

ENRIQUECIMIENTO SENSORIAL EN GRANDES FELINOS EN CAUTIVIDAD (ZOOLOGICO TERRA NATURA MURCIA)

Sensorial enrichment in big felines in Terra Natura Murcia Zoo.

Urrutia-Mazzuca, L.¹; Hevia-Méndez, M.L.^{1*}; Escribano, D.¹; Navarro, R.²

1. Facultad de Veterinaria. Campus de Espinardo. Universidad de Murcia.

2. Parque Terra Natura. Murcia.

Autor de correspondencia: M.L. Hevia-Méndez, hevia@um.es

Tipo de artículo: Trabajo Fin de Grado (Veterinaria)

Enviado: 7/11/2022

Aceptado: 22/02/2022

RESUMEN

Las condiciones de los animales salvajes en cautividad en los parques zoológicos han ido cambiando a lo largo de los años, buscando fundamentalmente mejorar el bienestar de los animales. Los primeros cambios, que afectaban a el diseño de alojamientos y espacio por animal, han sido implementados con otras medidas que consisten en la introducción de enriquecimiento ambiental de modo que las condiciones de vida en estos centros se asemejen en cierta medida al estilo de vida de cada una de las especies de animales en el medio natural

En el presente estudio, se ha ensayado un enriquecimiento de tipo sensorial en grandes felinos del centro zoológico Terra Natura Murcia (6 leones, 2 leopardos y 2 linces) a través de olores. Para ello se han utilizado dos productos, uno sintético comercializado con el nombre de Feliway® (análogo sintético de la feromona F3 felina) y otro natural, esencia de lavanda concentrada con el fin de valorar el efecto que producen tanto en el comportamiento de los animales, mediante la realización de etogramas como en los posibles niveles de estrés a partir de la medición de cortisol en heces.

Las observaciones del comportamiento y su recogida en etogramas, así como la recogida de muestras fecales fueron realizadas antes y después de la aplicación de los estímulos sensoriales. Los resultados del etograma mostraron aumento de la actividad de los animales con comportamientos como olfateo y restregarse además de la aparición de nuevos comportamientos como atacar/jugar o saltar/trepas. Los resultados de cortisol en heces

no permitieron concluir que se produzca una disminución del estrés en los animales, sin embargo, esto puede ser debido a la falta de individualización de las muestras y el limitado número de las mismas. Por lo tanto, y, aunque son necesarios más estudios, el uso de estos productos podría mejorar el bienestar de los animales presentes en el Parque Terra Natura Murcia.

Palabras clave: bienestar animal, enriquecimiento ambiental, parque zoológico.

ABSTRACT

Conditions for wild animals in captivity in zoological parks have been in constant change throughout the years, to improve animal welfare. One of the proposed methods was the introduction of sensorial enrichment in these centres trying to make them resemble as much as possible the animals' lifestyle in their natural habitat.

In this study, a sensorial enrichment has been tested in big felines from the zoological centre Terra Natura Murcia (6 lions, 2 leopards and 2 lynx) using scents. For this purpose, two products were tested, being one a synthetic product commercialised as Feliway® (synthetic analogue of the feline pheromone F3) and the other a natural concentrated lavender essence with the intention of surveying their effects on the animals' behaviour and their possible stress levels measuring faecal cortisol levels.

Both the ethograms and the faecal sample collection took place before and after the introduction of the tested scents. The ethogram's results indicated an increase in the behaviours such as smelling and rubbing against each other as well as the appearance of new behaviours such as attacking/playing or jumping/climbing up. The results of the measurements of faecal cortisol could not prove a decrease in stress levels due to lack of sample individualisation and limited number of samples. Despite the need of further studies, this study shows that the use of the tested products could improve animal welfare in Terra Natura Murcia.

Key words: animal welfare, environmental enrichment, zoo.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, los seres humanos han sentido curiosidad por conocer las especies de animales que habitan en el planeta, así como por coleccionarlas. Surgieron así, los primeros zoológicos, los cuales han ido variando sus funciones a lo largo de los años. Tras comenzar como simples centros de exhibición ("Casa de fieras del Retiro" Madrid, primer zoológico en España fundado en 1774), han pasado a convertirse en centros con distintas funciones entre las que se incluye la de conservación de especies (Morrone & Fortino, 1997). Según la legislación vigente, sobre conservación de la fauna silvestre en los parques zoológicos, (Ley 31/2003) "los parques zoológicos deben ser una fuente de conocimientos científicos que esté a disposición de universidades, de instituciones dedicadas a la investigación y de organizaciones comprometidas con la conservación de la naturaleza, a fin de que estas entidades puedan contribuir no

sólo a la conservación «ex situ» de las especies silvestres, sino también a su conservación «in situ» a medida que sus hábitats se van reduciendo y su distribución geográfica se va haciendo más fragmentada". Tiene como objeto dicha Ley asegurar la protección de la fauna silvestre, para lo cual es necesario no solo aspectos relacionados con instalaciones adecuadas a cada especie sino también proporcionar un entorno adecuado que garantice el bienestar de los animales.

Ahora bien, la sensibilización de la sociedad junto con el avance en las investigaciones científicas ha determinado que el concepto de Bienestar Animal se haya ido modificando con el tiempo. En la actualidad, a través de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) en 2017 se adoptó la primera estrategia mundial de bienestar animal señalando que el bienestar animal determina "el estado físico y mental de un animal en relación con las condiciones en las que vive y muere". Así, se ha de tener en cuenta

que el bienestar de los animales es un concepto multidimensional que hace referencia al estado en el que se encuentra el animal y que abarcará cuatro criterios o aspectos fundamentales a los que está ligado ese estado de bienestar, que son: buena alimentación, alojamientos correctos, estado sanitario adecuado y comportamiento apropiado a la especie en estudio.

Con respecto a la fauna silvestre en la legislación vigente (Ley 31/2003, de conservación de la fauna silvestre en los parques zoológicos), establece que se deben alojar los animales en condiciones que permitan la satisfacción de sus necesidades biológicas y de conservación, proporcionar a cada una de las especies un enriquecimiento ambiental de sus instalaciones y recintos, al objeto de diversificar las pautas de comportamiento que utilizan los animales para interactuar con su entorno. También mejorar su bienestar y, con ello, su capacidad de supervivencia y reproducción y prevenir la transmisión de plagas y parásitos de procedencia exterior a los animales del parque zoológico, y de éstos a las especies existentes fuera del mismo.

