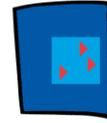




UNIVERSIDADE DA CORUÑA



AQUARIUM
FINISTERRAE
LA CORUÑA

Facultad de Ciencias

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA ANIMAL, VEGETAL Y ECOLOGÍA

Área de Biología Animal

Seguemento do programa de enriquecemento ambiental de focas comúns (*Phoca vitulina*) no *Aquarium Finisterrae* (A Coruña)

Seguimiento del programa de enriquecimiento ambiental de focas comunes (*Phoca vitulina*) en el *Aquarium Finisterrae* (A Coruña)

A preliminary evaluation of the effects of behavioural enrichment on the behaviour of harbour seals (*Phoca vitulina*) at the *Aquarium Finisterrae* (A Coruña)



IRIA FREIRE PÉREZ

Trabajo de fin de grado

Fecha de defensa: 29 de junio de 2015

Dirigido por la Dra. María J. Servia

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN/ ABSTRACT.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
OBJETIVOS.....	3
MATERIAL Y MÉTODOS.....	4
1. Área de trabajo: el <i>Aquarium Finisterrae</i>	4
2. Especie estudiada: <i>Phoca vitulina</i>	4
3. El enriquecimiento ambiental en el <i>Aquarium Finisterrae</i>	6
3.1 Ejercicios médicos.....	6
3.2 Enriquecimiento ambiental.....	7
4. Juguetes e influencia de la marea.....	8
4.1 Juguetes.....	8
4.2 Altura de la marea.....	10
5. Toma de datos.....	11
6. Análisis estadísticos.....	11
RESULTADOS.....	12
1. Tiempo de atención a los dispositivos.....	12
1.1 Descriptivos.....	12
1.2 Análisis estadísticos.....	14
2. Influencia de la altura de la marea marea.....	15
3. Diferencias entre individuos.....	15
4. Diferencias entre juguetes.....	15
5. Evolución de los tiempos de obtención de pescado.....	16
5.1 Consumo total de pescado.....	16
5.2 Consumo de la primera pieza.....	16
6. Prueba con bidones opacos.....	17
DISCUSIÓN.....	18
CONCLUSIONES/CONCLUSIONS.....	21
AGRADECIMIENTOS.....	23
BIBLIOGRAFÍA.....	24

RESUMEN

Los programas de enriquecimiento ambiental son de aplicación obligatoria en todos los centros que mantienen animales en cautividad, y tienen como finalidad mejorar su funcionamiento biológico, así como reducir los comportamientos indeseables y estereotipados. En el presente trabajo se ha estudiado la efectividad del uso de dispensadores de comida entre los métodos de enriquecimiento ambiental en los ejemplares macho de foca común (*Phoca vitulina*) alojados en el *Aquarium Finisterrae* (A Coruña). Para ello se realizaron sesiones de enriquecimiento en las que se registraron los tiempos de interacción de cada individuo con dos tipos de dispensadores de comida, además del tiempo que el grupo invierte en extraer la primera pieza y en consumir todo el pescado. Estos últimos registros permitirían comprobar si existe algún tipo de progresión en las técnicas de extracción de pescado por parte de los individuos. Los análisis estadísticos muestran diferencias en el tiempo de atención a los diferentes dispositivos por parte de los individuos independientemente de la altura de la marea, destacando el menor tiempo que dedica en general uno de ellos. Sin embargo, a pesar de que se ha observado un cambio en las técnicas de extracción de algún individuo con el paso de las sesiones, el tiempo de consumo total de pescado no muestra una disminución clara, probablemente por el reducido número de datos disponibles. Así, puede concluirse que el uso de dispositivos expendedores de comida resulta efectivo y que éstos son útiles para captar la atención y promover el juego en los ejemplares macho de foca común alojados en este acuario. Sin embargo, la efectividad depende de la personalidad de cada individuo, y posiblemente también de aspectos asociados a la existencia de una estructura jerárquica en el grupo. Los resultados de este trabajo podrían ayudar a mejorar la eficacia del programa de enriquecimiento ambiental llevado a cabo actualmente en el *Aquarium Finisterrae*.

ABSTRACT

Implementation of environmental enrichment programs is mandatory for facilities housing animals, and they aim at improving their biological functioning and reducing undesirable and stereotyped behaviour. In this work we have checked whether food dispensers are adequate for their use in the enrichment sessions of the group of male harbour seals (*Phoca vitulina*) at the *Aquarium Finisterrae* (A Coruña). We performed enrichment sessions where we recorded the time dedicated by each individual to explore two different types of food dispensers. We registered also the time needed for the group to retrieve the first item, as well as the time needed to consume all the fish. These last records might inform us on the progression of the feeding techniques. Statistical analyses show significant differences in the time dedicated to the devices by the four individuals, notably by one of them, independently of the tidal height. However, despite we had the impression that feeding techniques of some individuals changed somehow throughout the sessions, feeding times did not show a clear progression, probably due to our reduced sample size. Thus, we can affirm that food dispensers are useful to engage the seals' attention and elicit play behaviour in the group of male harbour seals at the aquarium. However, their effectiveness seems to depend on the personality of each seal, as well as on issues related to the existence of a hierarchic structure of the group. Results of the present work may be of utility for improving the efficacy of the present environmental enrichment program of the *Aquarium Finisterrae*.

INTRODUCCIÓN

Cualquier técnica o proceso dinámico diseñado para mejorar el funcionamiento biológico de un animal en cautiverio a través de modificaciones en su entorno se conoce con el nombre de enriquecimiento ambiental. Esta técnica ha pasado a ser utilizada habitualmente por el personal de zoológicos y acuarios con el fin de reforzar la aparición de comportamientos deseables en los individuos, disminuyendo al mismo tiempo la frecuencia de los malos hábitos de alimentación, así como los comportamientos agresivos o estereotipados (Delfour & Beyer, 2011).

Grindrod & Cleaver (2011) definieron los comportamientos estereotipados como “comportamientos patrón que se repiten con frecuencia y que no tienen ninguna función obvia, y son uno de los principales problemas del mantenimiento de animales en cautividad”. Por lo tanto, el enriquecimiento ambiental tiene como fin mejorar la calidad de vida de los animales en cautividad y promover, a su vez, un comportamiento óptimo y un alto bienestar tanto psicológico como fisiológico (Quirke & O’Riordan, 2012). Así, el enriquecimiento debería ser capaz de incrementar la diversidad de comportamientos de los individuos, reducir la frecuencia de comportamientos anormales e incrementar la complejidad del comportamiento de los animales y la utilización de manera positiva del ambiente (Hunter *et al.*, 2002)

Además de proporcionar a los individuos en cautividad una mejora en su funcionamiento biológico, se cree que el enriquecimiento ambiental tiene mucho que ofrecer a los programas de reintroducción, ya que para que estos proyectos sean exitosos se requiere la cría de animales en cautividad que desarrollen habilidades comportamentales y cognitivas que aumenten su probabilidad de reproducirse y sobrevivir en el medio natural (Reading *et al.*, 2013).

Existen diferentes tipos de enriquecimiento ambiental: el enriquecimiento sensorial (visual, olfativo, táctil), estructural, social, y el basado en la alimentación (Delfour & Beyer, 2011). En este último tipo de enriquecimiento será en el que se centrará este trabajo, ya que cuando se trata de mamíferos marinos el pescado congelado o el pescado dentro de dispensadores de alimentos parece aumentar los comportamientos deseables de estos animales (Kastelein *et al.*, 2007).

