaciones (proximidad). Todo ello nos permite conocer qué actuaciones han funcionado y cuáles han fallado de cada uno de los programas de enriquecimiento analizados.

Mediante la observación del comportamiento se obtuvo el patrón de actividad diario de cada una de las especies y en cada una de las instalaciones. Los datos conductuales obtenidos, se compararon con el patrón de actividad que presenta la especie en libertad para así poder conocer las similitudes y diferencias existentes. Este aproximación basada en la comparación del comportamiento de la especie libertad-cautividad, es un sistema muy utilizado ya que se considera que el mejor bienestar animal se consigue cuando la especie en cautividad se comporta cómo sus conspecíficos en el medio natural (**Brent et al., 1991; Hosey et al., 2009; Veasey et al, 1996a**). Por ello es importante monitorizar el comportamiento de los animales cada vez que se modifica o se cambian de instalación ya que los datos que se obtengan pueden ser utilizados para realizar un diseño más adecuado de las instalaciones para que éstas garanticen su bienestar (**Committee on the Well-Being of Nonhuman Primates, 1998**). La escasez de estudios realizados en libertad hace que en muchas ocasiones se tenga que utilizar la información obtenida en estudios realizados en cautividad para poder realizar una aproximación, lo más detallada posible, al bienestar de los primates estudiados. El uso de ambas fuentes de información (libertad y cautividad) ha de ser complementario ya que algunos comportamientos como el juego son difícilmente observables en libertad, mientras que otros como las conductas anormales nunca se han observado en este último caso. En nuestro estudio, se observó que el bienestar de ambas especies incrementó parcialmente tras el enriquecimiento estructural ya que se consiguió que los niveles para algunos comportamientos fueran más similares a los obtenidos en otros estudios llevados a cabo tanto en libertad (**Freeland, 1979; Mitani, 1989**) como en cautividad (**Bersntein, 1976; Chang et al., 1999**). No obstante, los cambios no se manifestaron en todos los comportamientos ni en todos los ejemplares por igual, de manera que no se puede considerar que el enriquecimiento haya sido totalmente efectivo para todos ellos.

Del mismo modo que el estudio del comportamiento nos muestra qué hacen los animales en los diferentes entornos, el estudio del uso del espacio nos permitió conocer cuál

era el nivel de uso de las diferentes zonas presentes en las diferentes instalaciones. El estudio espacial se abordó desde dos puntos de vista diferentes pero complementarios entre sí: el uso de las zonas y elementos estructurales internos, y el grado de homogeneidad en su uso. Por un lado se pretendía conocer el uso que hacían los animales de las diferentes zonas en que se podía dividir su instalación. Para ello, en nuestro caso utilizamos tres componentes, dos extrínsecos a la instalación (proximidad a la especie adyacente y proximidad al público) y uno intrínseco (uso de plataformas y espacios disponibles situados a diferentes alturas). En ambas especies, los animales utilizaron más aquellas zonas alejadas del público. Los mismos resultados se obtuvieron para otras especies de primates, concretamente para cercopitecos (**Chamove et al., 1988**) y póngidos (**Hebert and Bard, 2000**) ya que éste afecta negativamente a su bienestar (**Birke, 2002; Chamove et al., 1988**). En el mangabey de collar se observó cómo, exceptuando a la hembra adulta, los animales utilizaban más las zonas próximas a la instalación adyacente donde se encontraba otra especie de primate. El uso de esta zona, donde los animales pueden entrar en contacto con otra especie, es de especial relevancia sobre todo en aquellas especies de primates donde puedan establecerse interacciones interespecíficas en su hábitat natural (**Astaras et al., 2011; Mitani, 1991**). El hecho de poder establecer relaciones sociales similares en cautividad es un elemento a tener en cuenta para mejorar su bienestar (**Buchanan-Smith et al., 1993**) más aún si en la propia institución existe esta posibilidad. Además, en la actualidad, es un método utilizado con mangabey de collar y dril en diversos zoológicos (**Strange, 2007**). Según los resultados de este estudio, los ejemplares de mangabey de collar y el macho de dril tras el enriquecimiento eligieron utilizar con más frecuencia la altura del suelo, a pesar de disponer de estructuras repartidas a distintas alturas. Ambas especies están categorizadas como semi-terrestres (**Chalmers, 1968; Jones and Sabater Pi, 1968; Mitani, 1989**) pero con una elevada capacidad de subir a los árboles utilizada, especialmente, para conseguir alimento (**Astaras et al. 2011; Mitani, 1989**). Sin embargo, el uso de las alturas media y alta no se incrementó tras el enriquecimiento estructural,

posiblemente debido a que la pauta de alimentación de los animales se basó en todo momento en proporcionar la comida en el suelo sin distribuir también el alimento por los elementos estructurales internos, hecho que podría incrementar el uso de las estructura situados a mayor altura (**Manning, 2002; Shepherdson et al., 1998**). Por otro lado, el SPI (*Spread of Participation Index*), resultó ser más homogéneo en el macho de mangabey de collar y en la hembra de dril tras aplicar un programa de enriquecimiento estructural. En cambio en la hembra adulta y subadulta de mangabey de collar, el valor más homogéneo se observó en la instalación pre-enriquecida. A diferencia de ellos, en la hembra juvenil de mangabey y el macho de dril, no se observaron variaciones en este índice antes y después del enriquecimiento. Mientras que el traslado a una instalación exterior incrementó los niveles de actividad en la pareja de dril, tal y como también se ha observado en macacos y en mandriles (**Chang et al., 1999, O'Neill et al., 1991**), los niveles de actividad en los ejemplares de mangabey se mantuvieron estables a pesar del incremento en el tamaño de la instalación. En un estudio llevado a cabo por **Hoff et al. (1997)** no observaron diferencias en los niveles de actividad de ejemplares de gorilas tras cambiarlos de una instalación interior a otra exterior. En cambio, en otro estudio realizado con langures (**Little and Sommer, 2002**) se obtuvo un incremento de la inactividad y de la categoría conductual “no visible” tras trasladar a los animales a una nueva instalación naturalizada, a pesar de que también se observó un incremento en los niveles de “locomoción” y de “forrajeo”. Debido a la gran variación individual obtenida tanto en el comportamiento como en el uso del espacio, es importante que cuando se realicen estudios de este tipo, se tengan en cuenta los resultados individuales (además de los resultados a nivel de grupo) para determinar el éxito o fracaso del programa de enriquecimiento ya que tal y como se ha podido comprobar, dichos programas no tiene el mismo efecto en todos los individuos.

El enriquecimiento social, basado en el fomento de las interacciones sociales propias de una especie, es otra de las técnicas que se aplican para asegurar el bienestar de animales

mantenidos en cautividad. La aplicación de este tipo de enriquecimiento es esencial para mejorar el bienestar de determinados grupos de animales, como es el caso de los primates (**Reinhard and Reinhardt, 2000**). Este tipo de actuaciones pueden hacerse desde aproximaciones diferentes según se tenga en cuenta la intervención de una o de varias especies, y si según si éstas entrarán o no en contacto entre sí. La gran diversidad de relaciones que se establecen entre diferentes grupos de la misma especie, o entre diferentes especies, hace que actualmente en muchos zoos se diseñen instalaciones que puedan mantener a varias especies compatibles entre sí, intentando reproducir las relaciones que se establecen entre ellas en el medio natural y que ayudarían a garantizar el bienestar de todas ellas (**Deleu et al., 2003**).

La prioridad de los zoos para garantizar una buena conducta social sería la de mantener lo más exactos posibles el tipo y estructura social de las especies tal y como se observa en condiciones de libertad. A menudo esto no se puede realizar ya que los grupos sociales que se encuentran en la naturaleza son numerosos y no pueden mantenerse en condiciones de cautividad. En el caso de los cercopitecos, la estructura que típicamente se mantiene es la de pareja o harenes. La actuación evaluada en este trabajo es un tipo específico de enriquecimiento social que consiste en la resocialización de animales criados mediante la técnica de *hand-rearing* (crianza manual). La crianza manual tiene consecuencias negativas sobre el comportamiento y el bienestar de los primates ya que se ha observado cómo se incrementa la conducta anormal y se reducen los niveles de socialización en animales criados con esta técnica (**Bloomsmith and Haberstroh, 1995; Novak and Sackett, 2006; Porton and Niebruegge, 2006**). El problema más importante al que hay que enfrentarse cuando los primates crecen o pasan un largo periodo de aislamiento social, es el de la rehabilitación conductual o resocialización. El proceso de resocialización consiste en fomentar el reconocimiento de los individuos de la propia especie y reconducir pautas de comportamiento social adecuadas a fin de que individuos que han estado socialmente aislados puedan

reincorporarse con éxito a un grupo social determinado. Debido a la gran cantidad de comportamientos sociales que adquieren los primates durante la infancia, es muy difícil que tras un largo período de crianza manual, un individuo pueda ser reincorporado sin deficiencias comportamentales a un grupo de individuos de su misma especie. Por este motivo se recomienda que el periodo de aislamiento del grupo natal (es decir, sin contacto social) sea lo más reducido posible. Si la incorporación se efectúa de forma rápida y eficaz, el animal puede desarrollar todo su repertorio conductual de forma normal (**Baker, 1994; Röder and Timmermans, 2002**). Durante el proceso de resocialización estudiado, que se prolongó durante entre uno y dos meses aproximadamente, tanto crías de mangabey de collar como de dril fueron expuestas diariamente a individuos de su especie, especialmente a su propia madre, ya que se ha observado que esta pauta mejora las posibilidades de aprendizaje social y maternal (**Beck and Power, 1988; Novak and Sackett, 2006; Seider and deLange, 1996**). Gracias a estos procesos de resocialización, animales pertenecientes a cualquier clase de edad y procedentes de diversos orígenes han podido ser rehabilitados con conspecíficos adultos (incluso a pesar de presentar ocurrencias elevadas de comportamientos anormales). Este es el caso de un macaco joven (*Macaca sylvanus*) procedente del comercio ilegal (C. Maté, observación personal) o de un gorila macho adulto (*Gorilla gorilla gorilla*) rehabilitado y resocializado por el zoo de Atlanta. Los animales que se han resocializado presentan una disminución en los comportamientos anormales respecto a aquellos que no se han recuperado conductualmente (**Röder and Timmermans, 2002**). El método a seguir un proceso de resocialización depende de la especie y de la historia individual del animal pero es importante hacer un monitoreo del grupo de forma previa, durante y después de hacer esta resocialización ya que, como consecuencia de no haber tenido la oportunidad de aprender a modular su comportamiento frente a otros conspecíficos, los animales criados a mano dirigen frecuentemente sus conductas agresivas a otros ejemplares, independientemente de cual sea su rango jerárquico, no desarrollan la conducta social correcta y no reaccionan

apropiadamente a las señales sociales de sus conspecíficos (**Baker, 1994**). Por ello, tras conseguir la resocialización se ha de realizar un seguimiento del grupo para asegurar el bienestar de todos los ejemplares y determinar que el individuo resocializado, se ha integrado en el grupo de forma adecuada.