Con el fin de evaluar el bienestar de los animales se utilizan distintos indicadores que se pueden agrupar en dos tipos, los dependientes del propio animal y los dependientes del ambiente en el que vive (Manteca, 2015). Los indicadores que se van a utilizar en este estudio se encuadran dentro de los dependientes del animal, más concretamente cambios observados en el comportamiento que es un indicador objetivo con el que se puede medir el bienestar de los animales (Manteca & Salas, 2015). Como complemento al indicador etológico se utilizará un indicador fisiológico frecuentemente utilizado para evaluar el bienestar como es la concentración de cortisol utilizando para ello muestras no invasivas, más concretamente heces de los animales a estudio.

Buscando una mejora del bienestar de los animales en los parques zoológicos, diferentes estudios realizados recogidos, en la bibliografía científica, señalan que las condiciones de los

alojamientos en los que viven los animales van a afectar de manera decisiva en su bienestar. Pero no solo por las dimensiones de los mismos sino que se ha comprobado que la falta de actividad o posibilidad de realizar actividad física por falta de motivación afectaba a la mayoría de los animales silvestres y daba lugar a la manifestación de comportamientos indeseados en los animales como consecuencia del tedio o aburrimiento. Una propuesta para disminuir estos comportamientos y aumentar el bienestar de los animales es la implementación de enriquecimiento ambiental, con la introducción de nuevos estímulos, que van a promover los comportamientos naturales de las especies en detrimento de aquellos comportamientos extraños o estereotipias (Tuite, Moss, Phillips, & Ward, , 2022). Las estereotipias son ampliamente utilizadas como indicadores de falta de bienestar (Pitsko, Kennedy, Grossman, & Kelly, 2003), aunque es importante destacar que estas pueden fijarse en la conducta de un animal tras realizarlas este durante tiempos prolongados.

El enriquecimiento ambiental consiste en la modificación del medio ambiente en el que se encuentra un animal o un grupo de animales y tiene como objetivo mejorar el bienestar psicológico y físico de los animales en cautiverio proporcionándoles estímulos ambientales que ayuden a satisfacer sus necesidades conductuales y psicológicas (Khoshen, 2013). Es una herramienta que permite asemejar el ambiente en el que se encuentran los animales al ambiente natural de su especie.

Existen distintos tipos de enriquecimiento ambiental según sea el estímulo que se utiliza. Los tipos de enriquecimiento más utilizados son:

- Enriquecimiento sensorial logrado mediante estímulos de distintos tipos que son captados por los órganos de los sentidos.
- Enriquecimiento nutricional cuyo objetivo es lograr que el animal investigue y manipule objetos para obtener el alimento.

- Enriquecimiento ocupacional logrado añadiendo elementos que fomenten la actividad y un gasto energético por parte del animal.
- Enriquecimiento social fomentando relaciones intraespecíficas o interespecíficas.
- Enriquecimiento físico añadiendo elementos al hábitat del animal adaptados a su especie y tamaño.

Dentro del enriquecimiento sensorial, se pueden aplicar olores que puedan ser percibidos por los animales. Estos pueden ser olores específicos del hábitat natural de los animales (orina, heces o pelo de presas o depredadores), olores distintos a los de su hábitat natural (aceites esenciales de lavanda, romero, menta...) o incluso semioquímicos, como feromonas de la especie estudiada o pertenecientes a otras especies. Ahora bien, se desconoce la relevancia de la introducción de olores del hábitat natural de los animales en el caso de animales que no han estado expuestos a ellos con anterioridad. Por el contrario, la exposición a olores no pertenecientes a su hábitat natural como la lavanda, camomila y el sándalo ha demostrado reducir la ansiedad de los animales, así como lograr efectos positivos (Wells, 2009).

El uso de feromonas en grandes felinos está aún en proceso de estudio. No se suele hacer uso de feromonas específicas de la especie estudiada, sino pertenecientes al gato doméstico, como es la feromona facial del gato F3 (comercializada como Feliway®). Esta hormona ha logrado aumentar los comportamientos de juego en leones (Martínez-Macipe, Lafont-Lecuelle, Manteca, Pageat, & Cozzi, 2015), además de facilitar la incorporación de tigres a un recinto en el que ya hay otros tigres presentes (Gaultier, Falewee, Bougrat, L., & Anpageat, 2005).

Con este estudio se pretende comprobar la eficacia del enriquecimiento sensorial en grandes felinos y si este afecta al comportamiento de los animales de forma positiva

o no. Para ello se utilizarán dos estímulos olorosos por separado aplicados en la zona de esparcimiento de los animales en días distintos, pero siempre a la misma hora. Los estímulos olorosos utilizados son el producto comercial “Feliway®”, y la esencia de lavanda concentrada.

Los indicadores de bienestar analizados serán de dos tipos, comportamental y fisiológico. Así, se evaluarán por un lado las variaciones en el comportamiento de los animales antes y después del enriquecimiento mediante etogramas y, de forma complementaria, la concentración de cortisol excretado en heces en ausencia y presencia de las dos sustancias utilizadas para el enriquecimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales y hábitat

Este estudio se ha llevado a cabo en el centro zoológico Terra Natura Murcia, situado en la ciudad de Murcia. El recinto está dividido en distintas zonas separadas por hábitats que recogen animales de la Península Ibérica, el continente asiático y el continente africano. En total cuenta con más de 50 especies de animales.

Los animales en los que se ha realizado el estudio (Tabla 1) son los siguientes:

- Leones africanos (*Panthera leo leo*)
- Leopardos de Sri-Lanka (*Panthera pardus kotiya*)
- Lince ibérico (*Lynx pardinus*)

Los animales se encuentran alojados en cobijos individuales durante el periodo nocturno que abarca desde el cierre hasta una hora antes de la apertura del centro zoológico (19:00h a 9:00h) y en una pradera expuestos al público durante el día. La estancia de los leones en la pradera se rota por parejas cada seis horas, de modo que los leones del último turno, Scar y Alber, no coinciden físicamente con la presencia del público en el zoo.

Tabla 1. Identificación de los animales que participan en el estudio.