El entrenamiento con refuerzo positivo es una parte importante dentro del manejo de mamíferos marinos y se cree que es una buena técnica de enriquecimiento para los animales en cautividad (Clark, 2013). Cuando el objeto con el que se realiza el enriquecimiento se rellena con comida los niveles de respuesta por parte de los individuos se incrementan (Smith & Litchfield, 2010). Sin embargo, debido a que el refuerzo no dura indefinidamente (la comida se agota), el comportamiento se mantiene solamente cuando la persona que realiza el trabajo está presente (Tarou & Bashaw, 2007)

Dentro del enriquecimiento basado en la alimentación se pueden diferenciar tres estrategias para conseguir los resultados deseados (Kastelein *et al.*, 2007):

- 1) Aumentar el número de sesiones de alimentación diarias para imitar la cantidad de tiempo que las especies salvajes emplean en búsqueda y captura de alimento.
- 2) Hacer menos predecible el horario de alimentación para imitar la variación en la disponibilidad del alimento que se produce en el ámbito natural.
- 3) Aumentar la dificultad de captura de alimento ocultándolo o haciendo más complicada su extracción

OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es comprobar si los métodos de enriquecimiento ambiental mediante el uso de dispensadores de comida pueden ser utilizados con el grupo de ejemplares macho de *Phoca vitulina* del Aquarium Finisterrae (A Coruña), lo cual supone una novedad en el programa de enriquecimiento ambiental de este centro. Así, se ha analizado si los métodos de trabajo y registro diseñados en un trabajo anterior para el grupo de hembras (Tojeiro, 2014) son adecuados para utilizar con este grupo de individuos, ya que las características del grupo y del tanque en el que se mantienen son distintas. Además, se proponen mejoras para futuros estudios, con la finalidad de avanzar un paso más hacia la elaboración de un programa de enriquecimiento ambiental más completo y eficaz.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Área de trabajo: El *Aquarium Finisterrae*

El *Aquarium Finisterrae* o Casa de los Peces es un centro de divulgación científica situado en el Paseo Marítimo de la ciudad de A Coruña. Su principal fin es educar y divulgar aspectos relacionados con los ecosistemas marinos, especialmente de los que conforman el litoral gallego. En él se alojan alrededor de 20000 ejemplares de más de 200 especies diferentes de animales marinos, desde pequeños invertebrados hasta mamíferos (N. de Castro, com. pers.)



Figura 1. Piscina exterior en la que se alojan los ejemplares macho de *Phoca vitulina*.

Sus dos piscinas exteriores alojan varios ejemplares de foca común (*Phoca vitulina*). Ambas contienen agua proveniente del Océano Atlántico, pero solamente la de mayor tamaño está conectada con él. Además, poseen un perfil irregular con rocas totalmente naturales, ya que han sido construidas sobre una antigua cetárea de marisco.

En la piscina de menor tamaño se encuentran las hembras de foca común, y en la piscina intermareal los machos. Este trabajo se realizó en la piscina intermareal, donde se alojan los cuatro machos (Hansy, Gregor, Fermín y Altair) (Figura 1).

2. Especie estudiada: *Phoca vitulina*

La foca atlántica o foca común (*Phoca vitulina*) es una especie de mamífero del orden *Carnivora*, suborden *Pinnipedia* y familia *Phocidae* (Riedman, 1990).

Estos animales presentan un pelaje corto y rígido, de color grisáceo, con una serie de manchas por toda su superficie, las cuales varían entre los tonos negros y canela. Cada ejemplar presenta un patrón de manchas característico, lo cual resulta útil a la hora de su identificación y seguimiento.

Presenta una amplia distribución geográfica, localizándose a lo largo de las líneas costeras de los mares templados y fríos del Hemisferio Norte. Son de hábitos diurnos y generalmente solitarios, pudiendo formar pequeños grupos mixtos de hembras y machos (Riedman, 1990) (en el caso del *Aquarium Finisterrae* las focas se encuentran separadas en función del sexo, con el fin de evitar problemas relacionados con la reproducción).

No suelen realizar migraciones, aunque pueden desplazarse cientos de kilómetros del lugar en el que habitan para buscar alimento o reproducirse y, ocasionalmente, por alteraciones o problemas ambientales (Riedman, 1990).

Esta especie de foca puede sumergirse hasta alrededor de 400 metros de profundidad y permanecer bajo el agua cerca de 30 minutos; sin embargo, los buceos que practican suelen ser de unos pocos minutos y a una profundidad aproximada de 90 m (Baechler *et al.*, 2002).

Los ejemplares de foca común presentes en el acuario reciben una alimentación a base de tres especies de pescado: caballa (*Scomber scombrus*), arenque (*Clupea spp.*) y capelín (*Mallotus villosus*), los cuales se reparten según las necesidades energéticas de cada individuo, administrando diariamente 3-4 kg de pescado a los machos y 2.5 kg a las hembras.

Las fechas de nacimiento aproximadas y el lugar de procedencia de los ejemplares macho del *Aquarium Finisterrae* se recogen en la Tabla 1.

Tabla 1. Nombre, fecha de nacimiento y procedencia de cada uno de los individuos macho.

NOMBRE	FECHA NACIMIENTO	PROCEDENCIA
Hansy	1997	Holanda
Gregor	5/7/1998	Alemania
Altair	8/7/2003	<i>Aquarium finisterrae</i>
Fermín	9/7/2009	<i>Aquarium finisterrae</i>

Entre las características utilizadas para identificar cada individuo destacan las siguientes (Figura 2):

Fermín: Es el macho de menor tamaño, característica de mayor importancia para su identificación. Tiene una mancha blanca en forma de estrella en la cabeza, entre los dos ojos.

Altair: Su piel es menos moteada que la de los demás machos. El color de la cabeza es más oscuro que la de Hansy y Gregor, con un tono canela a ambos lados.

Hansy y Gregor: Son los individuos más parecidos entre sí, tanto en tamaño como en coloración. Un carácter para diferenciarlos es la cabeza, ya que Hansy la tiene en “forma de

bombilla” y Gregor bastante más redondeada. Además, Gregor tiene el vientre más moteado con manchas marcadas y oscuras, mientras que las manchas del vientre de Hansy son menos y se encuentran más dispersas y difuminadas. Aprovechando que los muestreos han sido realizados en primavera, otra forma de distinguirlos ha sido por la cantidad de algas que recubren su cuerpo. Hansy está mucho más cubierto de algas que Gregor, sobre todo en la cara, y eso sirve como medida distintiva.

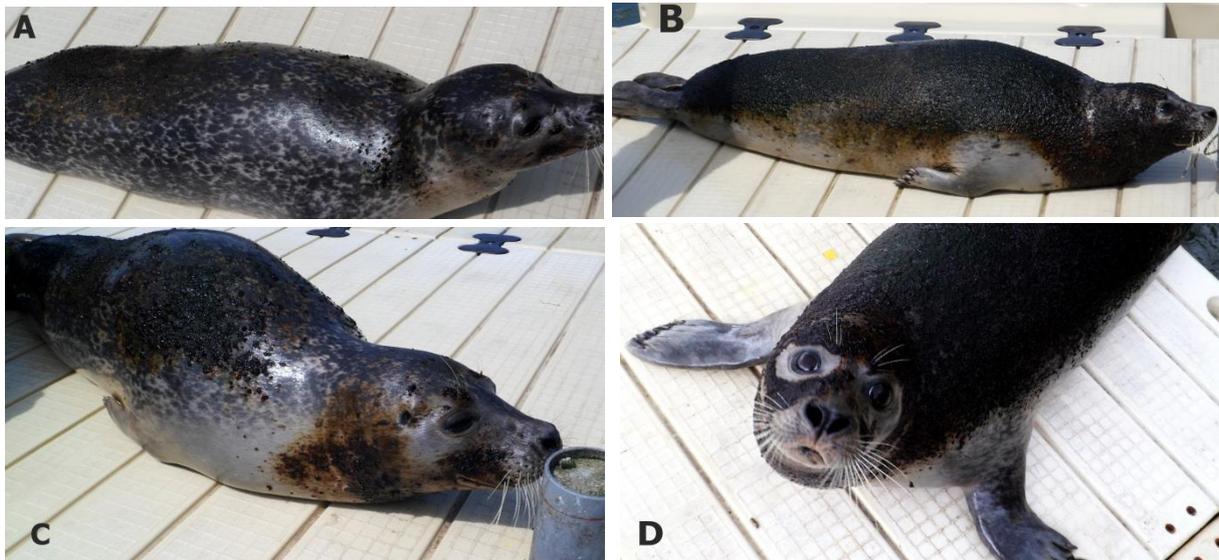


Figura 2. Los cuatro machos de foca común del *Aquarium Finisterrae*: Fermín (A), Gregor (B) Altair (C) y Hansy (D).