La evaluación de la resocialización (realizada a partir de parámetros comportamentales y de relaciones de proximidad con conspecíficos) ha demostrado que, a pesar del corto periodo de tiempo en que las crías de ambas especies de primates estuvieron separadas de su grupo social, el comportamiento de los animales criados a mano se vio afectado. Estos animales presentaron una mayor frecuencia de “conductas anormales” así como una menor frecuencia de “conductas afiliativas”, ambas características comúnmente presentes en primates criados fuera de su entorno social natural (**Crast et al., 2014; Lutz et al., 2012; Maki et al., 1993; Vandeleest et al., 2011**). De forma complementaria al estudio del comportamiento, el estudio de la proximidad entre animales nos aporta información sobre el grado de cohesión social e interacciones que existen entre los componentes del grupo. Los elevados niveles de proximidad materna que se obtuvieron en los individuos criados a mano no sólo se pueden apreciar mediante el estudio de proximidad sino que utilizando otra aproximación realizada a partir del cálculo del índice de asociación (*HWI, half weight association index*) se obtuvieron resultados complementarios que demostraron los elevados niveles de dependencia materna que tenían las crías criadas a mano respecto a las que recibieron cuidado parental.

Actualmente el objetivo principal de los zoos es la conservación de la biodiversidad a través de la conservación de las especies amenazadas tanto con programas *in situ* como *ex situ* (**Fa et al., 2011; Zimmerman et al., 2007**). Con la mejora de las instalaciones, el cambio en el manejo de los animales, la aplicación de programas de enriquecimiento variados y evaluados, y los cuidados veterinarios adecuados, los zoos reúnen las condiciones necesarias para garantizar la calidad de vida de los animales que alojan (**Hoy et al., 2010; Markowitz, 2011**).

Únicamente, si los zoos demuestran que son capaces de asegurar en sus animales un bienestar adecuado, y se implican directamente en la conservación de la biodiversidad y los hábitats naturales, serán capaces de justificar su existencia (**Hutchins and Conway, 1995; Hutchins and Smith, 2003**) que de otro modo se puede ver comprometida como consecuencia de los cambios que se derivan de la evolución ética de la sociedad.



## **CONCLUSIONES GENERALES**

**Evaluación del programa de enriquecimiento estructural en el comportamiento del mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*)**

1. Los resultados obtenidos muestran como todos los comportamientos se vieron influenciados tras la aplicación del programa de enriquecimiento estructural a excepción de la inactividad durante el primer trimestre post-enriquecimiento y la conducta social afiliativa durante el segundo trimestre.
2. El incremento de la vigilancia y la conducta social agonística observado tras el enriquecimiento, tanto en el grupo como en dos de los ejemplares, puede ser debida a la combinación de dos factores: la nueva instalación y la presencia de una nueva especie en la instalación adyacente. Transcurridos tres meses tras la ampliación de la instalación ambos comportamientos alcanzaron los valores observados durante la línea base.
3. A pesar de que los porcentajes de conducta anormal antes de aplicar el enriquecimiento eran muy bajos, tanto a nivel de grupo como a nivel individual, se observó una disminución tras el enriquecimiento por lo que la actuación propuesta fue un éxito en este aspecto.
4. La reducción observada en la conducta del “no visible” no puede utilizarse como indicativa de éxito del enriquecimiento propuesto ya que, durante la evaluación de dicho programa, los animales no tenían acceso a zonas fuera de la vista del público.

**Análisis del uso del espacio en un grupo de mangabey de collar (*Cercocebus torquatus torquatus*) tras la aplicación de un programa de enriquecimiento estructural**

5. Las zonas más utilizadas por los mangabey de collar tras aplicar el enriquecimiento fueron las zonas posteriores, más alejadas del público, que contaban además con un mayor número de elementos estructurales diferentes.

6. El uso mayoritario de las zonas cercanas al público por parte de las hembras de mangabey de collar durante la línea base, pudo estar influido por un efecto de dominancia del macho sobre éstas, así como por una baja disponibilidad de lugares óptimos en la instalación alejados del público.
7. El uso del espacio fue únicamente más homogéneo en el macho de mangabey de collar. Tras el enriquecimiento, la hembra adulta y la hembra subadulta, presentaron un uso más heterogéneo del espacio. La hembra juvenil tuvo el mismo valor en el índice de homogeneidad en la línea base y en el segundo trimestre tras el enriquecimiento.

**Evaluación del programa de enriquecimiento estructural en el comportamiento de una pareja de dril (*Mandrillus leucophaeus poensis*)**

8. Tras la aplicación del programa de enriquecimiento estructural los comportamientos de locomoción, alimentación, exploración y conducta social se vieron incrementados al tiempo que se redujo el porcentaje de conducta anormal, inactividad e interacción con humanos. La variación observada en estos comportamientos indica que se produjo una mejora sustancial del bienestar de los animales.
9. Los resultados que obtuvimos muestran grandes coincidencias con los obtenidos en estudios similares realizados en otros cercopitécidos cuyos animales fueron trasladados a instalaciones completamente naturalizadas y de mayor tamaño.
10. Los cambios estructurales de la nueva instalación semi-naturalizada, provocaron que el macho de dril redujera de forma significativa los niveles de interacción y proximidad con los humanos provocando además la desaparición de la conducta anormal, ambos aspectos muy importantes ya que su reducción es un claro indicador del éxito que tuvo el programa de enriquecimiento aplicado.

### **Análisis del uso del espacio en una pareja de dril tras la aplicación de un programa de enriquecimiento estructural**

11. El uso de las zonas más próximas al público fue diferente en los dos ejemplares estudiados ya que el macho de dril utilizaba estas zonas más que la hembra
12. En ambas instalaciones, la pareja de dril pasa la mayor parte del tiempo en sólo una de las zonas, aquella que se encuentran más alejada del público. En la nueva instalación la zona menos utilizada por los animales se corresponde con la que cuenta con menor variedad y número de elementos estructurales.
13. En la nueva instalación, la pareja de dril sólo encontraba substratos en el interior de las jardineras, siendo éstas el primer y segundo elemento más utilizado por el macho y la hembra respetivamente.
14. Los resultados que se obtuvieron tras calcular el índice de selectividad, podrían ser utilizados como un indicativo de que el tamaño de la nueva instalación era el apropiado para la pareja de dril ya que sus valores fueron próximos a la neutralidad.

### **Influencia del método de cría sobre el comportamiento en subadultos de dos especies de cercopitécidos criados de forma manual**

15. Los resultados sugieren que a pesar de haber efectuado una integración temprana en el grupo, el comportamiento de los individuos *hand-rearing* se vio afectado ya que al comparar sus patrones de actividad con los obtenidos en los animales *mother-rearing* se obtuvieron diferencias significativas, principalmente en los comportamientos sociales y en la conducta lúdica solitaria.
16. El juego solitario se presenta en los cuatro animales aunque parece más frecuente en mangabey de collar que en dril. En ambas especies, los animales *mother-rearing* jugaban más de forma solitaria.

17. La variación en los niveles de afinidad observados en los cuatro cercopitecos están influenciados por la edad y el sexo de los animales. Mientras que en el caso del macho de dril *mother-rearing* (Ilembo), la mayor afinidad se establece con el animal que ocupa la última posición de dominancia, N'Boa (otro macho), en las hembras estudiadas, dos mangabeys de collar y un dril, la mayor afinidad se encuentra con su madre.
18. Los resultados de proximidad de los individuos *hand-rearing* demostraron que éstos estaban más próximos a su madre que al resto de conespecíficos, permaneciendo más tiempo en grupos donde la madre estaba presente, cosa que no se observa en los animales *mother-rearing* que permanecen más tiempo solos o en grupos sin la presencia materna.