Nombre	Especie	Sexo	Esterilización	Edad	Lugar de nacimiento	Hora de salida a la pradera
Odín	<i>Panthera leo leo</i>	Macho	No	Subadulto	Zoológico Ozvaldhova	9:00h
Freya	<i>Panthera leo leo</i>	Hembra	No	Subadulto	Zoológico Ozvaldhova	
Thor	<i>Panthera leo leo</i>	Macho	Quirúrgica	Geriátrico	Zoo Terra Natura Murcia	14:00h
África	<i>Panthera leo leo</i>	Hembra	Química	Geriátrico	Zoo Terra Natura Murcia	
Alber	<i>Panthera leo leo</i>	Macho	No	Geriátrico	Zoo de Vigo	19:00h
Scar	<i>Panthera leo leo</i>	Macho	No	Geriátrico	Zoo de Vigo	
Zara	<i>Panthera pardus kotiya</i>	Hembra	No	Adulto	Royal Burguer Zoo	
Elijah	<i>Panthera pardus kotiya</i>	Hembra	No	Adulto	Zoolgicka Zahrada Bratislava	
Brisa	<i>Lynx pardinus</i>	Hembra	Quirúrgica	Geriátrico	Centro de cría el Acebuche	
Magreb	<i>Lynx pardinus</i>	Macho	Quirúrgica	Adulto	Centro nacional de cría de lince ibérico	

Tipo de enriquecimiento sensorial y aplicación

El enriquecimiento sensorial percibido por los animales por el sentido del olfato se aplicó en la pradera en el momento previo a la salida de los animales, coincidiendo con el momento en el que los cuidadores acondicionan las praderas. Se utilizaron para el enriquecimiento dos estímulos distintos, uno denominado Feliway® (análogo sintético de la feromona F3 felina) percibido por los animales por el órgano vomeronasal y otro con la sustancia olorosa de esencia de lavanda, espaciados al menos una semana para asegurar su eliminación de la pradera antes del siguiente enriquecimiento.

El producto utilizado Feliway Classic® (CEVA SALUD ANIMAL, S.A., Barcelona) viene comercializado en espray de 60ml y se utiliza a una concentración de 60ml/100m².

Ambos productos se aplicaron mediante pulverización en superficies verticales distintas al suelo. Para el rociado en partes verticales se ha tenido en cuenta la bibliografía científica que señala que los felinos marcan su territorio en superficies verticales mediante arañazos, restregándose y/o orinando y en este caso adoptando posturas diferentes a la utilizada para la eliminación de orina. Se repartieron por todo el recinto de la forma más homogénea posible. Para la aplicación del Feliway® se necesitó la ayuda de entre dos y cuatro personas para completar la aplicación a tiempo.

Método de muestreo

El método de muestreo consiste en la realización y aplicación de etogramas y recogida de muestras de heces de los animales en la pradera en la hora previa a la salida de los animales a la misma.

Diseño de etogramas

Para el estudio se diseñó un modelo de etograma común a todas las especies de felinos según la

recomendación de estandarización de etogramas de (Stanton,., Sullivan, & Fazio, 2015; Kusmarani, Sjahfirdi, & Sunarto, 2019). Posteriormente, se hizo una observación inicial de los animales en la cual se descartaron gran parte de los comportamientos, principalmente estereotípias. Los distintos comportamientos observados se muestran en la tabla 2 en la que además de los comportamientos realizados se realiza una pequeña descripción de los mismos.

Se han realizado tres etogramas de una hora continua de observación para cada pareja de ani-

Tabla 2. Definición de los comportamientos del etograma.

Categoría	Comportamiento	Descripción del comportamiento
Descanso	Acostarse	El felino se encuentra en posición horizontal sobre el suelo en posición fetal o sobre espalda/abdomen/lateral.
	Estación	El felino mantiene sus cuatro extremidades extendidas y apoyadas en el suelo, soportando su peso y sin desplazarse.
	Autoacicalamiento	El felino lame, muerde y/o rasca su propio pelaje para limpiarlo.
Alimentación	Comer/Beber	Ingestión de comida que incluye masticación y deglución, y deglución de agua.
Actividad	Caminar	Locomoción lenta hacia adelante.
	Aproximación	El felino se acerca a un objeto u animal mientras lo mira.
	Saltar/trepar	El felino asciende/desciende hacia plataforma o estructura.
	Arañar/rascar	El felino utiliza las uñas para arañar un modificador.
	Correr	Locomoción rápida hacia adelante, de mayor velocidad que caminar.
	Restregarse	El felino se frota contra una superficie, objeto u animal.
	Revolcarse	El felino rueda sobre sí mismo frotándose contra el suelo.
	Manipular objeto	El felino utiliza cualquier parte del cuerpo para mover, tocar y/o sujetar un objeto.
Socialización	Lamer objeto	El felino lame una superficie y/o objeto un mínimo de tres veces.
	Acicalamiento social	El felino lame, muerde y/o rasca el pelaje de otro individuo.
	Atacar/jugar	Interacción del felino con algo sin intención de dañar y/ o salto hacia un objeto o animal con la intención de pelear. Incluye movimientos de agacharse, esconderse y acechar.
Otros comportamientos	Gruñir	El felino produce un sonido amenazante mirando a otro animal.
	Olfatear	El felino huele un modificador inhalando por la nariz.
	Comer hierba	El felino ingiere hierba del suelo. Incluye masticación y puede incluir o no deglución.
	Vocalizar	El felino produce sonidos o llamadas que se originan en la garganta y boca.
Estereotípias	Orinar/defecar	El felino micciona y/o defeca. El animal puede encontrarse en estación o agachado.
	Deambular	Locomoción repetitiva con un patrón fijo y sin objetivo aparente. Debe observarse al menos dos veces seguidas para contar como estereotípia.

males, iniciándose en el momento de su salida a la pradera. Uno de los etogramas se realizó en ausencia de cualquier tipo de enriquecimiento y los otros dos tras la aplicación de Feliway® y de esencia de lavanda, respectivamente. Con el objeto de adaptar la aplicación de los etogramas al personal no familiarizado con ellos, los distintos comportamientos observados fueron registrados cronológicamente, así como su duración. Posteriormente, se realizó una puesta en común de los datos y términos utilizados por parte del personal no especializado para su correcta interpretación. Los datos se trasladaron a una tabla Excel® ya corregidos. Se indicó para cada comportamiento su duración, el porcentaje de tiempo que representaba en cuanto al tiempo total de la observación y el número de veces que se observó.

Recogida, almacenamiento de muestras fecales y medición del cortisol en heces

De forma simultánea a los etogramas, se recogieron muestras de heces colectivas de las praderas para cada pareja de animales. Se tomaron al menos dos muestras por cada pareja, según la disponibilidad. Se almacenaron en botes herméticos y se mantuvieron en congelación a -20°C hasta su análisis en el laboratorio. El procesado de las muestras y análisis del cortisol fue llevado a cabo por el Laboratorio Interdisciplinar de Análisis Clínicos (Interlab-UMU) de la Universidad de Murcia. Las concentraciones de cortisol fueron expresadas en nanogramos por gramo de heces.

Tratamiento de los datos

El tratamiento de los datos del etograma se realizó utilizando el programa IBM SPSS Statistics 27.0.1 (2021)®. Se hizo un análisis descriptivo con los datos obtenidos de todas las especies, así como una prueba no paramétrica de Wilcoxon para los datos obtenidos en leones (N=6). No se comparan entre sí las distintas especies debido a sus diferencias comportamenta-

les interespecíficas. El tratamiento estadístico de los datos de cortisol en heces se efectuó utilizando el programa Excel® comparando las diferencias y magnitudes de cambio entre el basal y el obtenido tras la aplicación del enriquecimiento.