3. El enriquecimiento ambiental en el *Aquarium Finisterrae*

Tal y como indica la Ley 31/2003 de conservación de fauna silvestre en los parques zoológicos, todos los centros que mantienen animales en cautividad están obligados a desarrollar programas de enriquecimiento ambiental (Rodríguez- Guerra & Guillén-Salazar, 2010). En el *Aquarium Finisterrae* el programa destinado a las focas incluye las actividades que se describen a continuación.

3.1 Ejercicios médicos

Se realizan tres sesiones diarias de alimentación (9:00 horas, 12:00 horas y 17:00horas). En cada una, el veterinario o cuidador del *Aquarium Finisterrae* lleva a cabo diversos ejercicios con cada uno de los individuos con la finalidad de habituarlos a distintos tipos de pruebas médicas. Estos ejercicios son premiados con una pieza de pescado siempre y cuando se realicen correctamente.

Simular una ecografía o un análisis de sangre son algunos ejemplos (Figura 3).



Figura 3. Realización de un análisis de sangre (A), revisión ocular (B) y simulación de una ecografía (C).

3.2 Enriquecimiento ambiental

Desde hace aproximadamente dos años se viene realizando un programa de enriquecimiento ambiental, aunque la frecuencia de las actividades es variable debido a diversos problemas de falta de personal, condiciones climatológicas adversas, etc.

Este programa incluye la realización de saltos verticales para coger el pescado, giros, lanzamiento lejano de pescado y saltos en horizontal. En general se trata de ejercicios basados en el refuerzo positivo (en este caso, los ejemplares son premiados con un capelín o varios cada vez que realicen un ejercicio correctamente).

El año pasado se introdujo el uso de juguetes en las sesiones de enriquecimiento ambiental aplicado a los ejemplares hembra. Estos ejercicios consisten en introducir varias piezas de pescado en distintos dispositivos con la finalidad de que los individuos sean capaces de extraer e ingerir todas las piezas de pescado que albergan en su interior (Tojeiro, 2014).

Otra de las novedades recientes en este programa ha consistido en realizar el enriquecimiento ambiental a las hembras con ciertos ejercicios que se realizan fuera del

agua (en la plataforma) (Figura 4). Para ello se utilizan cajas de plástico con tapa en las que se introduce el pescado. Las focas deben subirse a la plataforma e intentar extraer todas las piezas de pescado de la caja (N. de Castro, com. pers.).

Por último, se utilizan también discos de pescado congelado y cubitos de gelatina para estimular el juego.



Figura 4. Enriquecimiento ambiental con hembras sobre la plataforma.

4. Juguetes e influencia de la marea

4.1 Juguetes

Para realizar cada una de las sesiones de enriquecimiento ambiental se han seleccionado dos tipos de dispositivos dispensadores de comida similares a los utilizados por Tojeiro (2014), y que según esta autora despertaron más interés en las hembras, ya que según experiencias anteriores los dispositivos sin comida no han resultado efectivos (N. de Castro, com. pers.) (Figura 5): Bidones transparentes con agujeros, en los que se espera que la extracción de las piezas de pescado sea más sencilla, y bidones transparentes sin agujeros, en los que la única forma de extracción de pescado es a través de la boquilla, por lo que se espera un proceso de aprendizaje por parte de los individuos.

Además, se realizaron tres sesiones con un dispositivo ligeramente diferente, un bidón opaco con agujeros, con el fin de comprobar si los individuos mostraban un comportamiento diferente ante él.

A continuación se describen estos dispositivos:

· Bidones transparentes con agujeros: Bidones con una capacidad de 8 litros a los que se les realizan cuatro agujeros pequeños alrededor de la boquilla y uno de mayor diámetro en el centro del lateral. Las focas extraen el pescado por los agujeros.

· Bidones transparentes sin agujeros: Bidones con una capacidad aproximada de 20 litros. Con un taladro se realizaron dos agujeros en la zona media del bidón para facilitar la inmovilización del mismo en el agua mediante una cuerda. Además, se les realizó un pequeño agujero al lado de la boquilla en el que se colgó un peso para evitar el movimiento del bidón en el agua. Las focas deben extraer el pescado únicamente a través de la boquilla.

·Bidones opacos con agujeros: Bidones con una capacidad aproximada de 5 litros a los que se les realizaron cuatro agujeros alrededor de la boquilla. Las focas pueden extraer el pescado tanto a través de la boquilla como de los agujeros.



Figura 5. Distintos tipos de dispositivos dispensadores de comida: Bidones transparentes sin agujeros (A), bidones transparentes con agujeros (B) y bidones opacos con agujeros (C).

Cada dispositivo consta de dos bidones atados a una cuerda y a dos boyas, que evitan que se hundan. Dependiendo de cada tipo de bidón se introducen un número diferente de piezas de pescado, ya que debido al pequeño diámetro de la boquilla de los bidones transparentes sin agujeros, se han suprimido los arenques (su tamaño es demasiado grande). De esta forma se introducen 10 capelines y 4 arenques en cada bidón transparente con agujeros y 15 capelines en cada bidón transparente sin agujeros.

En el caso de los bidones con agujeros, se introduce el pescado en ellos, se ata un extremo de la cuerda a la plataforma para evitar su pérdida y se lanzan. La utilización de los bidones sin agujeros es similar, a diferencia de que en lugar de lanzarlos, se llenan $\frac{3}{4}$ partes con agua y se dejan libres.

En la Figura 6 se puede ver la introducción del pescado en los bidones y la interacción de uno de los individuos con uno de los dispensadores de comida.