## **BIBLIOGRAFÍA GENERAL**

- Abello, M. T. and Colell, M. (2006).** Analysis of factors that affect maternal behaviour and breeding success in great apes in captivity. *International Zoo Yearbook*, 40, 323–340.
- Abello, M. T., and Fernández, J. (2003).** Parturition and lactation in a Bornean orang-utan *Pongo pygmaeus pygmaeus* at Barcelona Zoo. *International ZooYearbook*, 38, 186–191.
- Akers, J. S., and Schildkraut, D. S. (1985).** Regurgitation/reingestion and coprophagy in captive gorillas. *Zoo Biology*, 4, 99- 109.
- Alford, P. L., Bloomsmith, M. A., Keeling, M. E., and Beck, T. F. (1995).** Wounding aggression during the formation and maintenance of captive, multimale chimpanzee groups. *Zoo Biology*, 14, 347–359.
- Altman, J. (1974).** Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49, 227-267.
- Aoki, K., Mitsutsuka, S., Yamazaki, A., Nagai, K., Tezuka, A., and Tsuji, Y. (2015).** Effects of seasonal changes in dietary energy on body weight of captive Japanese macaques (*Macaca fuscata*). *Zoo Biology*, 34, 255–261.
- Astaras, C., Mühlenberg, M., and Waltert, M. (2007).** Note on Drill (*Mandrillus leucophaeus*) Ecology and Conservation Status in Korup National Park, Southwest Cameroon. *American Journal of Primatology*, 69, 1–7.
- Astaras, C., Krause, S., Mattner, L., Rehse, C., and Waltert, M. (2011).** Associations Between the Drill (*Mandrillus leucophaeus*) and Sympatric Monkeys in Korup National Park, Cameroon. *American Journal of Primatology*, 73, 127–134.
- Baer, J. K. (1998).** A veterinary perspective of potential risk factors in environmental enrichment. In: Shepherdson, D. J., Mellen, J. D., and Hutchins, M., (Eds). *Second Nature: Environmental Enrichment for Captive Animals*. Washington: Smithsonian Institution Press.
- Baker, A. (1994).** Variation in the parental care systems of mammals and the impact on zoo breeding programs. *Zoo Biology*, 13, 413–421.
- Barbiers, R. B. (1985).** Orangutans' color preference for food items. *Zoo Biology*, 4, 287–290.

- Bashaw, M. J., Tarou, L.R., Maki, T.S., and Maple, T.L. (2001).** A survey assessment of variables related to stereotypy in captive giraffe and okapi. *Applied Animal Behaviour Science*, 73, 235-247.
- Baxter, E., and Plowman, A. B. (2001).** The effect of increasing dietary fibre on feeding, rumination and oral stereotypies in captive giraffes (*Giraffa camelopardalis*). *Animal Welfare*, 10, 281-290.
- Bayne, K., Dexter, S., and Suomi, S. (1992).** A preliminary survey of the incidence of abnormal behaviors in rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) relative to housing condition. *Laboratory Animal*, 21, 38-46.
- Bayne, K., Haines, M., Dexter, S., Woodman, D., and Evans, C. (1995).** Nonhuman primate wounding prevalence: a retrospective analysis. *Laboratory Animal*, 24, 40-44
- Beck, B., and Power, M. (1988).** Correlates of sexual and maternal competence in captive gorillas. *Zoo Biology*, 7, 339–350.
- Berkson, G. (1968).** Development of abnormal stereotyped behaviours. *Developmental Psychobiology*, 1, 118-132.
- Bernstein, I. S. (1976).** Activity patterns in a sooty mangabey group. *Folia Primatologica*, 26, 185-206.
- BHAG/AZA (1999).** Behavior and husbandry Advisory Group. Scientific advisory group of the American Zoo and Aquarium Association. Workshop at Disney's Animal Kingdom.
- Birke, L. (2002).** Effects of browse, human visitors and noise on the behavior of captive orangutans. *Animal Welfare*, 11, 189-202.
- Bloomfield, R. C., Gillespie, G. R., Kerswell, K. J., Butler, K. L., and Hemsworth, P. H. (2015).** Effect of partial covering of the visitor viewing area window on positioning and orientation of zoo orangutans: A preference test. *Zoo Biology*, 34, 223–229

**Bloomsmith, M. A., and Haberstroh, M. D. (1995).** Effect of early social experience on the expression of abnormal behavior among juvenile chimpanzees. *American Journal of Primatology*, 36, 110.

**Bloomsmith, M. A., and Lambeth, S. P. (1995).** Effects of predictable versus unpredictable feedingschedules on chimpanzee behavior. *Applied Animal Behaviour Science*, 44, 65-74.

**Bloomsmith, M.A., and Lambeth, S.P. (2000).** Videotapes as enrichment for captive chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Zoo Biology*, 19: 541–551.

**Bloomsmith, M.A., Brent, L. Y., and Shapiro, S. J. (1991).** Guidelines for developing and managing an environmental enrichment program for nonhuman primates. *Laboratory Animal Science*, 41, 372-377.

**Bloomsmith, M. A., Stone, A. M., and Laule, G. E. (1998).** Positive reinforcement training to enhance the voluntary movement of group-housed chimpanzees within their enclosures. *Zoo Biology*, 17, 333–341.

**Bloomsmith, M. A., Laule, G. E., Alford, P. L., and Thurston, R. H. (1994).** Using training to moderate chimpanzee aggression during feeding. *Zoo Biology*, 13, 557–566.

**Bloomstrand, M., Riddle, K., Alford, P., and Maple, T. L. (1986).** Objective evaluation of a behavioral enrichment device for captive chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Zoo Biology*, 5, 293–300.

**Bosso, L., and Beresca, A. M. (2009).** Training sessions for husbandry and veterinary procedures with white-rhinoceros (*Ceratotherium simum*). In: *Proceedings of 9<sup>th</sup> International Conference on Environmental Enrichment*, June 2009, Paington, UK. (Pp. 92)

**Brent, L., and Eichberg, J. W. (1991).** Primate puzzleboard: A simple environmental enrichment device for captive chimpanzees. *Zoo Biology*, 10, 353–360.

**Brent, L., Kessel, A. L., and Barrera, H. (1997),** Evaluation of introduction procedures in captive chimpanzees. *Zoo Biology*, 16, 335–342.

- Britt, A. (1998).** Encouraging natural feeding behavior in captive-bred black and white ruffed lemurs (*Varecia variegata variegata*). *Zoo Biology*, 17, 379–392.
- Broom, D. M. (1986).** Indicators of poor welfare. *British veterinary journal*, 142, 524-526.
- Broom, D. M. (1998).** Welfare, stress, and the evolution of feelings. *Advances in the Study of Behavior*, 27, 371-403.
- Broom, D.M., and Johnson, K.G. (2000).** *Stress and Animal Welfare*. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands.
- Brown, C. S., and Loskutoff, N. M. (1998).** A training program for noninvasive semen collection in captive western lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). *Zoo Biology*, 17, 143–151.
- Brown, S. G., and Wagster, M. V. (1986).** Socialization processes in a female lowland gorilla. *Zoo Biology*, 5, 269–279.
- Buchanan-Smith, H. M, Anderson, D. A., and Ryan, C. W. (1993).** Responses of cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus*) to faecal scents of predators and non-predators. *Animal Welfare*, 2, 17-32.
- Buchanan-Smith, H. M., Leonardi, R., Dufour, V., MacDonald, C., and Whiten, A. (2009).** Mixed-species exhibits– are they really enriching? In: *Proceedings of 9<sup>th</sup> International Conference on Environmental Enrichment*, June 2009, Paington, UK. (Pp. 28)
- Burks, K. D., Bloomsmith, M. A., Forthman, D. L., and Maple, T. L. (2001).** Managing the socialization of an adult male gorilla (*Gorilla gorilla gorilla*) with a history of social deprivation. *Zoo Biology*, 20, 347–358.
- Butynski, T.M., and Koster, S.H. (1989).** *The Status and conservation of forests and primates on Bioko Island (Fernando Poo), Equatorial Guinea*. Washington DC, USA.
- Carlstead, K. (1998).** Determining the causes of stereotypic behaviours in zoo carnivores. In: Shepherdson, D. J., Mellen, J.D., and Hutchins, M, (Eds.). *Second nature: environmental enrichment for captive animals*. Washington, DC, USA: Smithsonian Press.

- Carlstead, K., and Shepherdson, D. (1994).** Effects of environmental enrichment on reproduction. *Zoo Biology*, 13, 447-458
- Castro, M. I., Bech, B. B., Kleiman, D. G., Ruiz-Miranda, R.C., and Rosenberg, A.L. (1998).** Environmental enrichment in a reintroduction for golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*). In: Shepherdson, D. J., Mellen, J. D., and Hutchins, M., (Eds.). *Second Nature: environmental enrichment for captive animals*. Washington, DC, Smithsonian Institution Press.
- Celli, M. L., Tomonaga, M., Udono, T., Teramoto, M., and Nagano, K. (2003).** Tool use task as environmental enrichment for captive chimpanzees. *Applied Animals Behaviour Science*, 81, 171-182.
- Chalmers, N. R. (1968).** The social behavior of free living mangabeys in Uganda. *Folia Primatologica*, 8, 263-281
- Chamove, A. S. (1973).** Rearing infant rhesus together. *Behaviour*, 47, 48-66.
- Chamove, A. S., and Rohrhuber, B. (1989).** Moving callitrichid monkeys from cages to outside areas. *Zoo Biology*, 8, 151-163.
- Chamove, A.S., Hosey, G. R., and Schaetzel, P. (1988).** Visitors excite primates in zoos. *Zoo Biology*, 7, 359-369.
- Chamove, A. S., Anderson, J. R., Morgan-Jones, S. C., and Jones, S. P. (1982).** Deep wood chip litter: hygiene, feeding and behavioral enhancement in eight primate species. *International Journal for the Study of Animal Problems*, 3, 308-318.
- Chang, T. R., Forthman, D. L., and Maple, T. L. (1999).** Comparison of confined mandrill (*Mandrillus sphinx*) behavior in traditional and “ecologically representative” exhibits. *Zoo Biology*, 18, 163-176.
- Chih Mun Sha, J., Alagappasamy, S., Chandran, S., Maung Cho,K., and Guha, B. (2013).** Establishment of a Captive All-male Group of Proboscis Monkey (*Nasalis larvatus*) at the Singapore Zoo. *Zoo Biology*, 32, 281- 290.