RESULTADOS

Datos etograma

El análisis de los datos de comportamiento de cada animal queda reflejado en la tabla 3, con los datos agrupados por especie. En esta tabla se recogen los valores medios de duración de cada comportamiento según el tipo de enriquecimiento en las distintas especies incorporando la desviación estándar y los valores mínimo y máximo.

Se puede observar que en todas las especies aparecen nuevos comportamientos al aplicar los distintos tipos de enriquecimiento sensorial. Aunque se observa un aumento en la duración de varios comportamientos para cada especie, el tamaño muestral es insuficiente para demostrar que este aumento sea estadísticamente significativo.

En los leones, con el uso de tanto Feliway® como de esencia de lavanda, aparecen los comportamientos de atacar/jugar (medias de 0,40min y 1,23min respectivamente), restregarse (medias de 2,70min y 7,50min respectivamente), lamer objetos (medias de 0,17min y 1,83min respectivamente) y manipular objetos (medias de 3,33 y 0,50min respectivamente). Además, con el uso de Feliway® aparece el comportamiento de acicalamiento social (media de 2min).

En las leopardas, ante el enriquecimiento con Feliway® y esencia de lavanda, aparecen los comportamientos de correr (medias de 2min y 0,75min respectivamente) y comer hierba (3,5min y 1min, respectivamente) y desaparece el comportamiento de acicalamiento social. Ante el uso de Feliway® también aparecen los comportamientos de vocalizar (media de 1min), orinar/defecar (media de 0,5min) y beber/comer (media de 0,5min).

Tabla 3. Comportamientos según tipo de enriquecimiento y especie (Tiempo de observación 1 hora). χ^2

Especie	Comportamiento	Sin enriquecimiento	Feliway®	Lavanda
		Media+/- Desv. Est. (Min-Max)	Media+/- Desv. Est. (Min-Max)	Media+/- Desv. Est. (Min-Max)
L E Ó N	Acostarse	51,5 +/- 5,32 (45,0-58,0)	46,8 +/-10,4(32,0-57,0)	48,3 +/-4,3(41,0-52,0)
	Estación	1,37 +/-1,33 (0,0-3,0)	1,83 +/-0,7(1,0-3,0)	1,70 +/-2,63(0,0-7,0)
	Caminar	4,83 +/- 2,32 (1,0-7,0)	6,17+/-5,7(1,0-17,0)	5,67 +/-4,2(1,0-13,0)
	Aproximación	1,12 +/- 0,60 (0,2-2,0)	1,00 +/-0,6(0,0-2,0)	1,20 +/-1,4(0,0-4,0)
	Saltar/trepar	1,00 +/- 0,89 (45,0-58,0)	0,2 0+/-0,4(0,0-1,0)	0,17 +/-0,4(0,0-1,0)
	Arañar/Rascar	0,42 +/- 0,80 (0,0-2,0)	0,20 +/-0,4(0,0-1,0)	0,37 +/-0,8(0,0-2,0)
	Atacar/jugar	0,00 +/-0,00 (0,0-0,0)	0,40 +/-0,4(0,0-1,0)	1,23 +/-1,8(0,0-4,0)
	Vocalizar	0,67 +/-1,21 (0,0-3,0)	1,37 +/-2,4(0,0-6,0)	0,75 +/-1,2(0,0-3,0)
	Correr	0,08 +/- 0,20 (0,0-0,5)	0,40 +/-0,4(0,0-1,0)	0,57 +/-0,8(0,0-2,0)
	Olfatear	3,33 +/- 2,66 (0,0-8,0)	27,17 +/-20,1(6,0-50,0)	16,83 +/-9,4(6,0-31,0)
	Orinar/Defecar	0,03 +/- 0,08 (0,0-0,2)	0,37 +/-0,3(0,0-1,0)	0,07 +/-0,1(0,0-0,2)
	Beber/Comer	0,13 +/- 0,10 (0,0-0,2)	1,37 +/-1,6(0,0-4,0)	0,13 +/-0,1(0,0-0,2)
	Comer hierba	0,08 +/- 0,20 (0,0-0,5)	1,00 +/-2,4(0,0-6,0)	1,00 +/-2,4(0,0-6,0)
	Restregarse	0,00 +/-0,00 (0,0-0,0)	2,70 +/-2,7(0,2-8,0)	7,50 +/-2,8 (2,0-9,0)
	Autoacicalamiento	0,33 +/-0,08(0,0-2,0)	0,17 +/-0,4(0,0-1,0)	1,25 +/-2,4(0,0-6,0)
Acicalam. social	0,00 +/-0,00 (0,0-0,0)	2,00 +/-4,0(0,0-1,0)	0,00 +/-0,0(0,0-0,0)	
Revolcarse	0,33 +/-0,52 (0,0-1,0)	0,00 +/-0,0(0,0-0,0)	0,50 +/-0,8(0,0-2,0)	
Deambular	0,00 +/-0,00 (0,0-0,0)	0,50 +/-1,2(0,0-3,0)	0,00 +/-0,0(0,0-0,0)	
Lamer objeto	0,00 +/-0,00 (0,0-0,0)	0,17 +/-0,4 (0,0-1,0)	1,83 +/-3,6(0,0-9,0)	
Manipular objeto	0,00 +/-0,00 (0,0-0,0)	3,33 +/-8,1 (0,0-20,0)	0,50 +/-1,2(0,0-3,0)	
L E O P A R D O	Acostarse	38,00 +/-1,41 (37,0-39,0)	33,50 +/-7,7 (28,0-39,0)	40,00 +/-4,2(37,0-43,0)
	Estación	3,50 +/-2,12 (2,0-5,0)	3,00 +/-1,4 (2,0-4,0)	2,00 +/-1,4(1,0-3,0)
	Caminar	12,50 +/-2,12 (11,0-14,0)	13,00 +/- 4,2 (10,0-16,0)	11,00 +/-0,0(11,0-11,0)
	Aproximación	1,50 +/-0,71 (1,0-2,0)	4,00 +/-1,4 (3,0-5,0)	1,50 +/-0,7(1,0-2,0)
	Saltar/trepar	0,50 +/-0,71 (0,0-1,0)	1,00 +/-1,4 (0,0-2,0)	3,25 +/-1,8(2,0-4,5)
	Arañar/Rascar	1,00 +/-1,41 (0,0-2,0)	1,50 +/-0,7 (1,0-2,0)	0,50 +/-0,7(0,0-1,0)
	Atacar/jugar	4,00 +/-0,00 (4,0-4,0)	3,50 +/-3,5 (1,0-6,0)	1,50 +/-0,7(1,0-020)
	Vocalizar	0,00 +/-0,00 (0,0-0,0)	1,00 +/-0,1 (0,0-0,2)	0,00 +/-0,0(0,0-0,0)
	Correr	0,00 +/-0,00 (0,0-0,0)	2,00 +/-1,4 (1,0-3,0)	0,75 +/-0,3(0,5-1,0)
	Olfatear	8,00 +/-9,90 (1,0-15,0)	5,50 +/-6,3 (1,0-10,0)	10,00 +/-2,8(8,0-12,0)
	Orinar/Defecar	0,00 +/-0,00 (0,0-0,0)	0,50 +/-0,7 (0,0-1,0)	0,00 +/-0,0(0,0-0,0)
	Beber/Comer	0,00 +/-0,00 (0,0-0,0)	0,50 +/-0,7 (0,0-1,0)	0,00 +/-0,0(0,0-0,0)
	Comer hierba	0,00 +/-0,00 (0,0-0,0)	3,50 +/-4,9 (0,0-7,0)	1,00 +/-1,4(0,0-2,0)
	Restregarse	3,50 +/-3,54 (1,0-6,0)	3,50 +/-0,7 (3,0-4,0)	8,50 +/-10,6(1,0-16,0)
	Autoacicalamiento	3,50 +/-3,54 (1,0-6,0)	4,50 +/-4,9 (1,0-8,0)	0,25 +/-0,3(0,0-0,5)
Acicalam. social	0,20 +/-0,00 (0,2-0,2)	0,00 +/-0,0 (0,0-0,0)	0,00 +/-0,0(0,0-0,0)	
Revolcarse	0,25 +/-0,35 (0,0-0,5)	3,50 +/-4,9 (0,0-7,0)	2,00 +/-2,8(0,0-4,0)	
Gruñir	0,50 +/-0,71 (0,0-1,0)	1,50 +/-0,7 (1,0-2,0)	0,25 +/-0,3(0,0-0,5)	
Manipular objeto	0,10 +/-0,14 (0,0-0,2)	0,00 +/-0,0(0,0-0,0)	0,00 +/-0,0(0,0-0,0)	
L I N C E	Acostarse	57,50 +/-0,71 (57,0-58,0)	55,50 +/-2,1(54,0-57,0)	57,50 +/-0,7(57,0-58,0)
	Estación	0,50 +/-0,71 (0,0-1,0)	1,50 +/-0,7(1,0-2,0)	0,35 +/-0,2(0,2-0,5)
	Caminar	2,00 +/-0,00 (2,0-2,0)	2,50 +/-2,1(1,0-4,0)	1,50 +/-0,7(1,0-2,0)
	Saltar/trepar	0,00 +/-0,00 (0,0-0,0)	0,50 +/-0,7(0,0-1,0)	0,10 +/-0,1(0,0-0,2)
	Arañar/Rascar	0,00 +/-0,00 (0,0-0,0)	0,50 +/-0,7(0,0-1,0)	0,50 +/-0,7(0,0-1,0)
	Correr	0,00 +/-0,00 (0,0-0,0)	0,10 +/-0,1(0,0-0,2)	0,25 +/-0,3(0,0-0,5)
	Olfatear	1,50 +/-2,12 (0,0-3,0)	1,50 +/-0,7(1,0-2,0)	1,10 +/-1,3(0,2-2,0)
	Orinar/Defecar	0,20 +/-0,00(0,2-0,2)	0,60 +/-0,5(0,2-1,0)	0,10 +/-0,1(0,0-0,2)
	Autoacicalamiento	7,50 +/-3,54 (5,0-106,0)	53,00 +/-2,8(51,0-55,0)	52,00 +/-7,1(47,0-57,0)