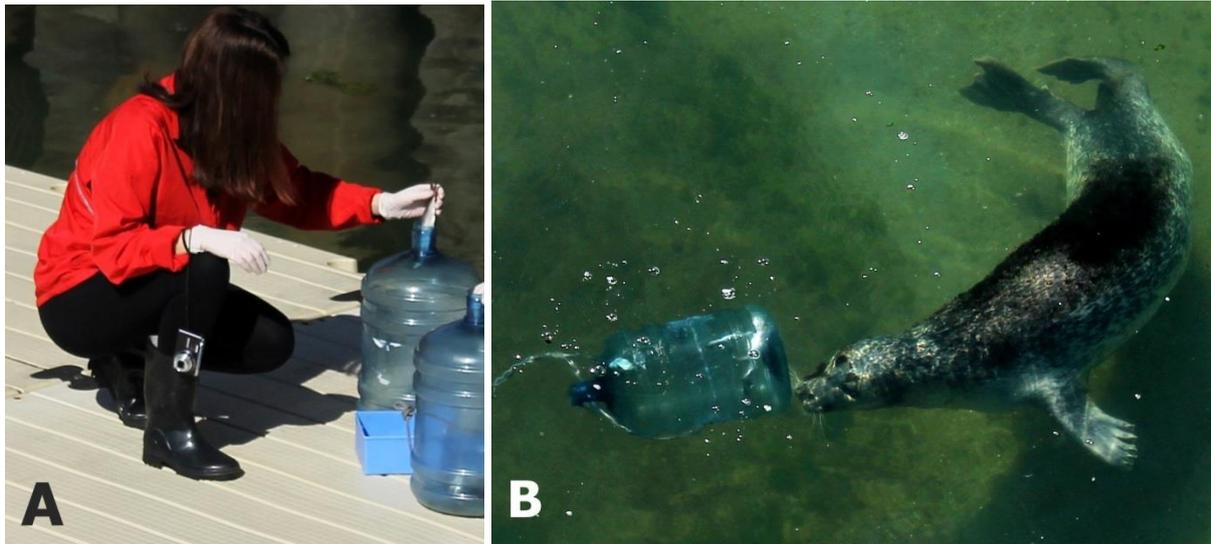


Figura 6. Introducción del pescado en los bidones (A) e interacción de uno de los individuos con el bidón sin agujeros (B).

Debido a que los bidones opacos con agujeros han sido utilizados para realizar pruebas con el fin de comprobar si existe algún tipo de diferencia con el bidón transparente con agujeros en cuanto a tiempo de interacción una vez terminado el pescado, no se han tenido en cuenta estos resultados a la hora de realizar los análisis estadísticos.

4.2 Altura de la marea

Para realizar los muestreos se ha tenido en cuenta la altura de la marea con el fin de comprobar si existe algún tipo de diferencia en el comportamiento de los individuos ante los diferentes dispositivos, ya que el tanque intermareal (que es donde se encuentran los machos) está directamente conectado con el océano Atlántico, por lo que la altura de la columna de agua cambia en función de la marea. En el tanque que alberga a las hembras la altura de la columna de agua es constante.

La altura de la marea se ha consultado en la página web de Meteogalicia (www.meteogalicia.es), y se ha fijado de la siguiente manera: marea baja (≤ 1.5 metros) y marea alta (≥ 2.5 metros), dejando así un metro de margen entre cada tipo de marea. El objetivo es comprobar si en las sesiones con marea baja la accesibilidad a la boquilla de los bidones sin agujeros se complica.

La selección del tipo de bidón a usar en cada sesión se ha hecho de manera que pudiésemos obtener un muestreo balanceado (igual número de muestras para cada factor)

5. Toma de datos

El objetivo de este trabajo ha sido realizar el enriquecimiento ambiental a los ejemplares macho de foca común durante los meses de marzo, abril y mayo tres veces por semana, seleccionando días concretos en función de la altura de la marea. Cada sesión se ha realizado a las 13:15 horas aproximadamente (45 minutos después de la toma de comida de mediodía) y se han registrado un total de 16 grabaciones de vídeo con una cámara SAMSUNG PL210 (8 grabaciones para cada tipo de bidón y cada tipo de marea) de 15 minutos de duración. El tiempo de grabación se fijó después de hacer una revisión bibliográfica, ya que Franks *et al.* (2010) realizan sesiones de esta misma duración, y explican que este tiempo permite a los ejemplares dedicar un tiempo considerable a la interacción con los dispositivos sin llegar al punto de aburrirse.

Cada vídeo ha sido revisado un mínimo de cuatro veces, anotando en segundos los tiempos de interacción de cada individuo con cada tipo de bidón, así como el tiempo que tardan en extraer la primera pieza y en consumir todo el pescado para comprobar si existe progresión por parte de los individuos o algún tipo de aprendizaje en las técnicas de extracción de comida.

Se considera interacción con los bidones al contacto físico con ellos, al juego y a la extracción de alguna pieza de pescado. También el contacto visual con los bidones cuando el individuo se encuentra aproximadamente a menos de un metro de él.

6. Análisis estadísticos

Se ha realizado un análisis gráfico del tiempo de atención a los bidones de cada individuo, así como un análisis de normalidad de los datos utilizando el test de Shapiro- Wilk. Como los datos no son normales, se ha realizado un test U de Mann- Whitney para comprobar si influye la altura de la marea en el tiempo de atención a cada uno de los juguetes por parte de los individuos.

Para analizar las diferencias entre el tiempo de atención dedicado a cada juguete por los distintos individuos se ha realizado un test de Kruskal- Wallis, utilizando posteriormente el sistema de comparación por pares que ofrece el software IBM SPSS Statistics versión 21.

Por último, se ha realizado un test U de Mann- Whitney para comprobar si existen diferencias entre los juguetes obviando los datos de Fermín, ejemplar que con frecuencia no presta atención a los juguetes. En todos los test se han considerado los resultados como significativos si $p < 0.05$.

RESULTADOS

1. Tiempo de atención a los dispositivos

1.1 Descriptivos

Para cada uno de los individuos se han realizado un total de 16 tomas de datos divididas en 8 sesiones para cada uno de los dos juguetes (cuatro con marea alta y cuatro con marea baja). En la Tabla 2 se muestran los tiempos medios de atención a cada juguete en segundos así como la desviación estándar (\pm DS) para cada uno de los datos medios, además del tiempo total de atención de cada individuo en cada sesión independientemente del tipo de juguete (\pm DS).

Se observan diferencias claras entre los tiempos medios totales de los cuatro individuos, siendo más altos los de Gregor y más bajos los de Fermín, así como en los tiempos medios de interacción con cada bidón por parte de cada uno de los individuos.

Tabla 2. Tiempos medios (segundos \pm DS) de atención de cada individuo a cada juguete y tiempo total de atención de cada individuo en cada sesión independientemente del tipo de juguete.

	Hansy	Gregor	Altair	Fermín
Bidón sin agujeros	386.75 \pm 316.26	473 \pm 303.6	288.75 \pm 135.87	84.62 \pm 147.11
Bidón con agujeros	177.25 \pm 52.79	160.25 \pm 90.22	124.62 \pm 73,13	6.75 \pm 7.8
Total	282 \pm 244.3	316.62 \pm 269.99	206.69 \pm 135.26	45.69 \pm 108.38

En la siguiente tabla (Tabla 3) se muestran los diferentes tipos de técnicas de extracción de pescado utilizadas por los distintos individuos diferenciando el tipo de juguete, la altura de la marea y el número de sesiones:

Tabla 3. Diferentes técnicas de extracción de pescado de cada uno de los individuos en función del tipo de juguete y de la altura de la marea.