- Clarke, A. S., Juno, C. J., and Maple, T. L. (1982).** Behavioral effects of a change in the physical environment: A pilot study of captive chimpanzees. *Zoo Biology*, 1, 371–380.
- Claxton, A. M. (2011).** The potential of the human–animal relationship as an environmental enrichment for the welfare of zoo-housed animals. *Applied Animal Behaviour Science*, 133, 1–10.
- Clayton, J. B., and Glander, K. E. (2011).** Dietary choices by four captive slender lorises (*Loris tardigradus*) when presented with various insect life stages. *Zoo Biology*, 30, 189–198.
- Clubb, R, and Mason, G.J. (2003).** Captivity effects on wide-ranging carnivores. *Nature*, 425, 473-474
- Clubb, R., and Mason, G. (2007).** Natural behavioural biology as a risk factor in carnivore welfare: how analysing species differences could help zoos improve enclosures. *Applied Animal Behaviour Science*, 102, 303-328.
- Coe, J. C., Scott, D., and Lukas, K. E. (2009).** Facility design for Bachelor Gorilla groups. *Zoo Biology*, 28, 144–162.
- Colahan, H., and Breder, C. (2003).** Primate training at Disney’s Animal Kingdom. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 6, 225-246.
- Colell, M., Maté, C., and Fa, J. (1994).** Hunting among Moka bubis in Bioko: dynamics of faunal exploitation at the village level. *Biodiversity and Conservation*, 3, 939-950.
- Collinge, N. E. (1989),** Mirror reactions in a zoo colony of Cebus monkeys. *Zoo Biology*, 8, 89–98.
- Committee on the Well-Being of Nonhuman Primates. (1998).** The psychological well-being of nonhuman primates. National Academic Press. Washington, DC, USA
- Conde, D. A., Flesness, N., Colchero, F., Jones, O. R., and Scheuerlein, A. (2011a).** An emerging role of zoos to conserve biodiversity. *Science*, 331, 1390-1391.
- Conde, D. A., Flesness, N., Colchero, F., Jones, O. R., and Scheuerlein, A. (2011b).** Zoos and captive breeding: response. *Science*: 332, 1150-1151.

- Conway, W. (1980).** An overview of captive propagation. Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA
- Conway, W. (1988).** Can technology aid species preservation? In: E.O.Wilson (Ed.). Biodiversity, National Academy of Science Press, Washington, D.C., USA.
- Conway, W. (1989).** The prospects for sustaining species and their evolution. In: D. Western and M. Pearl (Eds). Conservation for the Twenty-First Century, Oxford: Oxford University Press, United Kingdom.
- Conway, W. (1995).** Wild and zoo animals interactive management and habitat conservation. Biodiversity and Conservation, 4, 573-594.
- Conway, W. (1999).** Zoo reserves; a proposal. In: Proceedings of the AZA Annual Conference, Tulsa Zoo and Living Museum, Oklahoma. Chicago, USA.
- Cooke, C. (2005).** The cercopithecoid community of Sette Cama, Gabon: Preliminary study. American Journal of Primatology, Abstract, 66, 151-152.
- Crast, J., Bloomsmith, M. A., Perlman, J. E., Meeker, T. L., and Remillard, C. M. (2014).** Abnormal behaviour in captive sooty mangabeys. Animal Welfare, 23, 167-177.
- Davenport, R. K. (1979).** Some behavioral disturbances of great apes. In: D. A. Hamburg and E. McCown (Eds.). The great apes. Menlo Park: Benjamin/Cummings.
- Davenport, R. K., and Rogers, C. M. (1970).** Differential rearing of the chimpanzee. A project survey. In: G. H. Bourne (Ed.). The Chimpanzee. Vol 3. Basel: Karger.
- Deleu, R., Veenhuizen, R., and Nelissen, M. (2003).** Evaluation of the mixed-species exhibit of African elephants and Hamadryas baboons in Sarari Beekse Bergen, the Netherlands. Primate Report, 65, 5-19.
- Desmond, T., and Laule, G. (1994).** Use of positive reinforcement training in the management of species for reproduction. Zoo Biology, 13, 471-477.

- Dorey, N. R., Rosales-Ruiz, J., Smith, R. G., and Lovelace, B. S. (2009).** Functional analysis and treatment of self-injury in a captive olive baboon. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 42, 785-794
- DOUE, Diario Oficial de las Comunidades Europeas. (1999).** Directiva 1999/22/CE del Consejo de 29 de marzo de 1999 relativa al mantenimiento de animales salvajes en parques zoológicos, 94, 24-26.
- Ducan, J. H. (2006).** The changing concept of animal sentience. *Applied Animal Behaviour Science*, 100, 11-19.
- Durrell, G. (1976).** *The stationary ark*. New York: Simon and Schuster.
- Eaton, G. G., Kelley, S. T., Axthelm, M. K., Iliffsizemore, S. A., and Shiigi, S. M. (1994).** Psychological well-being in paired adult female rhesus (*Macaca mulata*). *American Journal of Primatology*, 33, 89-99.
- Eisenberg, J. F. (1981).** *The mammals radiations*. University of Chicago Press, Chicago.
- Elzanowski, A., and Sergiel, A. (2006).** Stereotypic behavior of a female Asiatic elephant (*Elephas maximus*) in a zoo. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 9, 223–232.
- Etheridge, M. A., and O'Malley, J. (1996).** Diarrhea and peritonitis due to traumatic perforation of the stomach in a rhesus macaque (hardware disease). *Contemporary Topics in Laboratory Animal Science/American Association for Laboratory Animal Science*, 35, 57-59.
- Fa, J. E. (1989).** Influence of people on the behavior of display primates. In: Segal, E. F. (Ed.) *Housing care and psychological well-being of captive and laboratory primates*. Park Ridge, NJ: Noyes Publications.
- Fa, J. E., Funk, S. M., and O'Connell, D. (2011).** *Zoo conservation and biology*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Fàbregas, M., and Guillén-Salazar, F. (2007).** Social compatibility in a newly formed all-male group of white crowned mangabeys (*Cercocebus atys lunulatus*). *Zoo Biology*, 26, 63–69.

- FAWC. (1993).** Farm Animal Welfare Council, Second Report on Priorities for Research and Development in Farm Animal Welfare. London, United Kingdom.
- Field, L. (2007).** Mangabeys: *Cercocebus* and *Lophocebus* North American Regional Studbook. Association of Zoos and Aquariums.
- Fraser, D., and Weary, D. C. (2005).** Applied Animal Behaviour and animal welfare. In : Bolhuis, J. J., and Giraldeu, L. (eds.). The behavior of animals: mechanisms, function, and evolution. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, United Kingdom.
- Freeland, W. J. (1979).** Mangabey (*Cercocebus albigena*) social organization and population density in relation of food use and availability. *Folia Primatologica*, 32, 108-124.
- Frueh, F. J. (1968).** A captive born gorilla *Gorilla g. gorilla* at St. Louis Zoo. *International Zoo Yearbook*, 8, 128-131.
- Fuller, G., Sadowski, L., Cassella, C., and Lukas, K. E. (2010).** Examining deep litter as environmental enrichment for a family group of wolf's guenons, *Cercopithecus wolffi*. *Zoo Biology*, 29, 626–632.
- Gadsby, E.L. (1990).** The status and distribution of the drill, *Mandrillus leucophaeus*, in Nigeria. Report, 48.
- Gadsby, E.L., Jenkins, P.D. Jr. and Feistner, A.T.C. (1994).** Coordinating conservation for the drill (*Mandrillus leucophaeus*): endangered in forest and zoo. In: Olney, P. J. S., Mace, G. M. and Feistner, A. T. C. (Eds.). *Creative Conservation: Interactive management of wild and captive animals*. Chapman and Hall, London, United Kingdom.
- Gaengler, H., and Clum, N. (2015).** Investigating the Impact of Large Carcass Feeding on the Behavior of Captive Andean Condors (*Vultur Gryphus*) and its Perception by Zoo Visitors. *Zoo Biology*, 34, 118–129.
- Gartlan, J. S. (1970).** Preliminary notes on the ecology and behavior of the drill, *Mandrillus leucophaeus* Ritgen, 1824. In: Napier J. R, and Napier, P. H., (Eds.) *Old world monkeys: evolution, systematics, and behavior*. Academic Press, London, United Kingdom.

- Gartlan, J. S., and Struhsaker, T. T. (1972).** Polyspecific associations and niche separation of rainforest anthropoids in Cameroon, West Africa. *Journal of Zoology*, 168, 221–266.
- Gibbons, E. F., Wyers, E. J., Waters, E., and Menzel, E. W. (1994).** Naturalistic environments in captivity for animal behavior research. Suny. State University of New York Press.
- Glatston, A. R., Geilvoet-Soeteman, E., Hora-Pecek, E., and Van Hooff, J. A. R. A. M. (1984).** The influence of the zoo environment on social behavior of groups of cotton-topped tamarins, *Saguinus oedipus oedipus*. *Zoo Biology*, 3, 241–253.
- Goerke, B., Fleming, L., and Creel, M. (1987).** Behavioral changes of a juvenile gorilla after a transfer to a more naturalistic environment. *Zoo Biology*, 6, 283–295.
- Gold, K. C. (2002),** Ladder Use and Clubbing by a Bonobo (*Pan paniscus*) in Apenheul Primate Park. *Zoo Biology*, 21, 607–611.
- Goldfoot, D. A. (1977).** Rearing conditions wich support or inhibit later sexual potential of laboratory-born rhesus monkeys: hypothesis and diagnostic behaviors. *Laboratory Animal Science*, 27, 548-556.
- Gould, E., and Bres, M. (1986).** Regurgitation and reingestion in captive gorillas description and intervention. *Zoo Biology*, 5, 241- 250.
- Gresswell, C., and Goodman, G. (2011).** Case study: training a chimpanzee (*Pan troglodytes*) to use a nebulizer to aid the treatment of airsacculitis. *Zoo Biology*, 30, 570–578.
- Groves, C. (1978).** Phylogenetic and population systematic of the mangabeys (Primates: Cercopithecoidea). *Primates* 19, 1-34.
- Groves, C. (2001).** Primate taxonomy. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., USA.
- Grubb, P. (1973).** Distribution, divergence and speciation of the drill and mandrill. *Folia Primatologica* 20: 161-177.
- Grubb, P., Butynski, T. M., Oates, J. F., Bearder, S. K., Disotell, T. R., Groves, C. P., and Struhsaker T. T. (2003).** Assessment of the diversity of African primates. *International Journal of Primatology*, 24, 1301-1354.