Los linces, en ausencia de enriquecimiento, tan solo efectúan los comportamientos de acostarse (media de 57,5min), estación (media de 0,5min), caminar (media de 2min), olfatear (media de 1,5min), orinar/defecar (media de 0,2min) y autoacicalamiento (media de 7,5min). El comportamiento que realizan durante más tiempo es acostarse, tanto sin enriquecimiento como con enriquecimiento con Feliway® y con esencia de lavanda (medias de 57,5min, 55,5min y 57,5min respectivamente), seguido del autoacicalamiento ante el enriquecimiento con Feliway® y con esencia de lavanda (medias de 53min y 52min, respectivamente).

Cuando se someten al enriquecimiento con Feliway® y con esencia de lavanda, aparecen los comportamientos de saltar/trepar (0,5min y 0,1min, respectivamente), arañar/rascar (0,5min ambos) y correr (0,1 y 0,25min, respectivamente).

Se lleva a cabo una comparación por pares de las duraciones de cada comportamiento (sin enriquecimiento con Feliway®, sin enriquecimiento con esencia de lavanda y Feliway® con esencia de lavanda) según el tipo de enriquecimiento con la prueba de Wilcoxon®.

En los leones se observa un aumento significativo de la duración de los comportamientos de olfateo y restregarse ante el uso de tanto Fe-

Tabla 4. Valores de p de la prueba de Wilcoxon para los análisis realizados en leones.

Comportamiento	Duración			Nº veces		
	s/E vs Feliway®	s/E vs lavanda	Feliway® vs lavanda	s/E vs Feliway®	s/E vs lavanda	Feliway® vs lavanda
Acostarse	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Estación	NS	NS	NS	0,025	NS	NS
Caminar	NS	NS	NS	0,043	NS	NS
Aproximación	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Saltar/trepar	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Arañar/Rascar	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Atacar/jugar	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Vocalizar	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Correr	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Olfatear	0,028	0,027	NS	0,027	NS	NS
Orinar/Defecar	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Beber/Comer	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Comer hierba	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Restregarse	0,027	0,024	NS	0,026	0,027	NS
Autoacicalam.	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Acicalam. social	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Revolcarse	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Gruñir	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Deambular	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Lamer objeto	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Manipular objeto	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Valores inferiores a 0,05 indican variaciones estadísticamente significativas. Para los valores superiores a 0,05, se indica “NS” como “no significativo”. (s/E sin enriquecimiento)

liway® (media de 27,17min y 2,7min, respectivamente) como esencia de lavanda (media de 16,83min y 7,5min, respectivamente) frente a la ausencia de enriquecimiento (media de 3,33min y 0min, respectivamente). También aumenta significativamente el número de veces que se realizan estos comportamientos con Feliway® (media 7,17min) frente a sin enriquecimiento (media 2,67min) en el caso del olfateo y con tanto Feliway® (media 3,17 min) como lavanda (media 3,5min) frente a sin enriquecimiento (media 0 min) en el caso de restregarse.

El número de veces que se realizan los comportamientos de estación y caminar varía significativamente entre el enriquecimiento con Feliway® (media de 2 y 7,17 veces respectivamente) y la ausencia de enriquecimiento (media de 1,17 y 2,17 veces respectivamente).