INDIVIDUO	HANSY				GREGOR			
	ALTA		BAJA		ALTA		BAJA	
MAREA	CON AGUJ.	SIN AGUJ.	CON AGUJ.	SIN AGUJ.	CON AGUJ.	SIN AGUJ.	CON AGUJ.	SIN AGUJ.
JUGUETE	CON AGUJ.	SIN AGUJ.	CON AGUJ.	SIN AGUJ.	CON AGUJ.	SIN AGUJ.	CON AGUJ.	SIN AGUJ.
SESIÓN 1	Cabezazo	Cabezazo	Cabezazo	Cabezazo	Cabezazo	Balanceo	Cabezazo	Cabezazo
SESIÓN 2	Cabezazo	Balanceo y cabezazo	Cabezazo	Balanceo	Cabezazo	Balanceo y cabezazo	Cabezazo	Olisqueo
SESIÓN 3	Cabezazo	Balanceo y cabezazo	Cabezazo	-	Cabezazo	Absorber	Cabezazo	Balanceo y absorber
SESIÓN 4	Cabezazo	Balanceo y cabezazo	Cabezazo	Olisqueo	Cabezazo	Balanceo y absorber	Cabezazo	Balanceo

INDIVIDUO	ALTAIR				FERMÍN			
	ALTA		BAJA		ALTA		BAJA	
MAREA	CON AGUJ.	SIN AGUJ.	CON AGUJ.	SIN AGUJ.	CON AGUJ.	SIN AGUJ.	CON AGUJ.	SIN AGUJ.
JUGUETE	CON AGUJ.	SIN AGUJ.	CON AGUJ.	SIN AGUJ.	CON AGUJ.	SIN AGUJ.	CON AGUJ.	SIN AGUJ.
SESIÓN 1	-	Olisqueo	Cabezazo	Cabezazo	-	Olisqueo	Olisqueo	-
SESIÓN 2	Cabezazo	Burbujeo	Cabezazo	Cabezazo	-	Olisqueo	Olisqueo	-
SESIÓN 3	Cabezazo	Olisqueo	Cabezazo	Cabezazo y burbujeo	Olisqueo	-	Olisqueo	Olisqueo y cabezazo
SESIÓN 4	Cabezazo	Olisqueo	Cabezazo	Cabezazo y olisqueo	Olisqueo	-	-	Olisqueo y cabezazo

En esta tabla se puede ver, además de los tipos de técnicas de extracción de pescado de los distintos individuos, cómo los individuos más jóvenes (Altair y Fermín) desarrollan otras técnicas en las sesiones de marea baja con el bidón sin agujeros, que es cuando los individuos de más edad (Hansy y Gregor) se encuentran más ausentes.

A continuación se muestra una breve descripción de cada una de las técnicas empleadas por los individuos a lo largo de las sesiones de enriquecimiento ambiental:

•**CABEZAZO:** Los individuos dan cabezazos a los bidones. Puede ser de dos formas (foca boca arriba y foca boca abajo).

•**ABSORBER:** Los individuos absorben por la boquilla para extraer el pescado.

•**OLISQUEO:** Los individuos se acercan a los bidones y llegan a mantener un breve contacto con ellos pero no consiguen extraer ninguna de las piezas de pescado.

•**BALANCEO:** Los individuos mueven con el hocico el peso o la boquilla y hacen que el bidón se balancee a ambos lados para que caigan las piezas de pescado.

•**BURBUJEO:** Los individuos soplan aire por la boquilla para conseguir extraer las piezas de pescado.

1.2 Análisis estadísticos

Se han representado gráficamente los tiempos de atención a cada juguete por parte de cada uno de los individuos (Figura 7) para tener una imagen general de la posible influencia de los distintos factores (altura de la marea, individuo y tipo de juguete). Efectivamente, se observa una diferencia clara entre el tiempo dedicado a cada tipo de bidón, sobre todo en cuanto a la dispersión de los datos. Además, también destaca el menor tiempo que dedica en general Fermín a interactuar con los juguetes, aunque sus tiempos de interacción con el bidón sin agujeros en marea baja son bastante variables.

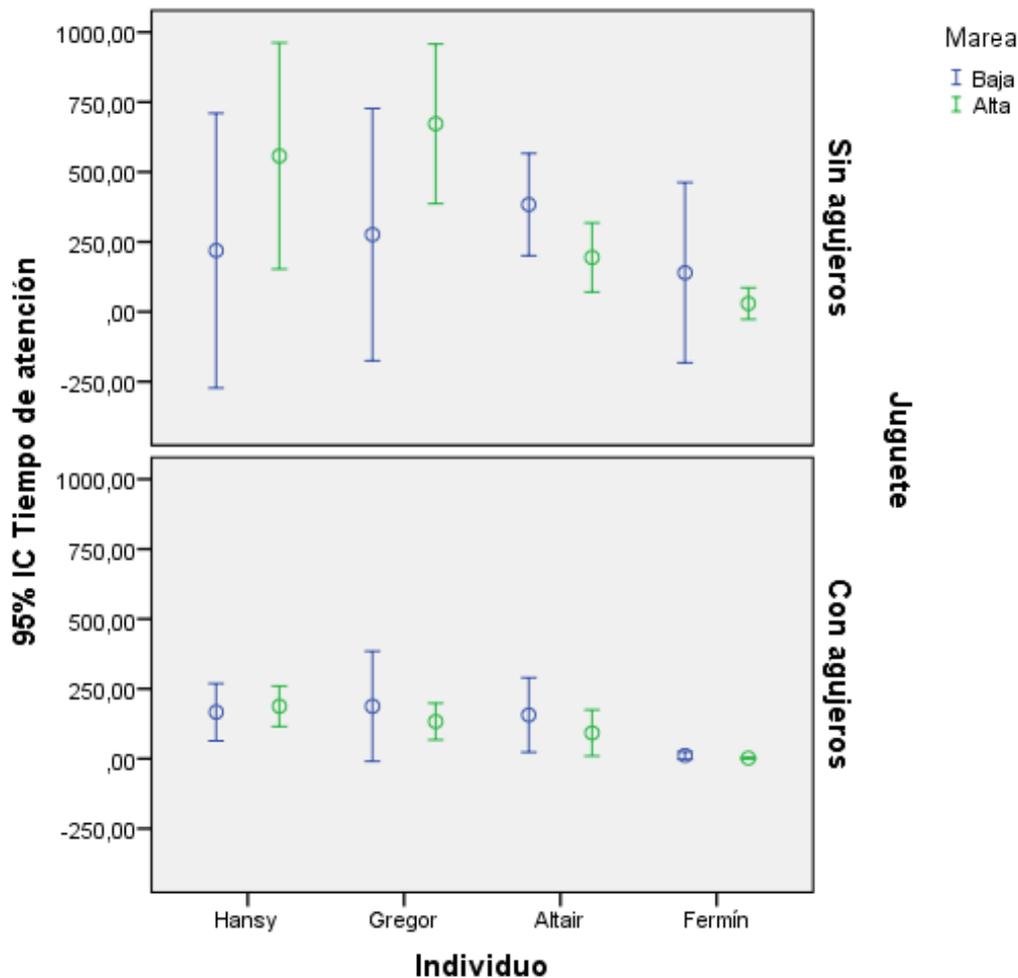


Figura 7. Gráfico representativo de los tiempos de atención de cada individuo a cada tipo de juguete.

Para continuar con la realización de los análisis estadísticos se debe comprobar la normalidad de los datos, y para ello se ha utilizado el test de Shapiro-Wilk, ya que la muestra tiene menos de 50 datos. Como los datos no son normales ($p= 0.008$ para los bidones sin agujeros y $p= 0.038$ para los bidones con agujeros) se utilizarán test no paramétricos para comprobar si existen diferencias significativas entre los tiempos de

atención en función de distintos factores, como son la marea, cada uno de los individuos o los diferentes tipos de juguetes.

2. Influencia de la altura de la marea

Se esperaba que pudiese haber diferencias significativas en el comportamiento de los individuos ante los diferentes dispositivos dependiendo de la altura de la marea ya que, al menos en el caso del bidón sin agujeros, con marea baja la extracción de piezas de pescado se complica debido a la proximidad de la boquilla del bidón al fondo de la piscina.

