



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
Facultad de Veterinaria



## Grado de Veterinaria

Trabajo Fin de Grado

# Entrenamiento como base del manejo “friendly” en los puercoespines crestados (*H. cristata*) del Parque Zoológico Municipal de Córdoba

Training as the foundation for the friendly husbandry of  
Córdoba’s Municipal Zoological Park’s crested  
porcupines (*H. cristata*)

Autor: Julia Villén Ben

Codirectores: Dra. Evangelina Roderó Serrano  
Rafael Guerra Caro



## Índice general

Índice de figuras .....	3
Índice de tablas .....	4
Resumen .....	5
Abstract .....	6
Introducción .....	7
1. Objetivos del entrenamiento de animales en cautividad .....	9
2. Conceptos y métodos de entrenamiento. Aplicación en Parques Zoológicos .....	9
3. Bases anatómico/fisiológicas para el entrenamiento y el manejo sin estrés (“friendly”) en el puercoespín crestado ( <i>Hystrix cristata</i> ) .....	13
3.1 Enfoque taxonómico .....	13
3.2 Morfología y fisionomía del puercoespín crestado .....	14
3.3 Capacidades sensoriales y de comunicación del puercoespín crestado .....	15
3.4 Necesidades de hábitat y alimentación para el puercoespín crestado ( <i>H. cristata</i> ) en cautividad .....	18
Justificación .....	21
Objetivos .....	22
Metodología .....	22
Resultado y Discusión: Plan de entrenamiento y manejo del Puercoespín Crestado ( <i>H. cristata</i> ) en el PZMC .....	24
1. Plan de entrenamiento	
1.1. Objetivo general .....	24
1.2. Objetivos específicos .....	24
2. Fases del Plan de Entrenamiento del Puercoespín Crestado del PZMC	
2.1. Fase 1. Determinación de la capacidad de aprendizaje del puercoespín crestado ( <i>H. cristata</i> ) .....	25
2.2. Fase 2. Entrenamiento de los puercoespines para tolerar situaciones de sobreestimulación ambiental .....	26

2.3. Fase 3. Entrenamiento de los puercoespines para la aproximación y contacto con los humanos.....	27
2.4. Fase 4. Entrenamiento de los puercoespines para la interacción social con otros animales.....	30
3. Evaluación del efecto del entrenamiento y buenas prácticas de manejo del Plan de Entrenamiento del Puercoespín Crestado del PZMC.....	31
<b>Conclusiones</b> .....	<b>31</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>32</b>
<b>Compromiso ético</b> .....	<b>35</b>
<b>Agradecimientos</b> .....	<b>35</b>
<b>Anexo 1</b> .....	<b>36</b>

## Índice de figuras

Figura 1. Dominios físicos/funcionales de la estrategia de WAZA.....	7
Figura 2. Dominios mentales de la estrategia de WAZA .....	7
Figura 3. Tipos de refuerzo primario en el condicionamiento operante. ....	11
Figura 4. Tipos de castigo en el condicionamiento operante.....	12
Figura 5. Puercoespín del cabo ( <i>H. africae australis</i> ) .....	14
Figura 6. Puercoespín crestado ( <i>H. cristata</i> ) .....	14
Figura 7. Dientes incisivos del puercoespín crestado.....	15
Figura 8. Grupo familiar de puercoespines crestados .....	16
Figura 9. Actitud defensiva en el puercoespín crestado.....	17
Figura 10. Adaptación de púas con fines persuasivos en cola de puercoespín .....	17
Figura 11. Puercoespín herido por la agresión de otro .....	19
Figura 12. Desplazamiento del puercoespín .....	19
Figura 13. Barrera defensiva en el manejo de puercoespín.....	19
Figura 14. Instalaciones de puercoespín crestado en el PZMC .....	20
Figura 15. Puercoespín crestado en la entrada de su madriguera artificial .....	20
Figura 16. Perro atacado por un puercoespín.....	21
Figura 17. Puercoespín anestesiado listo para el transporte .....	26
Figura 18. Sesión de entrenamiento para pesaje .....	28
Figura 19. Utilización del “Target” en sesión de entrenamiento.....	29
Figura 20. Sesión de entrenamiento clínico. Inyecciones parenterales.....	29
Figura 21. Exploración clínica en puercoespín americano entrenado.....	29

## Índice de tablas

Tabla 1. Programas de entrenamiento aplicados la elaboración del Plan de Entrenamiento del Puercoespín Crestado en el PZMC .....	23
--	----