En la tabla 4 se muestran los valores de p de la prueba de Wilcoxon para los análisis realizados en leones, señalando que valores inferiores a 0,05 indican variaciones estadísticamente significativas.

El tamaño muestral de leones (N=6) permite hacer un análisis inferencial, aunque el ran-

go de edad de los distintos individuos es muy amplio. Dos de las parejas son de ejemplares geriátricos mientras que la otra es de animales subadultos. En las Figuras 1 y 2 se puede comprobar que la medición de la duración de cada comportamiento es distinta para cada grupo de edad y los distintos tipos de enriquecimiento.

Cortisol en heces

Los valores medios de cortisol en heces para las distintas parejas de animales quedan recogidos en la tabla 5.

Como se desprende en dicha tabla, en leones, la concentración de cortisol en heces abarca un rango de entre 20,65 ng cortisol/g heces hasta 41,25 ng cortisol/g heces. En los leopardos, la concentración de cortisol en heces es mayor que en leones, en un rango de 111,45 ng cortisol/g heces a 177,78 ng cortisol/g heces. La concentración de cortisol en heces para lince muestra valores intermedios entre los de leones y leopardos, encontrándose en un rango de entre 44,98 ng cortisol/g heces y 80,40 ng cortisol/g heces.

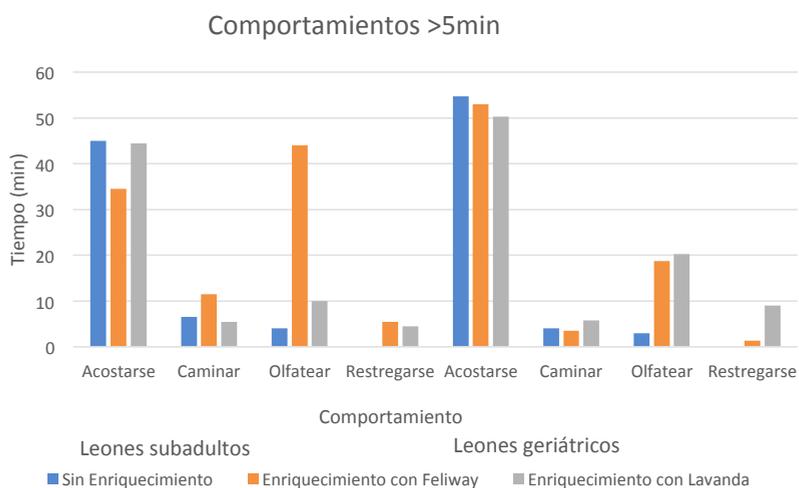


Figura 1. Duración de los comportamientos medios superiores a 5 minutos en leones según la edad (subadultos y geriátricos) y el tipo de enriquecimiento.

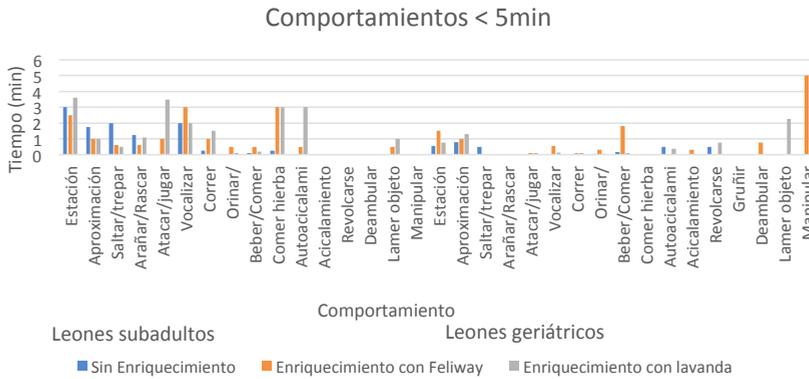


Figura 2. Duración de los comportamientos medios inferiores a 5 minutos en leones según la edad (subadultos y geriátricos) y el tipo de enriquecimiento.

Tabla 5. Valores medios de cortisol en heces.

Especie	Animal	Edad	Enriquecimiento	Cortisol (ng/g heces)	Desviación estándar
León	Odín y Freya	Subadulto	No	17,5	0
	Odín y Freya	Subadulto	Feliway®	54,2	0
	Odín y Freya	Subadulto	Lavanda	41,25	30,19
	Thor y África	Geriátrico	No	29,10	0
	Thor y África	Geriátrico	Feliway®	45,90	7,78
	Thor y África	Geriátrico	Lavanda	38,50	35,92
	Scar y Albert	Geriátrico	No	53,10	0
	Scar y Albert	Geriátrico	Feliway®	27,95	9,55
	Scar y Albert	Geriátrico	Lavanda	20,65	12,66
Leopardo	Zara y Elijah	Adulto	No	177,78	52,44
	Zara y Elijah	Adulto	Feliway®	111,45	40,38
	Zara y Elijah	Adulto	Lavanda	136,70	56,32
Lince	Brisa y Magreb	Geriátrico/ Adulto	No	44,98	10,11
	Brisa y Magreb	Geriátrico/ Adulto	Feliway®	80,40	17,96
	Brisa y Magreb	Geriátrico/ Adulto	Lavanda	61,40	5,23

Valores medios de cortisol expresados en nanogramos de cortisol por gramo de heces para cada pareja de animales sin enriquecimiento aplicado (No), con Feliway® y con esencia de lavanda.

DISCUSIÓN

En este trabajo se estudia la posible utilización de dos productos Feliway® y esencia de lavanda concentrada por su efecto beneficioso

en el comportamiento de los animales salvajes en cautividad y posible utilización como enriquecimiento ambiental en grandes felinos de zoo.

Diversos estudios llevados a cabo en gatos demuestran que el enriquecimiento con Fe-

liway® y con lavanda fomentan la relajación de los animales estudiados (Soares, Fragoso, Beck, Lavigne, Severo & da Graça, 2015; Goodwin & Reynolds, 2018). Extrapolando estas propiedades para el caso de grandes felinos, se podría esperar que, tras la aplicación de un enriquecimiento olfativo con Feliway® y esencia de lavanda, aumente la duración de los comportamientos de descanso y/o interacción con la esencia en detrimento de los comportamientos de actividad.

En el presente estudio, los principales cambios observados en el etograma consisten en la aparición de nuevos comportamientos y en el aumento significativo de la expresión de los comportamientos de olfatear y restregarse en leones. A su vez, también aumentan los comportamientos de orinar y defecar, lo que podría indicar un aumento de actividades asociadas a marcaje del territorio, buscando los leones impregnar con su olor las zonas implementadas con nuevos olores y que para ellos resultan desconocidos.