Por ello, y como las técnicas de extracción de pescado en los distintos juguetes son muy diferentes, se ha comprobado si la altura de la marea influye en el tiempo de atención que dedica cada individuo a los mismos de forma independiente. Para ello se utilizó el test U de Mann-Whitney de comparación de medias para dos muestras independientes. No se detectaron diferencias significativas entre el tiempo de atención dedicado a los juguetes en marea alta y marea baja ($p= 0.305$ para el bidón sin agujeros y $p= 0.539$ para el bidón con agujeros). Por lo tanto, en análisis posteriores se utilizarán estos datos de forma conjunta.

3. Diferencias entre individuos

Una vez confirmado que no existen diferencias entre el tiempo de atención dedicado a los juguetes en función de la altura de marea se ha estudiado si existen diferencias entre los individuos, para lo que se ha utilizado un test Kruskal-Wallis para varias muestras independientes.

Este test nos indica que existen diferencias significativas ($p= 0.025$) entre el tiempo de atención dedicado al juguete sin agujeros por los distintos individuos. Para saber entre qué individuos en concreto hay diferencias se utiliza el sistema de comparación por pares que ofrece el software IBM SPSS, que muestra que solamente existen diferencias significativas entre Fermín y Gregor ($p= 0.026$).

En cuanto al juguete con agujeros, el test muestra diferencias significativas entre el tiempo de atención dedicado al juguete por los distintos individuos ($p= 0.000$) y que existen diferencias significativas entre Fermín y el resto de los individuos ($p=0.033$ entre Fermín y Altair; $p= 0.007$ entre Fermín y Gregor y $p= 0.000$ entre Fermín y Hansy).

4. Diferencias entre juguetes

Una vez comprobado que la marea no influye en el tiempo de atención, pero que Fermín muestra un comportamiento distinto al resto de los individuos, debemos comprobar si existen diferencias entre los juguetes. Para analizar esto se ha realizado un análisis mediante un test U de Mann-Whitney utilizando todos los datos disponibles exceptuando los datos de Fermín. El test muestra que existen diferencias significativas entre ambos juguetes ($p=0.02$).

5. Evolución de los tiempos de obtención de pescado

5.1 Consumo total de pescado

En cada una de las sesiones de enriquecimiento ambiental se ha registrado el tiempo que tardaban los individuos en consumir todas las piezas de pescado. El gráfico muestra los datos que se corresponden con el bidón transparente con agujeros (Figura 8). Por otro lado, los datos correspondientes a las sesiones con el bidón sin agujeros han tenido que ser suprimidas puesto que en ninguna de ellas los individuos han conseguido extraer la totalidad de las piezas de pescado.

No se observa una disminución clara de los tiempos con el paso de las sesiones, e incluso se puede ver un pico de aumento considerable de tiempo en la sesión número cuatro, aunque en las sesiones posteriores los tiempos disminuyen, lo que podría indicar un aprendizaje por parte de los individuos. Se necesitaría un mayor número de datos para poder observar claramente la progresión de los individuos en cuanto a las técnicas de extracción de pescado.

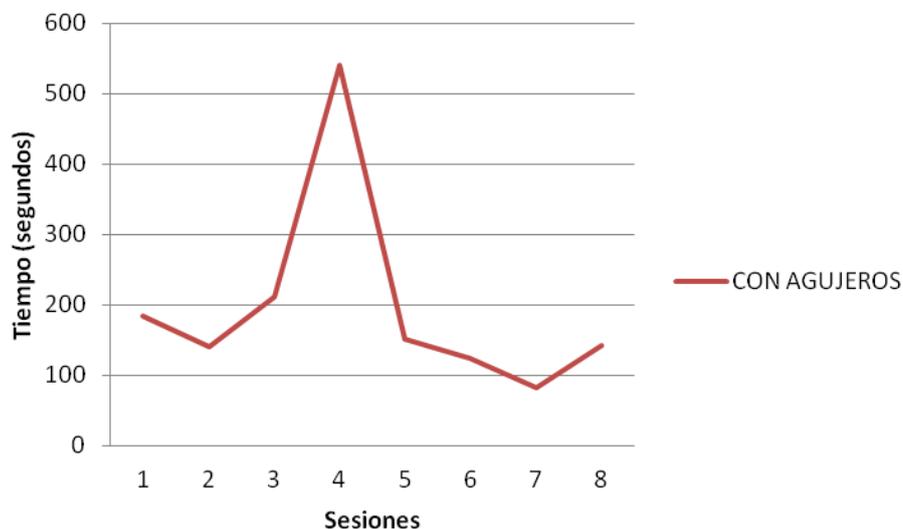


Figura 8. Representación del tiempo de consumo total de pescado en las diferentes sesiones de enriquecimiento ambiental con el bidón con agujeros.

5.2 Consumo de la primera pieza

Además del tiempo total que emplean los individuos en extraer todas las piezas de pescado, se ha registrado también en cada sesión el tiempo que tardan en extraer y consumir la primera pieza de pescado.

El gráfico muestra que existen diferencias claras entre los dos tipos de bidones, sobre todo en la primera sesión (Figura 9). Además, en el caso del bidón con agujeros se puede observar una ligera reducción del tiempo a medida que avanzan las sesiones, pero en el caso del bidón sin agujeros esta progresión no es constante. Esto podría ser debido a que el número de sesiones dedicadas al enriquecimiento con este tipo de bidón no han sido las

suficientes como para que los individuos hayan sido capaces de desarrollar una técnica de extracción eficaz que permita ver claramente un proceso de aprendizaje.

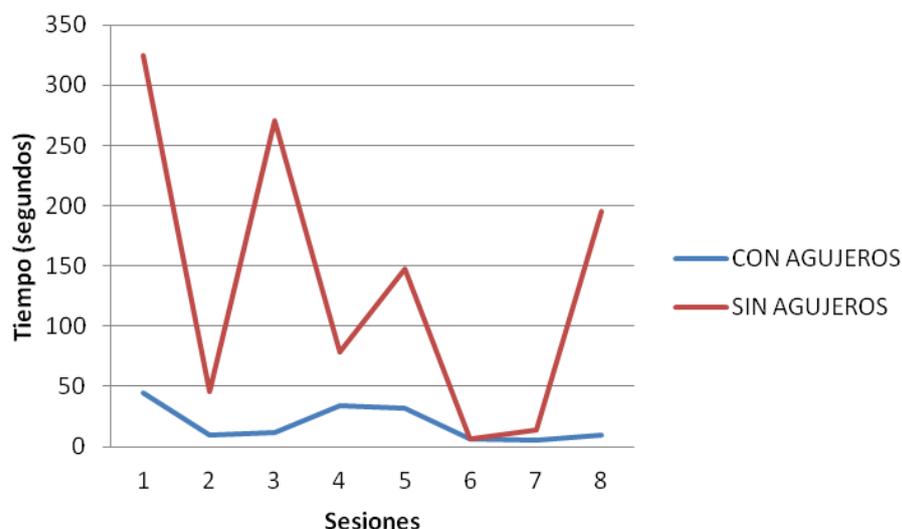


Figura 9. Representación del tiempo que tardan los individuos en extraer la primera pieza de pescado en función del tipo de bidón.

6. Prueba con bidones opacos con agujeros

Se ha realizado una prueba de tres sesiones con los bidones opacos con agujeros para investigar si podría existir algún tipo de diferencia con los otros dos tipos de bidones en cuanto al tiempo de interacción por parte de los individuos, ya que las focas podrían interaccionar durante más tiempo al no poder ver si el pescado se ha terminado. Para ello se han revisado los tres vídeos un mínimo de tres veces y se han registrado en segundos los tiempos de interacción hasta el momento en el que se termina el pescado. Después de esto se continúa grabando aproximadamente 5 minutos más. Estas observaciones preliminares muestran que, una vez terminado el pescado, los individuos continúan interactuando con los bidones.