- Hahn, N. E., Lau, D., Eckert, K., and Markowitz, H. (2000).** Environmental enrichment-related injury in a macaque (*Macaca fascicularis*): Intestinal linear foreign body. *Comparative Medicine*, 50, 556-558.
- Hancocks, D. (1980).** Bringing nature into the zoo: inexpressive solutions for environments. *International Journal of Studies of Animal Problems*, 1, 170-177.
- Haraway, M. M., Maples, E. G., and Tolson, J. S. (1988).** Responsiveness of a male Mueller's gibbon to his own species-song, that of a *Iar* gibbon, and a synthetic song of similar frequency. *Zoo Biology*, 7, 35–46.
- Hare, V. J. (2001).** Merging enrichment and research: it can be done! In: *Proceedings of the Fifth International Conference of Environmental Enrichment*, Hare, J. H., Worley, K. E., and Hammond, B. (Eds.) The Shape of Enrichment, Inc., November 2001, Sydney, Australia (Pp. 7-10.)
- Hawkins, M. R. (1999).** Practical evaluation of enrichment: A scoring method designed to include the stimulation of natural behavior in the success method. In: *Proceedings of the Fourth International Conference on Environmental Enrichment*, 1999, Edinburgh, Scotland, August, (Pp. 22-32.)
- Hearn, G. W., Morra, W. A. and Butynski, T. M. (2006).** Monkeys in trouble: The Rapidly Deteriorating Conservation Status Of The Monkeys On Bioko Island, Equatorial Guinea (2006). Report prepared by the Bioko Biodiversity Protection Program (BBPP).
- Hebert, P. L., and Bard, K. (2000).** Orangutan use of vertical space in an innovative habitat. *Zoo Biology*, 19, 239–251.
- Hediger, H. (1950).** *Wild animals in captivity*. Hediger, H. (Ed.) Butterworths Scientific. London, United Kingdom.
- Herrelco, E. S., Vick, S. J., and Buchanan-Smith, H. M. (2009).** Training for cognitive testing as a method of enrichment in Budongo Trail, the Royal Zoological Society of Scotland (RZSS). In:

Proceedings of 9<sup>th</sup> International Conference on Environmental Enrichment, June 2009, Paington, UK. (Pp. 43)

**Hill, W. C. O. (1970).** Primates: comparative anatomy, and taxonomy, volume 8: Cynopithecinae. Edinburgh University Press, Edinburgh, United Kingdom.

**Hoff, M. P., Hoff, K. T., Horton, L. C., and Maple, T. L. (1996).** Behavioral effects of changing group membership among captive lowland gorillas. *Zoo Biology*, 15, 383–393.

**Hoff, M. P., Powell, D. M., Lukas, K. E., and Maple, T. T. (1997).** Individual and social behavior of lowland gorillas in outdoor exhibits compared with indoor holding areas. *Applied Animal Behaviour Science*, 54, 359-370.

**Hoff, M. P., Tarou, L. R., Horton, C., Mayo, L., and Maple, T. L. (2005).** Notes on the introduction of an 11 week-old infant Western lowland gorilla *Gorilla gorilla gorilla* to a non-lactating surrogate mother at Zoo Atlanta. *International Zoo Yearbook*, 39, 191–198.

**Honess, P.E., and Marin, C. M. (2006).** Enrichment and aggression in primates. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 30, 413-436.

**Hosey, G. (1997).** Behavioral research in zoos: academic perspectives. *Applied Animal Welfare Science*, 51, 199-207.

**Hosey, G. (2005).** How does environmental enrichment affect the behavior of captive primates?. *Applied Animal Welfare Science*, 90, 107-129.

**Hosey, G. (2013).** Hediger revisited: how do zoo animals see us? *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 16, 338–359.

**Hosey, G., Melfi, V., and Pankhurst, S. (2009).** *Zoo Animals: Behaviour, Management and Welfare*. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom.

**Howell, S., Schwandt, M., Fritz, J., Roeder, E., and Nelson, C. (2003).** A stereo music system as environmental enrichment for captive chimpanzees. *Laboratory Animal*, 32, 31–36.

**Hoy, J., Murray, P., and Tribe, A. (2005).** Evaluation of the effectiveness of enrichment for a group of squirrel monkey (*Saimiri sciureus*) using time-lapse recording and instantaneous scan

sampling. In: Proceedings of the Seven International Conference on Environmental Enrichment, 2005, New York, USA, August, (Pp. 272-279).

**Hoy, J. M., Murray, P. J., and Tribe, A. (2010).** Thirty years later: enrichment practices for captive mammals. *Zoo Biology*, 29, 303-316.

**Huber, H. F., and Lewis, K. P. (2011).** An assessment of gum-based environmental enrichment for captive gummivorous primates. *Zoo Biology*, 30, 71–78.

**Huntingford, F. A. (2004).** Implications of domestication and rearing conditions for the behavior of cultivated fishes. *Journal of Fish Biology*, 65, Suppl. A., 122-142.

**Hutchins, M. and Conway, W. (1995).** Beyond Noah's ark: the evolving role of modern zoological parks and aquariums in field conservation. *International Zoo Yearbook*, 34, 117-130

**Hutchins, M., and Smith, B. (2003).** Characteristics of a world class zoo and aquarium in the twenty-first century. *International Zoo Yearbook*, 38, 130-141.

**Hutchings, M., Hancocks, D., and Calip, T. (1978).** Behavioural engineering in the zoo: a critique. *International Zoo News*, 25, 18-23.

**Hutchins, M., Smith, B. and Allard, R. (2003).** In defense of zoos and aquariums: the ethical basis for keeping wild animals in captivity. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 223, 958-966.

**IUCN (2006).** Red list of threatened species: A global species assessment. Baillie, J. E. M., Hilton-Taylor, C., and Stuart. S.N. (Eds.) Gland: IUCN.

**Jachowski, D. S., and Pizzaras, C. (2005).** Introducing an innovative semi-captive environment for the Philippine tarsier (*Tarsius syrichta*). *Zoo Biology*, 24, 101–109.

**Joines, S. (1977).** A training programme designed to induce maternal behaviour in a multiparous female Lowland gorilla *Gorilla g. gorilla* [Plate 49] at the San Diego Wild Animal Park. *International Zoo Yearbook*, 17, 185–188.

**Jones, C., and Sabater-Pi, J. (1968).** Comparative ecology of *Cercocebus albigena* (gray) and *Cercocebus torquatus* (Kerr) in Rio Muni, West Africa. *Folia Primatologica*, 9, 99-113.

**Keiter, M. D., Reichard, T., and Simmons, J. (1983).** Removal, early hand rearing, and successful reintroduction of an orangutan (*Pongo pygmaeus pygmaeus/x abelii*) to her mother. *Zoo Biology*, 2, 55–59.

**Kerridge, F. J. (2005).** Environmental enrichment to address behavioral differences between wild and captive black-and-white ruffed lemurs (*Varecia variegata*). *American Journal of Primatology*, 66, 71-84.

**Kingdon, J. (1997).** The Kingdon field guide to African mammals. London: Academic Press, Londo, United Kingdom.

**Kirchshofer, R., Weisse, K., Berenz, K., and Klose, H. I. (1968).** A preliminary account of the physical and behavioural development during the first 10 weeks of the hand-reared gorilla twins *Gorilla g. gorilla* at Frankfurt Zoo. *International Zoo Yearbook*, 8, 121-128.

**Klomburg, S., and Magiera, U. (1997).** The other side: disappointments, disadvantages, and dislikes in environmental enrichment. In: Hare, J, and Worley, K. E. (Eds). *Proceedings of the Third International Conference of Environmental Enrichment Shape of Enrichment*, October 1997, Orlando, USA. (Pp. 318-321)

**Kosorygina, K., Filatova, N., Sokolovskaya, M., and Agafonova, E. (2009).** Reaction of banded mongooses (*Mungo mungo* Gmelin, 1778) to a presentation of new objects. In: *Proceedings of 9<sup>th</sup> International Conference on Environmental Enrichment*, June 2009, Paington, UK. (Pp. 25)

**Kreger, M. D., Hutchins, M., and Fascione, N. (1998).** Context, ethics, and environmental enrichment in zoos and aquariums. In: Shepherdson, D. J., Mellen, J. D., and Hutchins, M., (Eds.). *Second Nature: environmental enrichment for captive animals*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, USA.

**Kurtycz, L. M., Shender, M. A., and Ross, S. R. (2014).** The birth of an infant decreases group spacing in a zoo-housed lowland gorilla group (*Gorilla gorilla gorilla*). *Zoo Biology*, 33, 471–474.