Ante la introducción de un nuevo estímulo olfativo, es esperable que aumenten los comportamientos de interacción con dicha esencia. Similarmente, en un estudio llevado a cabo en gatos de un refugio en Irlanda del norte, se apreció que los gatos aumentaban significativamente su interacción con paños bañados en esencia de lavanda en comparación con aquellos sin olor. Esta interacción se demostraba principalmente mediante olfateo del paño, descanso de una parte o la totalidad del cuerpo sobre el paño y/o jugar con él (Ellis & Wells, 2010). El producto Feliway® está sintetizado de una feromona propia de los gatos domésticos que, en condiciones naturales, se secreta en situaciones placenteras como es cuando los gatitos están en contacto con sus madres. Esto explicaría la tendencia a restregarse de los gatos, pero no de los leones.

Con respecto al aumento significativo del número de veces en que los leones realizan los comportamientos de estación y caminar ante el enriquecimiento con Feliway®, se podría aso-

ciar a la búsqueda de la fuente de esos estímulos olorosos que les resultan novedosos. El aumento de estos comportamientos de actividad podría ser beneficioso para el bienestar de los animales al disminuir el tedio o aburrimiento de estos y fomentar la actividad física.

Otro comportamiento que se ve aumentado es el autoacalamiento, comportamiento que se observa casi en exclusiva cuando los animales se encuentran en un ambiente que consideran seguro y desaparece en situaciones de estrés como señalan Hevia-Méndez, Quiles & Otal (2012).

Aunque no se pueda afirmar que hay una variación significativa de las concentraciones de cortisol en heces, debido al insuficiente tamaño muestral, que se aprecian al comparar los valores obtenidos en ausencia de enriquecimiento y tras su aplicación (Tabla 5). Este trabajo muestra que los valores de cortisol en heces aumentan con el uso de enriquecimiento en el caso de dos de las parejas de leones (Odín y Freya y África y Thor) además de en lince, en los que se llega a duplicar la cantidad de cortisol medida sin enriquecimiento (44,98 ng cortisol/g heces) tras el uso de Feliway® (80,40 ng cortisol/g heces). Por el contrario, los niveles de cortisol disminuyen tras la aplicación de enriquecimiento en la tercera pareja de leones (Scar y Alber) y en las leopardas. El que la respuesta difiera entre animales de la misma especie como sucede en los leones, también podría ser debido a su distinto horario en la pradera, en el que Scar y Albert además no coinciden con la presencia de visitantes o incluso a la distinta personalidad de los animales (Vaz, Bartley & Hunt, 2022). Por lo tanto, hay cambios respecto a los niveles previos. Sin embargo, estos aumentos y disminuciones se deben comprobar en una mayor cantidad de animales para asegurar su nivel de confianza y poder obtener conclusiones. Además, resultaría interesante registrar el volumen de visitantes para comprobar si los resultados pueden haberse visto afectados por

la diferencia de público (Szokalski, Litchfield, & Foster, 2012)

Los valores de cortisol en heces de leones son similares a las reportadas en otro estudio de leones del zoológico de Barcelona (11,25-22 ng cortisol/g heces) (Serres-Corral, Fernández-Bellon, Padilla-Solé, Carbajal, & López-Béjar, 2021), aunque mucho menor a las de leones en libertad en Kenia (450-900 ng cortisol/mg heces) (Creel, Christianson, & Schuette, 2013).

En comparación con estudios realizados en leopardos indios (*Panthera pardus fusca*), los valores obtenidos son mucho menores a los de un estudio efectuado en dos zoos de India (10400 \pm 3870 ng cortisol/g heces) (Panchal, Desai, & Ghosal, 2021) y algo menores que los obtenidos en leopardos de seis zoos de India (270 \pm 13 ng cortisol/g heces) (Vaz, Narayan, Kumar, Thenmozhi, Thiyagesan, & Baskaran 2017) y en leopardos en áreas de conservación (290-390 ng cortisol/g heces) (Ganswind, Webster, Burroughs, & Laver, P., 2018).

Los niveles de cortisol obtenidos en lince son muy inferiores a los de un estudio llevado a cabo en centros de cría de España y Portugal (500-2400 ng cortisol/g heces) (Pribbenow, Jewgenow, Vargas, Serra, Naidenko, & Dehnhard, 2014).

Una de las posibles causas de que los valores del presente estudio difieran con los de otros estudios, (Wasser, Hunt, Brown, Cooper, Crockett, Bechert, Millspaugh, Larson, & Monfort, 2000) podría ser la interrupción de la cadena de frío desde la excreción de las heces hasta su recogida que, sumado a las altas temperaturas, podría haber degradado el cortisol de las heces. La recogida de las heces se efectuó posteriormente al movimiento de animales entre la pradera y los cobijos, por lo que pueden haber transcurrido hasta seis horas entre la deposición de las heces y su recogida.

Como posible solución a este problema podría entrenarse a los animales para defecar en zonas determinadas en las que sea posible una recolección más rápida de las heces retrasando

la degradación del cortisol. También se puede repetir el estudio durante los meses de invierno ante temperaturas más bajas.

Entre las limitaciones de este trabajo destaca fundamentalmente el pequeño tamaño de muestra (N=10) siendo insuficiente el tamaño de muestra para las especies de leopardo y lince (N=2 para ambos) que tan solo permite tratar los datos obtenidos en ellos mediante un análisis descriptivo. Por lo tanto, en el futuro sería necesario ampliar el tamaño de la muestra con animales de otros centros zoológicos y valorando también si existen diferencias en la respuesta basadas en la edad del animal o en otros factores como el sexo. Además, en el caso de las muestras de heces no fue posible en la mayoría de los casos individualizar las muestras y tal vez sería necesario un mayor tiempo de exposición y una mayor recogida de muestras para valorar los posibles efectos a lo largo del tiempo.

Otra limitación es la utilización del cortisol como único indicador de estrés, ya que puede aumentar sus niveles ante tanto distrés como eutrés. Sería recomendable ampliar el estudio utilizando más biomarcadores que ayuden a distinguir entre ambos tipos de estrés y que puedan reflejar las distintas vías implicadas.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que el enriquecimiento sensorial mediante olores modifica el etograma de los animales aumentando los comportamientos relacionados con el bienestar.

El uso del producto Feliway® y la esencia de lavanda como enriquecimiento oloroso puede ser eficaz para mejorar el bienestar de los animales del zoo, al aumentar los comportamientos de estación y locomoción en detrimento del tiempo que permanecen acostados.

El aumento de la actividad de los animales podría mejorar la visión que tienen los visitantes del Parque Terra Natura de las condiciones de bienestar de los animales.

Los resultados del análisis de cortisol en heces no permiten concluir que se produzca una disminución del estrés en los animales.