En la Tabla 4 se muestran las medias de los tiempos junto con la desviación típica (\pm DS). Se ha obviado a Fermín porque su interacción con este tipo de bidones ha sido nula.

Tabla 4. Media \pm DS de los tiempos de interacción (en segundos) de cada individuo con el bidón opaco con agujeros.

	Hansy	Gregor	Altair
Bidón opaco con agujeros	179.33 \pm 86.15	126.66 \pm 67.24	75.33 \pm 17.62

DISCUSIÓN

Uno de los principales objetivos que tiene el enriquecimiento ambiental es disminuir ciertos comportamientos indeseables como pueden ser comportamientos agresivos o estereotipias (Delfour & Beyer, 2011; Smith & Litchfield, 2010) así como incrementar el comportamiento exploratorio (Hunter *et al.*, 2002). En el presente estudio no se ha observado ningún comportamiento estereotipado en los individuos seleccionados, aunque, si se diese el caso, este tipo de juegos en los programas de enriquecimiento consiguen una reducción del 50% - 60% en conductas estereotipadas (Swaisgood & Sheperdson, 2005)

Cuando el enriquecimiento ambiental se realiza con dispositivos rellenos de comida los niveles de respuesta por parte de los individuos se incrementan (Smith & Litchfield, 2010) y, según Kastelein *et al.* (2007) y Márquez-Arias *et al.* (2014), hacer menos predecible el horario de alimentación ayuda a conseguir unos resultados adecuados, ya que de esta manera se imita la variación en la disponibilidad de alimento que se produce en el ámbito natural. A pesar de esto, en este estudio se han realizado todas las sesiones a la misma hora (13:15), ya que en anteriores trabajos se ha comprobado que el comportamiento de los individuos no varía independientemente de la hora de realización de enriquecimiento ambiental (Tojeiro, 2014).

Los individuos seleccionados para este estudio presentan diferencias en cuanto al tiempo dedicado a cada bidón, sobre todo en cuanto a la dispersión de los datos, lo que podría indicar un cambio en el comportamiento de los individuos con las actividades realizadas y un posible proceso de aprendizaje por parte de los mismos (Márquez-Arias *et al.* 2014). Así, la elevada dispersión de los datos para el bidón sin agujeros puede estar relacionada con la necesidad de que los individuos deban desarrollar una técnica para conseguir extraer el pescado, empleando mayores tiempos en las primeras sesiones y menores en las últimas, mientras que para el bidón con agujeros la técnica es tan simple que los tiempos son siempre más similares.

El individuo que menos tiempo dedica a interactuar con los dispositivos es Fermín, seguido de Altair. Por otro lado, Gregor y Hansy, los individuos más viejos, son los que más tiempo dedican a los juguetes. Diversos estudios concluyen que la edad influye en el comportamiento de los individuos frente al enriquecimiento, siendo los individuos más viejos los menos activos (Grindrod & Cleaver, 2001), sin embargo en nuestro caso ocurre todo lo contrario y son los dos ejemplares de más edad los que más interactúan con los dispositivos, lo que podría estar relacionado con la existencia de un sistema jerárquico. Así, la presencia de individuos dominantes podría afectar al comportamiento de los subordinados, ya que podrían desplazarlos en los juegos de enriquecimiento (Hunter *et al.*, 2002; Márquez-Arias *et al.*, 2014). Sin embargo, esto no se ve reflejado claramente en los resultados de los análisis estadísticos, probablemente a causa del número limitado de datos obtenidos.

Cuando se realizan los muestreos con los bidones sin agujeros en marea baja, Hansy y Gregor se encuentran ante la dificultad de extraer el pescado por la boquilla porque la poca profundidad no les permite poner en práctica las técnicas de extracción aprendidas, por lo que pierden el interés y se alejan. De este modo, los individuos más jóvenes aprovechan la

oportunidad para acercarse a los bidones e interactuar con ellos, lo que podría significar que en este caso los tiempos de interacción de Altair y sobre todo de Fermín aumenten.

Además de las diferencias en el tiempo de interacción de cada individuo con los diferentes tipos de juguetes, también se han observado a lo largo de las sesiones de enriquecimiento variaciones en cuanto a las dificultades en la extracción del pescado dependiendo del tipo de bidón ante el que se encuentren, así como un descenso del interés por parte de los individuos cuando se trata de los bidones con agujeros. Hunter *et al.* (2002) comprobaron que, aunque la extracción de comida sea fácil, no desciende el interés de las focas por los juguetes. Sin embargo, en el presente trabajo se ha observado en las sesiones realizadas con el bidón transparente con agujeros que los individuos aparentemente pierden interés por estos dispositivos una vez se termina el pescado. En cambio, en las pruebas complementarias realizadas con los bidones opacos con agujeros se pudo observar que no se producía un descenso del interés tan repentino como con los otros bidones. A pesar de que en estos dos tipos de bidones la extracción de la comida es bastante sencilla, es probable que esto se deba a que la opacidad de los bidones les impida ver a las focas si todavía queda alguna pieza de pescado dentro, por lo que continúan interactuando con ellos de la misma manera que cuando había pescado en su interior.

El número de sesiones realizadas no ha sido el suficiente como para afirmar rotundamente que se ha producido un claro aprendizaje por parte de las focas, aunque sí se ha observado una reducción del tiempo de interacción general por parte de los individuos, así como una cierta evolución en las diferentes técnicas de extracción de pescado. Cuando se trataba del bidón con agujeros los golpes con la cabeza eran mucho más fuertes e intensos, consiguiendo así extraer la totalidad de piezas de pescado que albergaban en su interior. En cambio, en los muestreos realizados con los bidones sin agujeros, ha sido necesario un desarrollo de las técnicas de extracción del pescado (como ya se ha comentado anteriormente), entre las que podemos destacar la de Altair (echar aire por la boquilla) o las de Gregor (aspirar en la boquilla para extraer el pescado y balancear el bidón de lado a lado empujándolo con el hocico para que caiga el pescado).

Posibles mejoras en el uso de dispositivos para el enriquecimiento ambiental

Como ya se ha comentado anteriormente, se han observado diversos problemas durante la interacción con los juguetes de ciertos individuos que podrían ser debidos a la existencia de un orden jerárquico en el grupo. Por lo tanto, para posibilitar la ejecución del programa de enriquecimiento ambiental en todos los individuos por igual, podría realizarse una separación de los individuos jerárquicamente superiores de los demás. Una forma de realizar este proyecto sería, en primer lugar, atar los dos extremos de la cuerda que sujeta los bidones por un lado de la plataforma para que ni el viento ni la marea pudiese desplazarlos hacia el otro lado. De esta manera los dos individuos jerárquicamente superiores interactuarían con estos dispositivos. Mientras tanto, podrían lanzarse otros dos bidones hacia el lado de la plataforma que quede libre y así los otros dos individuos podrían interactuar también con los dispositivos sin verse presionados por los demás.

Para un futuro sería interesante seguir utilizando estos dispositivos, pero también centrarse en otros aspectos o hacer modificaciones en cuanto a los parámetros a medir para así conseguir elaborar un programa de enriquecimiento ambiental mucho más completo y

eficaz. Por ejemplo, podría medirse la intensidad con la que actúan los individuos frente a los diferentes juguetes, diferenciando distintos grados de interacción (Ruiz Ramos & Díaz Carrillo, 2007). Por ejemplo:

GRADO 1: Inspección a más de un metro de distancia de los dispositivos.

GRADO 2: Juego y contacto físico con el bidón.