- Laule, G. E., Thurston, R. H., Alford, P. L., and Bloomsmith, M. A. (1996).** Training to reliably obtain blood and urine samples from a diabetic chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Zoo Biology*, 15, 587–591.
- Lehner, P. N. (1996).** Handbook of ethological methods. 2nd edition. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom.
- Less, E.H., Lukas, K.E., Bergl, R., Ball, R., Kuhar, C.W., Lavin, S.R., Raghanti, M.A., Wensvoort, J., Willis, M.A., and Dennis, P.M. (2014a).** Implementing a low-starch biscuit-free diet in zoo gorillas: The impact on health. *Zoo Biology*, 33, 74–80.
- Less, E.H., Bergl, R., Ball, R., Dennis, P.M., Kuhar, C.W., Lavin, S.R., Raghanti, M.A., Wensvoort, J., Willis, M.A., and Lukas, K.E. (2014b).** Implementing a low-starch biscuit-free diet in zoo gorillas: The impact on behavior. *Zoo Biology*, 33, 63–73.
- Line, S. W., Morgan, K. N., and Markowitz, H. (1991).** Simple toys do not alter the behavior of aged rhesus monkeys. *Zoo Biology*, 10, 473–484.
- Little, K. A., and Sommer, V. (2002).** Change of enclosure in langur monkeys: implications for the evaluation of environmental enrichment. *Zoo Biology*, 21, 549–559.
- Lukas K.E. (1999).** A review of nutritional and motivational factors contributing to the performance of regurgitation and reingestion in captive lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). *Applied Animal Behaviour Science*, 63, 237–49.
- Lutz, C. K., and Novak, M. A. (1995).** Use of foraging racks and shavings as enrichment tools for groups of rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Zoo Biology*, 14, 463–474.
- Lutz, C., Well, A., and Novak, M. (2003).** Stereotypic and self-injurious behaviour in rhesus macaques: a survey and retrospective analysis of environment and early experience. *American Journal of Primatology*, 60, 1-15.
- Lutz, C. K., Linsenhardt, K. A., Williams, P. C., and Sharp, R. M. (2012).** Abnormal behavior in captive baboons (*Papio hamadryas spp*). *American Journal of Primatology*, 74, 36 (Abstract).

- Lyons, J., Young, R. J., and Deag, J. M. (1997).** The effects of physical characteristics of the environment and feeding regime on the behavior of captive felids. *Zoo Biology*, 16, 71-83.
- Maestriperi, D. (2000).** Measuring temperament in rhesus macaques: consistency and change in emotionality over time. *Behavioural Processes*, 49, 167-71.
- Macedonia, J. M. (1987).** Effects of housing differences upon activity budgets in captive sifakas (*Propithecus verreauxi*). *Zoo Biology*, 6: 55–67.
- Maisels, F., Makaya, Q. P., and Onononga, J. R. (2007).** Confirmation of the Presence of the Red-Capped Mangabey (*Cercocebus torquatus*) in Mayumba National Park, Southern Gabon, and Conkouati-Douli National Park, Southern Republic of Congo. *Primate Conservation*, 22.
- Maki, S., and Bloomsmith, M. A. (1989).** Uprooted trees facilitate the psychological well-being of captive chimpanzees. *Zoo Biology*, 8, 79–87.
- Maki, S., Fritz, J., and England, N. (1993).** An assessment of early differential rearing conditions on later behavioral development in captive chimpanzees. *Infant Behavior and Development*, 16, 373-381.
- Mallapur, A., and Chelman, R. (2002).** Environmental influences on stereotypy and the activity budget on Indian leopards (*Panthera pardus*) in four zoos in southern India. *Zoo Biology*, 21, 585-595.
- Mallapur, A., and Choudhury, B. C. (2003).** Behavioral abnormalities in captive nonhuman primates. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 6, 275-284.
- Manning, C. (2002).** Enclosure utilisation and behaviour in the female orang utans (*Pongo pygmaeus*) of Paignton Zoo. Proceedings of the 4th Annual Symposium on Zoo Research, Bristol Zoo Gardens, Bristol, UK, 8-9 July, (Pp. 44-50).
- Maple, T. L., and Westlund, B. (1975).** The integration of social interactions between Cebus and spider monkeys in captivity. *Animal Ethology*, 1, 305– 8.
- Maple, T. L., McManamon, R., and Stevens, E. (1995).** Defending the good zoo: animal care, maintenance and welfare. In: B.G. Norton, M. Hutchins, E. F. Stevens, and T.L. Maple (Eds.).

Ethics on the ark: zoos, animal welfare and wildlife conservation, Smithsonian Institution Press. Washington, D.C, USA.

**Maples, E. G., Haraway, M. M., and Collie, L. (1988).** Interactive singing of a male Mueller's gibbon with a simulated neighbor. *Zoo Biology*, 7, 115–122.

**Margulis, S. W., Steele, G. R., and Kleinfelder, R. E. (2012).** Use of Buckets as Tools by Western Lowland Gorillas. *Zoo Biology*, 31, 260–266.

**Markowitz, H. (1982).** Behavioral enrichment in the zoo. Van Nostrand Reinhold, New York, NY, USA.

**Markowitz, H. (2011).** Enriching animal lives. Mauka Press, Pacifica, CA, USA.

**Markowitz, H., and LaFrose, S. (1987).** Artificial prey as behavioural enrichment devices for felines. *Applied Animal Behaviour Science*, 18, 3 1-43.

**Martin, P., and Bateson, P. (1993).** *Measuring Behaviour: An Introductory Guide*, Second Edition.: Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom.

**Mason, G. J. (1991).** Stereotypics: A critical review. *Animal Behaviour*, 41, 1015-1037.

**Mason, W. A., and Capitanio, J. P. (1988).** Formation and expression of filial attachment in rhesus monkeys raised with living and inanimate substitutes. *Developmental Psychobiology*, 21, 401-430.

**Mason, G. L., and Latham, N. (2004).** Can't stop, won't stop: is stereotypy a reliable animal welfare indicator? *Animal Welfare*, 13, S57-S69.

**Mason, G., and Mendl, M. (1997).** Do stereotypies of pigs, chickens and mink reflect adaptative species differences in the control foraging? *Applied Animal Behaviour Science*, 53, 45-58.

**Mason, G. L., and Rushen, J. (2009).** Stereotypic animal behavior: fundamentals and applications to welfare. Mason, G. L., and Rushen, J. (Eds.): Commonwealth Agricultural Bureau International, Wallingford, Oxon, United Kingdom.

- Mason, G. J., Cooper, J., and Clareborough, C. (2001).** Frustrations of furfarmed mink. *Nature*, 410, 35-36.
- Mason, G. L., Clubb, R., Latham, N., and Vickery, S. (2007).** Why and how should we use environmental enrichment to tackle stereotypic behaviour? *Applied Animal Behaviour Science*, 102, 163–188
- Maté, C., and Colell, M. (1995).** Relative abundance of forest Cercopithecines in Arihá Region, Bioko Island, Republic of Guinea Equatorial. *Folia Primatologica*, 64, 49-54.
- McAfee, L. M., Mills, D. S., Cooper, J. J. (2002).** The use of mirrors for the control of stereotypic weaving behavior in the stabled gorse. *Applied Animal Behaviour Science*, 78, 159-173.
- McCann, C. M. and Rothman, J. M. (1999).** Changes in nearest-neighbor associations in a captive group of western lowland gorillas after the introduction of five hand-reared infants. *Zoo Biology*, 18, 261–278.
- McGrew, W. C., Brennan, J. A., and Russell, J. (1986).** An Artificial “gum-tree” for marmosets (*Callithrix j. jacchus*). *Zoo Biology*, 5, 45–50.
- McKenzie, S. M., Chamove, A. S., and Feistner, A. T. C. (1986).** Floor-coverings and hanging screens alter arboreal monkey behavior. *Zoo Biology*, 5, 339–348.
- Meder, A. (1985).** Integration of hand-reared gorilla infants in a group. *Zoo Biology*, 4, 1–12.
- Meder, A. (1990).** Integration of hand-reared gorillas into breeding groups. *Zoo Biology*, 9, 157–164.
- Melfi, V.A. and Feistner, A. T. C. (2002).** A comparison of the activity budgets of wild and captive Sulawesi crested black macaques (*Macaca nigra*). *Animal Welfare*, 11, 213-222.
- Mellen, J. D. (1994).** Surveys and interzoo studies used to address husbandry problems in some zoo vertebrates. *Zoo Biology*, 13, 459–470.

- Mellen J, and Ellis S. (1996).** Animal learning and husbandry training. In: Kleiman, D., Allen, M., Thompson K., and Lumpkin S., (Eds.). Wild mammals in captivity: principles and techniques. The University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Mellen, J. D., and MacPhee, M. S. (2001).** Philosophy of environmental enrichment: Past, present and future. *Zoo Biology*, 20, 21 1-266.
- Mendl, M., and Newman, H. A. (1997).** Social condiction. In: Appley M. C., and Hughes, B. O. (Eds.). *Animal Welfare*. CAB International, Cambridge, United Kingdom.
- Meyer-Holzappel, M. (1968).** Abnormal behaviour in zoo animals. In: Fox, M. W. (Ed.), *Abnormal Behavior in Animals*. Saunders, London, United Kingdom.
- Mitani, M. (1989).** *Cercocebus torquatus*: adaptive feeding and ranging behaviors related to seasonal fluctuations of food resources in the tropical rain forest of south-Western Cameroon. *Primates*, 30, 307-323.
- Mitani, M. (1991).** Niche overlap and polyspecific associations among sympatric cercopithecids in the Campo Animal Reserve, southwestern Cameroon. *Primates*, 32, 137-151.
- Murchison, M. A. (1993).** Potential animal hazard with ring toys. *Laboratory Primate Newsletter* 32, 7-7.
- Nakamichi, M., Onishi, K., Silldorf, A., and Sexton, P. (2014).** Twelve-year proximity relationships in a captive group of western lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*) at the San Diego Wild Animal Park, California, USA. *Zoo Biology*, 33, 173–183.
- Nash, V. J. (1982).** Tool use by captive chimpanzees at an artificial termite mound. *Zoo Biology*, 1, 211–221.
- Nash, L. T., Frotz, J., Alford, P.A., and Brent, L. (1999).** Variables influencing the origins of diverse abnormal behaviors in a large sample of captive chimpanzees (*P. troglodytes*). *American Journal of Primatology*, 48, 15–29.
- Norcup, S. (2000).** Camouflaged gorillas: barriers as enrichment for apes. *The Shape of Enrichment*, 9, 5.