Se debería realizar un muestreo de heces de forma individualizada por animal y de modo que se evite la posible degradación del cortisol por las condiciones ambientales.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a la empresa Terra Natura, Murcia por la posibilidad de llevar a cabo este estudio, al Laboratorio Interdisciplinar de Análisis Clínicos (Interlab-UMU) de la Universidad de Murcia por su labor y al Campus Internacional Mare Nostrum por la organización del Programa “Encuentro TF”.

REFERENCIAS

- Creel, S., Christianson, D., y Schuette, P. (2013). Glucocorticoid stress responses of lions in relationship to group composition, human land use and proximity to people. *Conservation Physiology*, 1. <https://doi.org/10.1093/conphys/cot021>
- Ellis, S. L. H., y Wells, D. L. (2010). The influence of olfactory stimulation on the behaviour of cats housed in a rescue shelter. *Applied Animal Behaviour Science*, 123(1–2), 56–62. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.12.011>
- Ganswind, A., Webster, A. B., Burroughs, R. E. J., y Laver, P. (2018). Non-invasive assessment of adrenocortical activity as a measure of stress in leopards *Panthera pardus*. *African Zoology*, 52(2).
- Gaultier, E., Falewee, C., Bougrat, L., y Anpa-geat, P. (2005). The introduction of a female tiger (*Panthera tigris*) in a pre-established group of two neutered males: A case study. *Current issues and research in veterinary behavioural medicine*.
- Goodwin, S., y Reynolds, H. (2018). Can aromatherapy be used to reduce anxiety in hospitalised felines? *The Veterinary Nurse*, 9(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.12968/vetn.2018.9.3.167>
- Hevia-Méndez, M. L., Quiles Sotillo, A., y Ota Salaverri, J. (2012). *Etología, bienestar y protección animal* (1st ed.). Diego Marín Librero Editor.
- Khoshen, H. (2013). *Enriquecimiento y Bienestar de mamíferos en cautiverio. Manual para Centro y Sur América, Panamá, República de Panamá*, MSc.
- Kusmarani, F. M., Sjahfirdi, L., & Sunarto, S. (2019). Application of digital ethogram in Sumatran tiger (*Panthera tigris sondaica*) behavioral observation at Ragunan Zoological Park, AIP Conference Proceedings, 2168. <https://doi.org/10.1063/1.5132509>
- Ley 31/2003, de 27 de octubre, de conservación de la fauna Silvestre en los parques zoológicos. BOE 258. BOE-A-2003-19800.
- Manteca Vilanova, X. (2015). Bienestar de animales de zoológico. Conceptos e indicadores (Vol. 1), Multimé- dica Ediciones Veterinarias.
- Manteca, X., y Salas, M. (2015). Las estereotipias como indicadores de falta de bienestar en animales de zoológico, Zoo Animal Welfare Education Centre, 2.
- Martínez-Macipe, M., Lafont-Lecuelle, C., Manteca, X., Pageat, P., & Cozzi, A. (2015). Evaluation of an innovative approach for sensory enrichment in zoos: Semiochemical stimulation for captive lions (*Panthera leo*). *Animal Welfare*, 24(4), 455–461. <https://doi.org/10.7120/09627286.24.4.455>
- Morrone, J. J., y Fortino, A. (1997). ¿Deben existir los Zoológicos? *Ciencia Hoy*, 8(43), 58–66.
- Panchal, N., Desai, C., & Ghosal, R. (2021). Effects of active and passive enrichment regimes on fecal glucocorticoid metabolite levels in captive Indian leopards (Panthera pardus fusca). *BioRxiv*, 2021.12.13.472403. <https://doi.org/10.1101/2021.12.13.472403>

- Pitsko, L. E., Kennedy, L. M., Grossman, L. S., y Kelly, M. J. (2003). Wild Tigers in Captivity: A Study of the Effects of the Captive Environment on Tiger Behavior, Virginia Polytechnic Institute & State University, Blacksburg, VA.
- Pribbenow, S., Jewgenow, K., Vargas, A., Serra, R., Naidenko, S., & Dehnhard, M. (2014). Validation of an enzyme immunoassay for the measurement of faecal glucocorticoid metabolites in Eurasian (*Lynx lynx*) and Iberian lynx (*Lynx pardinus*). *General and Comparative Endocrinology*, 206, 166–177. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2014.07.015>
- Serres-Corral, P., Fernández-Bellon, H., Padilla-Solé, P., Carbajal, A., & López-Béjar, M. (2021). Evaluation of fecal glucocorticoid metabolite levels in response to a change in social and handling conditions in african lions (*Panthera leo bleyenberghi*). *Animals*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/ani11071877>
- Soares Pereira, J., Fragoso, S., Beck, A., Lavigne, S., Severo Varejão, A., & da Graça Pereira, G. (2015). Improving the feline veterinary consultation: the usefulness of Feliway® spray in reducing cats' stress. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 18(12), 959–964. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177%2F1098612X15599420>
- Stanton, L. A., Sullivan, M. S., & Fazio, J. M. (2015). A standardized ethogram for the felidae: A tool for behavioral researchers. *Applied Animal Behaviour Science*, 173, 3–16. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.04.001>
- Szokalski, M. S., Litchfield, C. A., & Foster, W. K. (2012). Enrichment for captive tigers (*Panthera tigris*): Current knowledge and future directions. In *Applied Animal Behaviour Science* (Vol. 139, Issues 1–2, pp. 1–9). <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.02.021>
- Tuite, E. K., Moss, S. A., Phillips, C. J., & Ward, S. J. (2022). Why Are Enrichment Practices in Zoos Difficult to Implement Effectively? *Animals*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/ani12050554>
- Vaz, J., Bartley, A., & Hunt, J. (2022). Personality matters: exploring the relationship between personality and stress physiology in captive African lions. *BMC Zoology*, 7(1), 30. <https://doi.org/10.1186/s40850-022-00126-9>
- Vaz, J., Narayan, E. J., Kumar, R. D., Thenmozhi, K., Thiyagesan, K., & Baskaran, N. (2017). Prevalence and determinants of stereotypic behaviours and physiological stress among tigers and leopards in Indian zoos. *PLoS ONE*, 12(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174711>
- Wasser, S. K., Hunt, K. E., Brown, J. L., Cooper, K., Crockett, C. M., Bechert, U., Millspaugh, J. J., Larson, S., & Monfort, S. L. (2000). A generalized fecal glucocorticoid assay for use in a diverse array of nondomestic mammalian and avian species. *General and Comparative Endocrinology*, 120(3), 260–275. <https://doi.org/10.1006/gcen.2000.7557>
- Wells, D. L. (2009). Sensory stimulation as environmental enrichment for captive animals: A review. *Animal Behaviour Science*, 118, 1–11.