GRADO 3: Uso de alguna técnica de extracción de pescado.

De esta forma podríamos comprobar si el enriquecimiento ambiental funciona, pero utilizando otra forma de medida que no sea únicamente el tiempo de interacción.

Además de esto, podría realizarse un registro mucho más completo de las diferentes técnicas de extracción de pescado, para comprobar si realmente existe una evolución y, por lo tanto, un aprendizaje por parte de los individuos.

CONCLUSIONES

1- El uso de dispositivos dispensadores de comida ha resultado efectivo en las sesiones de enriquecimiento ambiental realizadas con los machos de *Phoca vitulina* mantenidos en el *Aquarium Finisterrae*

2- Los dispositivos que presentan una mayor dificultad para la extracción de comida generan un mayor tiempo de atención por parte de los individuos, mientras que los dispositivos con un sistema de extracción más sencillo y rápido son atendidos durante un tiempo sensiblemente menor y son abandonados en cuanto se acaba la comida.

3- Solamente se produce un aprendizaje de técnicas de extracción de pescado en los dispositivos con el sistema de extracción más difícil, los bidones sin agujeros laterales, por lo que los bidones con agujeros que hemos utilizado deberían ser modificados o sustituidos por otros que presenten mayor dificultad.

4- No se detectaron diferencias significativas en los tiempos de interacción con los dispositivos en función de la altura de la marea. Sin embargo, la variabilidad en los tiempos de atención de algún individuo a distintas alturas de marea podría ser debida a factores relacionados con la existencia de una estructura jerárquica, ya que parece que los individuos de rango más bajo tienen mejor acceso a los dispositivos en marea baja, cuando resulta más difícil extraer comida, debido a que los individuos de mayor rango pierden el interés.

5- El tiempo de interacción con los dispositivos difiere significativamente entre individuos, siendo los individuos de más edad los más activos, lo que también podría estar relacionado con la existencia de una estructura jerárquica.

6- El uso de este tipo de dispositivos y el registro del tiempo de interacción resulta sencillo, por lo que podrían ser incorporados al programa de enriquecimiento ambiental del *Aquarium Finisterrae*.

CONCLUSIONS

1. The use of food dispensers has been proved effective in enrichment programs of male *Phoca vitulina* at the *Aquarium Finisterrae*.

2. Dispensers that present a higher difficulty for food retrieving elicit longer interaction times by individuals, while dispensers where food retrieving is simple and fast elicit shorter interaction times and they are abandoned as soon as food is finished.

3. The process of learning to acquire a feeding technique seems to happen only for dispensers where food retrieving presents some kind of difficulty (containers without lateral holes). The containers with lateral holes that we used should be modified or substituted by containers where food retrieving is more difficult.

4. No significant differences between interaction times with devices at high and low tide were found. However, some individuals showed higher variability in interaction times at different tidal heights, probably in relation to the existence of a hierarchical structure into the group. Indeed, we had the impression that lower-ranking individuals had better access to devices at

low tide, when food retrieving engages some difficulties and higher-ranking individuals show less interest in devices.

5. Significant differences among individuals were found for interaction times with devices. Oldest individuals were the most active, and this might be related to the hierarchical structure of the group.

6. Use of food retrieving devices and interaction time registration are simple systems that might be incorporated into the environmental enrichment program of the *Aquarium Finisterrae*.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue realizado bajo la supervisión de la Dra. María José Servia, a quien me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento por haberme dado esta oportunidad y haber hecho posible la realización del mismo. Al personal del *Aquarium Finisterrae*, en especial a Noelia de Castro García por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo en sus instalaciones. Además, me gustaría agradecer la paciencia, dedicación y sobre todo la ayuda que me han ofrecido Blanca Fernández Crego, Lino Rozas Meilán y Pablo Álvarez Morandeira, técnicos del acuario, en cada una de las sesiones de enriquecimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Baechler, J., Beck, C. A. & Bowen, W. D. (2002). Dive shapes reveal temporal changes in the foraging behavior of different age and sex classes in harbor seals (*Phoca vitulina*). *Canadian Journal of Zoology*, **80**: 1569-1577.

Clark, F. E. (2013). Marine mammal cognition and captive care: A proposal for cognitive enrichment in zoos and aquariums. *Journal of Zoo and Aquarium Research*, **1** (1): 1-6.

Delfour, F. & Beyer, H. (2011). Assessing the effectiveness of environmental enrichment in Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*). *Zoo Biology*, **31**: 137-150.

Franks, B., Lyn, H., Klein, L & Reiss, D. (2010). The influence of feeding, enrichment, and seasonal context on the behavior of Pacific Walruses (*Odobenus rosmarus divergens*). *Zoo biology*, **29**: 397-404.

Grindrod, J. A. E. & Cleaver, J. A. (2001). Environmental enrichment reduces the performance of stereotypic circling behavior in captive common seals (*Phoca vitulina*). *Animal Welfare*, **10**: 53-63.

Hunter, S. A., Bay, M. S., Martin, M. L. & Hatfield, J. S. (2002). Behavioural effects of environmental enrichment of harbor seals (*Phoca vitulina concolor*) and gray seals (*Halichoerus grypus*). *Zoo Biology*, **21**: 375-387.

Kastelein, R. A., Jennings, N & Postma, J. (2007). Feeding enrichment methods for Pacific Walrus calves. *Zoo Biology*, **26**: 175- 186.

Márquez-Arias, A., Santillán-Doherty, A. M., Arenas-Rosas, R. V., Gasca-Matías, M. P., Muñoz-Delgado, J. & Villanueva-Valle, J. (2014). Efecto del enriquecimiento ambiental en un grupo de monos araña (*Ateles geoffroy*) en cautiverio. *Salud mental*, **37** (5): 437-442.

Quirke, T. & O'Riordan, R. M. (2012). Evaluation and interpretation of the effects of environmental enrichment utilizing varying degrees of sampling effort. *Zoo Biology*, **32**: 262-268.

Reading, R. P., Miller, B. & Shepherdson, D. (2013). The value of enrichment to reintroduction success. *Zoo Biology*, **32**: 332-341.

Riedman, M. (1990). *The Pinnipeds: Seals, Sea Lions and Walruses*. University of California Press, Los Ángeles. 439 pp.

Rodríguez-Guerra, M. & 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 fauna silvestre en los parques zoológicos*. Segunda edición. La Trèbere, S.L. Madrid. 120 pp.

Ruiz Ramos, E. D. & Díaz Carrillo E. I. (2008). Enriquecimiento ambiental de nutria marina (*Lontra felina*) en el parque zoológico Huachipa entre febrero y marzo del 2007. *Ecología aplicada*, **7** (1, 2): 49-54.

Smith, B. P. & Litchfield, C. A. (2010). An empirical ease study examining effectiveness of environmental enrichment in two captive Australian Sea Lions (*Neophoca cinerea*), *Journal of Applied Animal Welfare Science*, **13** (2): 103-122.

Swaisgood, R. R & Shepherdson, D. J. (2005). Scientific approaches to enrichment and stereotypies in zoo animals: What's been done and where should we go next? *Zoo biology*, **24**: 499-518.

Tarou, L. R. & Bashaw, M. J. (2007). Maximising the effectiveness of environmental enrichment: Suggestions from the experimental analysis of behavior. *Applied Animal Behavior Science*, **102**: 189-204.

Tojeiro, A. (2014). Seguimiento del programa de enriquecimiento comportamental de focas comunes (*Phoca vitulina*) en el *Aquarium Finisterrae* (A Coruña). Trabajo de Fin de Grado. Universidade da Coruña, 24 pp.