- Novak, M. A. (2003).** Self-injurious behavior in rhesus macaques: new insights into its etiology, physiology, and treatment. *American Journal of Primatology*, 59, 3-19.
- Novak, M. A., and Sackett, G. P. (2006).** The effects of rearing experiences: the early years. In: Sackett, G. P., Ruppenthal, G. C. and Elias, K. (Eds.) *Nursery rearing of nonhuman primates in the 21st century*. New York, NY: Springer Science and Business Media Inc.
- Novak, M. A., Kinsey, J. H., Jorgensen, M. J., and Hazen, T. J. (1998).** Effects of puzzle feeders on pathological behavior in individually housed rhesus monkeys. *American Journal of Primatology*, 46, 213-227.
- Novak, M.A., Meyer, J. S., Lutz, C., and Tiefenbacher, S. (2009).** Deprived environments: developmental insights from primatology. In: Mason, G. L., and Rushen, J. (Eds.) *Stereotypic animal behavior. Fundamentals and applications to welfare*. Commonwealth Agricultural Bureau International, Wallingford, Oxon, United Kingdom.
- Novak, M. A., Hamel A. H., Kelly B. J., Dettmer A. M. and Meyer J. S. (2013).** Stress, the HPA axis, and nonhuman primate well-being: a review. *Applied Animal Behavior Science*, 143, 135-149.
- Novak, M. A., Musante, A., Munroe, H., O'Neill, P. L., Price, C., and Suomi, S. J. (1993).** Old, socially housed rhesus monkeys manipulate objects. *Zoo Biology*, 12, 285–29.
- Oates, J.F., and Butynski, T. M. (2008).** *Mandrillus leucophaeus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T12753A3377185. Downloaded on 10 September 2015.
- Oates, J.F., Gippoliti, S., and Groves, C.P. (2008).** *Cercocebus torquatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T4201A10621068. . Downloaded on 10 September 2015.
- Ochiai-Ohira, T. (2009).** **Introduction to climbing structure for Great Ape enclosure in Japan.** In: *Proceedings of 9<sup>th</sup> International Conference on Environmental Enrichment*, June 2009, Paington, UK. (Pp. 115).

- O'Donovan, D., Hindle, J.E., McKeown, S., and O'Donovan, S. (1993).** Effect of visitors on the behavior of female cheetahs (*Acinonyx jubatus*) and cubs. *International Zoo Yearbook*, 32, 238-244.
- O'gden, J., and Kasielke, S. (2001).** Nursery. In: Bell, C. (Eds.). *Encyclopedia of the World's Zoos*, Vol. I. Fitzroy Dearborn Publishers.
- Ogden, J. J., Finlay, T. W., and Maple, T. L. (1990).** Gorilla adaptations to naturalistic environments. *Zoo Biology*, 9, 107–121.
- Ogden, J. J., Lindburg, D. G., and Maple, T. L. (1993).** Preference for structural environmental features in captive lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). *Zoo Biology*, 12, 381–395.
- Oliva-Purdy, J. (1997).** Enrichment assessment in the time you don't have: don't panic! In: *Proceedings of the Thirth International Conference on Environmental Enrichment*, 1999, Orlando, Florida, USA, October, (Pp. 61-69).
- O'Neill, P. L., Novak, M. A., and Suomi, S. J. (1991).** Normalizing laboratory-reared rhesus macaque (*Macaca mulatta*) behavior with exposure to complex outdoor enclosures. *Zoo Biology*, 10, 237–245.
- Paquette, D., and Prescott, J. (1988).** Use of novel objects to enhance environments of captive chimpanzees. *Zoo Biology*, 7, 15–23.
- Parra-Herra, J. P., and Estrada-Celly, G. E. (2011).** Patrón de comportamiento de monos ardilla (*Saimiri sciureus marodon*) cautivos con diferentes enriquecimientos ambientales. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 6, 30-43
- Paterson, J. D. (2001).** *Primate behavior: an exercise workbook*. 2n edition. Waveland Press, Inc.
- Paulk, H. H., Dienske, H., and Ribbens, L. G. (1977).** Abnormal behavior in rhesus monkeys in relation to cage sizes. *Journal of Abnormal Psychology*, 86, 87-92.

- Pedernera-Romano, C., Valdez, R. A., Singh, S., Chiappa, X., Romano, M. C., and Galindo, F. (2006).** Salivary cortisol in captive dolphins (*Tursiops truncatus*): A non-invasive technique. *Animal Welfare*, 15, 359-362.
- Pink, B., and Richardson, D. (2009).** Enrichment not required. In: Proceedings of 9<sup>th</sup> International Conference on Environmental Enrichment, June 2009, Paington, UK. (Pp. 119).
- Plowman, A. B., Jordan, N. R., Anderson, N., Condon, E., and Fraser, O. (2005).** Welfare implications of captive primate population management: behavioural and psycho-social effects of female-based contraception, oestrus and male removal in hamadryas baboons (*Papio hamadryas*). *Applied Animal Behaviour Science*, 80, 155-165.
- Pons, E. (1992).** El parc zoològic de Barcelona. Cent anys d'història. Edicions 62 (Eds.) Barcelona.
- Poulsen, E. (1994).** Monkeys on ice. *Shape of Enrichment*, 3, February, 7.
- Price, E. C. (1992).** Adaptation of captive-bred cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus*) to a natural environment. *Zoo Biology*, 11, 107–120.
- Price, E. O. (1999).** Behavioral development in animals undergoing domestication. *Applied Animal Behaviour Science*, 65, 245-271.
- Porton, I., and Niebruegge, K. (2006).** The Changing Role of Hand Rearing in Zoo-Based Primate Breeding Programs. In: Sackett, P., Ruppenthal, G. C., and Elias, K. (Eds.). *Nursery rearing of nonhuman primates in the 21<sup>st</sup> century*. Springer Science and Business Media Inc, New York, NY, USA.
- Rabb, G. B. (1994).** The changing roles of zoological parks in conserving biological diversity. *American Zoologist*, 34, 159-165.
- Rapaport, L. G. (1998).** Optimal foraging theory predicts effects of environmental enrichment in a group of adult golden lion tamarins. *Zoo Biology*, 17, 231–244.

- Reamer, L. A., Haller, R. L., Thiele, E. J., Freeman, H. D., Lambeth, S. P., and Schapiro, S. J. (2014).** Factors affecting initial training success of blood glucose testing in captive chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Zoo Biology*, 33, 212–220.
- Rees, P.A. (2009).** Activity budgets and the relationship between feeding and stereotypic behaviors in Asian elephants (*Elephas maximus*) in a zoo. *Zoo Biology*, 28, 79–97.
- Reinhardt, V. (1994).** Social enrichment for previously single-caged stumail macaques. *Animal Technology*, 5, 37-41.
- Reinhardt, V., and Reinhard, A. (2000).** Social enhancement for adult non-human primates in research laboratories: a review. *Laboratory Animal*, 29, 34-41.
- Reinhardt, V., Dan Houser, W., Eisele, S. G., and Champoux, M. (1987),** Social enrichment of the environment with infants for singly caged adult rhesus monkeys. *Zoo Biology*, 6, 365–371.
- Renner, M. J., and Lussier, J. P. (2002).** Environmental enrichment for captive spectacled bear (*Tremarctos ornatus*). *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 73, 279-283.
- Rice, T. R., Harvey, H., Kayheart, R., and Torres, C. (1999).** Effective strategy for evaluating tactile enrichment devices for singly caged macaques. *Contemporary Topics in Laboratory Animal Science*, 38, 24-26.
- Robbins, L., and Margulis, S. W. (2014).** The effects of auditory enrichment on gorillas. *Zoo Biology*, 33, 197–203.
- Roberts, R. L., Roytburd, L. A., and Newman, J. D. (1999).** Puzzle feeders and gum feeders as environmental enrichment for commond marmosets. *Contemporary Topics in Laboratory Animal Science*, 38, 27-31.
- Röder, E. L., and Timmermans, P. J. A. (2002).** Housing and care of monkeys and apes in laboratories: adaptations allowing essential species-specific behaviour. *Laboratory Animals*, 36, 221-242.
- Rodríguez-Guerra, M., and Guillén-Salazar, F. (2010).** El parque zoológico, un nuevo aliado de la biodiversidad. Guía para la aplicación de la ley 31/2003 de conservación de la fauna silvestre

en los parques zoológicos (2ª edición). F. Biodiversidad (Eds.). Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General para la Biodiversidad.

**Rommeck, I., Anderson, K., Heagerty, A., Cameron, A., and McCowan, B. (2009).** Risk factors and remediation of self-injurious and self-abuse behavior in rhesus macaques. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 12, 61-72.

**Rosenweig, M. L. (2003).** Win-win ecology: how the earth's species can survive in the midst of human enterprise. Oxford University Press, Oxford, UK.

**Ross, S. R., Schapiro, S. J., Hau, J., and Lukas, K. E. (2009).** Space use as an indicator of enclosure appropriateness: a novel measure of captive animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 131, 42-50.

**Rushen, J. (1993).** The "coping" hypothesis of stereotypic behavior. *Animal Behaviour*, 45, 613-615.

**Ruskell, A. D., Meiers, S. T., Jenkins, S.E., and Santymire, R. M. (2015).** Effect of Bungee-Carcass Enrichment on Behavior and Fecal Glucocorticoid Metabolites in Two Species of Zoo-Housed Felids. *Zoo Biology*, 34, 170–177.

**Ryan, E. B., Proudfoot, K. L., and Fraser, D. (2012).** The effect of feeding enrichment methods on the behavior of captive western lowland gorillas. *Zoo Biology*, 31, 235–241.

**Schwammer, H. M. (2001)** Elephant husbandry and foot care at the Schöbrunner tiergarten, Vienna. Pp. 69-73. In: Csuti, B. (Ed.). *The elephant foot*. Iowa State University Press, USA.

**Seider, J. V., and deLange, P. W. (1996).** A mobile cage facilitates periodic social contact and exercise for single caged adult vervet monkeys. *Journal of Medical Primatology*, 25, 64-68.

**Selliger, R. C., and Ha, J. (2005).** The effects of visitor density and intensity on the behavior of the two captive jaguars (*Panthera onca*). *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 8, 223-244.

- Seltzer, L. J., and Ziegler, T. E. (2007).** Non-invasive measurement of small peptides in the common marmoset (*Callithrix jacchus*): a radiolabeled clearance study and endogenous excretion under varying conditions. *Hormones and Behaviour*, 51, 436-442.
- Seres, M., Aureli, F., and de Waal, F. B.M. (2001).** Successful formation of a large chimpanzee group out of two preexisting subgroups. *Zoo Biology*, 20, 501–515.
- Setchell, J. M., Lee, P. C., Wickings, E. J., and Dixson, A. F. (2001).** Growth and ontogeny of sexual size dimorphism in the mandrill (*Mandrillus sphinx*). *American Journal of Anthropology* 115, 349-360.
- Sha, J. C. M., Alagappasamy, S., Chandran, S., Cho, K. M., and Guha, B. (2013).** Establishment of a captive all-male group of proboscis monkey (*Nasalis larvatus*) at the Singapore Zoo. *Zoo Biology*, 32, 281–290.
- Shepherdson, D. J. (1988).** Environmental enrichment in the zoo. In: *Why zoos?* UFAW Courier, 24, 45-53
- Shepherdson, D. J. (1998).** Tracing the path of environmental enrichment in zoos. In: Shepherdson, D. J., Mellen, J. D., and Hutchins, M., (Eds.). *Second nature: Environmental enrichment for captive animals*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., USA.
- Shepherdson, D., and Hare, V. J. (2001).** Enrichment plans and programs: getting organized. In: *Proceedings of the Fifth International Conference of Environmental Enrichment*, Hare, J. H., Worley, K. E., and Hammond, B. (Eds.) The Shape of Enrichment, Inc., November 2001, Sydney, Australia (Pp. 153-161.)
- Shepherdson, D.J., Carlstead K., Mellen, J.D., and Seidensticker, J. (1993).** The influence of food presentation on the behavior of small cats in confined environments. *Zoo Biology*, 12, 203-216.
- Shivik, J. A., Palmer, G. L., Gese, E. M., and Osthaus, B. (2009).** Captive coyotes compared to their counterparts in the wild: Does environmental enrichment help? *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 12, 223-235.

- Smith, A., Lindburg, D. G., and Vehrencamp, S. (1989).** Effect of food preparation on feeding behavior of lion-tailed macaques. *Zoo Biology*, 8, 57–65.
- Sommerfeld, R., Bauert, M., Hillmann, E., and Stauffacher, M. (2006),** Feeding enrichment by self-operated food boxes for white-fronted lemurs (*Eulemur fulvus albifrons*) in the Masoala exhibit of the Zurich Zoo. *Zoo Biology*, 25, 145–154.
- Spinka, M. (2006).** How important is natural behaviour in animal farming systems? *Applied Animal Behaviour Science*, 100, 117-128
- Spienzo, C., and Piva, F. (2009).** Training vervet monkeys (*Chlorocebus aethiops*) with positive reinforcement to cooperate with problem solving study: enrichment?. In: Proceedings of 9<sup>th</sup> International Conference on Environmental Enrichment, June 2009, Paington, UK. (Pp. 41).
- Strange, D. (2007).** Old Wold Monkey Taxon Advisory Group Mixed Species Manual. Associations of Zoos and Aquariums. Strange, D. (Ed.) Houston Zoo, Inc.
- Stoinski, T. S., Daniel, E., and Maple, T. L. (2000).** A preliminary study of the behavioral effects of feeding enrichment on African elephants. *Zoo Biology*, 19, 485-493.
- Stoinski, T. S., Hoff, M. P., Lukas, K. E., and Maple, T. L. (2001).** A Preliminary Behavioral Comparison of Two Captive All-Male Gorilla Groups. *Zoo Biology*, 20, 27– 40.
- Stoinski, T. S., Lukas, K. E., Kuhar, C. W., and Maple, T.L. (2004).** Factors influencing the formation and maintenance of all-male gorilla groups in captivity. *Zoo Biology*, 23, 189–203.
- Tarou, L. R, Bloomsmith, M. A. and Maple, T. L. (2005).** Survey of stereotypic behavior on prosimians. *American Journal of Primatology*, 5, 72-75.
- Taylor, L., Fisher, L., and Perez, M. (2001).** Random organization: organizing an enrichment program at Lincoln Park Zoo. In: Proceedings of the Fifth International Conference of Environmental Enrichment, Hare, J. H., Worley, K. E., and Hammond, B. (Eds.) The Shape of Enrichment, Inc., November 2001, Sydney, Australia (Pp. 19-24).

- Tovar, T. C., Moore, D., and Dierenfeld, E. (2005).** Preferences among four species of local browse offered to *Colobus guereza kikuyuensis* at the Central Park Zoo. *Zoo Biology*, 24, 267–274.
- Tripp, J. K. (1985).** Increasing activity in captive orangutans: Provision of manipulable and edible materials. *Zoo Biology*, 4, 225–23.
- Tudge, C. (1991).** A wild time at the zoo: The buzz word in the best zoos is “behavioral enrichment”: Ways of making a captive environment as much like the wild as possible. *New Science*, 5, 26–30.
- Vandeleest, J. J., McCowan, B., and Capitanio, J. P. (2011).** Early rearing interacts with temperament and housing to influence the risk for motor stereotypy in rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Applied Animal Behavior Science*, 132, 81-89.
- Veasey, J. S., Waran, N. K., and Young, R. J. (1996a).** On comparing the behavior of zoo housed animals with wild conspecifics as a welfare indicator, using the giraffe (*Giraffa camelopardalis*) as a model. *Animal Welfare*, 5, 139-153.
- Veaseley, J. S., Waran, N. K., and Young, R. J. (1996b).** On comparing the behavior of zoo housed animals with wild conspecifics as a welfare indicator. *Animal Welfare*, 5, 13-24.
- Vick, S. J., Anderson, J. R., and Young, R. (2000).** Maracas for *Macaca*? Evaluation of three potential enrichment objects in two species of zoo-housed macaques. *Zoo Biology*, 19, 181–191.
- Visalberghi, E., and Vitale, A. F. (1990).** Coated nuts as an enrichment device to elicit tool use in tufted capuchins (*Cebus apella*). *Zoo Biology*, 9, 65–71.
- Visalberghi, E., Myowa Yamakoshi, M., Hirata, S., and Matsuzawa, T. (2002).** Responses to novel foods in captive chimpanzees. *Zoo Biology*, 21, 539–548.
- Wallace, E. K., Kingston-Jones, M., Ford, M., and Semple, S. (2013).** An investigation into the use of music as potential auditory enrichment for moloch gibbons (*Hylobates moloch*). *Zoo Biology*, 32, 423–426.

- WAZA**, World Association of Zoos and Aquariums (2005). Building a Future for Wildlife – The World Zoo and Aquarium Conservation Strategy. World Association of Zoos and Aquariums, Bern. Switzerland.
- Webster, J. (1994)**. Animal welfare: A cool eye towards Eden. Kirkwood, J. K., Hubecht, R. C., and Roberts, E. A. (Eds.). Blackwell publications, Oxford, United Kingdom.
- Weingrill, T., Stanisière, C., and Noë, R. (2005)**. Training vervet monkeys to avoid electric wires: Is there evidence for social learning? *Zoo Biology*, 24, 145–151.
- Wells, D. L., and Irwin, R. M. (2009)**. The effect of feeding enrichment on the moloch gibbon (*Hylobates moloch*). *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 12, 21-29.
- Westergaard, G. C., and Fragaszy, D. M. (1985)**. Effects of manipulatable objects on the activity of captive capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Zoo Biology*, 4, 317–327.
- Wild, C., Morgan, B. J., and Dixson, A. (2005)**. Conservation of drill populations in Bakossiland, Cameroon: historical trends and current status. *International Journal of Primatology*, 26, 759–773.
- Wilson, S. F. (1982)**. Environmental influences on the activity of captive apes. *Zoo Biology*, 1, 201–209.
- Wilson, E. O. (2002)**. The future life. Alfred A. (Ed.) Knopf Doubleday Publishing Group, New York, USA.
- Wilson, M. L., Bloomsmith, M. A., and Maple, T. L. (2004)**. Stereotypic swaying and serum cortisol concentrations in three captive African elephants (*Loxodonta africana*). *Animal Welfare*, 13, 39-43.
- Wojciechowski, S. (2004)**. Introducing a fourth primate species to an established mixed-species exhibit of African monkeys. *Zoo Biology*, 23, 95–108.
- Wolper, C. (1995)**. A hammock in the rain forest for chimpanzees. *Shape of Enrichment*, 4, August, 1-2.

**Wood, W. (1998).** Interactions among environmental enrichment, viewing crowds, and zoo chimpanzees (*Pantroglodytes*). *Zoo Biology*, 17, 211–230.

**Young, R. (2003).** Environmental enrichment for captive animals. *UFAW Animal Welfare Sciences*. Blackwell Science Publishing Ltd., Oxford, United Kingdom.

**Zimmerman, A., Hatchwell, M., Dickie, L., and West, C. (2007).** *Zoos in the 21<sup>st</sup> Century: Catalysts for conservation?*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

**Zucker, E. L., Deitchman, M., and Watts, E. (1991).** Behavioral evaluation of exhibit modifications designed to accommodate an aged diana monkey. *Zoo Biology*, 10, 69–74.