## Resumen

En este trabajo se ha evaluado el uso del entrenamiento clínico como herramienta para mejorar el bienestar del grupo de puercoespines crestados (*H. cristata*) presente en el Parque Zoológico Municipal de Córdoba (PZMC). Para ello se han expuesto las características morfológicas y comportamentales del puercoespín crestado y se han planteado los principales desafíos a los que se enfrenta este roedor en cautividad, al igual que a los que se enfrenta el personal encargado de su cuidado a la hora de manejarlo. Aunando toda esta información, se ha propuesto un programa de entrenamiento y manejo “friendly”, o manejo amable, destinado a su implementación en parques zoológicos, determinándose la capacidad de aprendizaje del puercoespín y proponiéndose un entrenamiento para situaciones de sobreestimulación ambiental, de contacto con humanos, de interacción social con otros animales y de manejo clínico. Con esto se persigue cumplir una serie de objetivos, principalmente evitar estrés en el animal, pero también permitir la aproximación y el contacto con los humanos de manera segura, tanto para el animal como para la persona, evitar la sobreestimulación sensorial ambiental y atajar los cambios de composición y organización social con otros animales. Como conclusión, hemos determinado que el entrenamiento puede ejercer un impacto positivo en el bienestar animal, no ya como elemento de enriquecimiento ambiental, si no como elemento fundamental en el buen manejo de estos animales, sobre todo a la hora de su manipulación médica. Finalmente se determina que el puercoespín crestado es un buen candidato para la realización de un programa de entrenamiento y se enumeran las ventajas que supondría la implementación de este en zoológicos y los puntos críticos para la supervisión de su eficacia.

**Palabras clave:** Entrenamiento clínico; Zoológico; Manejo “friendly”.

## Abstract

On this paper, we have evaluated the use of clinic training as a tool for implementing the welfare of crested porcupines (*H. cristata*) at Córdoba's Municipal Zoological Park. For that purpose, we have presented the morphologic and behavioral characteristics of the crested porcupine and we have brought up the main challenges this rodent faces in captivity, as well as the challenges the staff faces with its husbandry. Gathering all this information, we have put together a training and "friendly husbandry" program destined to be implemented in zoos, in which the learning capacity of the porcupine is determined and then, a training program for environmental over-stimulation, human contact, social interaction with other animals and clinic husbandry is proposed. By this we aim to reach a number of objectives, mainly avoiding stress, but also allowing proximity and contact with humans in a safe way, for the porcupine as well as for the care-givers, avoiding environmental over-stimulation and to tackle social composition and organization changes with other animals. In conclusion, we have determined that training can have a positive impact on animal welfare, not only as environmental enrichment, but as a fundamental element on this animal's husbandry as well, mainly on its medical manipulation. Finally, it's determined that the crested porcupine is a good candidate for taking part in a training program and the benefits this would provide at zoos are listed.

**Keywords:** Clinic training; Zoo; Friendly husbandry.

## Introducción

Uno de los pilares principales en el mantenimiento de animales en cautividad y que más debates causa es el bienestar animal. La definición de bienestar animal continúa en discusión, ya que se incluyen tanto parámetros físicos como psicológicos y emocionales, que dependen tanto del individuo como del medio en el que se encuentra y son difíciles de definir para los animales al mirarlos desde un punto de vista antropocéntrico.

Según la definición de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), se entiende que un animal goza de bienestar cuando se encuentra libre de: hambre, sed, desnutrición, temor y angustia, molestias físicas y térmicas, dolor, lesiones y enfermedad y tiene libertad para manifestar un comportamiento natural.

Para cumplir estos objetivos en animales en cautividad, la Asociación Mundial de Zoológicos y Acuarios (WAZA) propone la “Estrategia Mundial de Zoológicos y Acuarios para el Bienestar Animal” basada en un modelo de “Cinco Dominios” para comprender y evaluar diferentes estados de bienestar animal. Se encuentra dividido en componentes físico/funcionales (Figura 1) y mentales (Figura 2) y proporciona ejemplos de cómo condiciones internas o externas dan lugar a experiencias subjetivas negativas (aversivas) y positivas (placenteras), cuyos efectos integrados dan lugar al estado de bienestar animal (WAZA, 2015)



Figura 1.- Dominios físicos/funcionales de la estrategia de WAZA. Fuente: [www.waza.org](http://www.waza.org)



Figura 2.- Dominios mentales de la estrategia de WAZA. Fuente: [www.waza.org](http://www.waza.org)

Siguiendo estos principios las principales causas de falta de bienestar psicológico y etológico para animales en cautividad son (Mason & Burn, 2011):

- 1) Restricción de la expresión apropiada de comportamientos inherentes a la especie.
- 2) Situaciones sociales anormales.

- 3) Incertidumbre, falta de predicción y control del entorno.
- 4) Presencia de estímulos sensoriales que provocan aversión.
- 5) Ausencia de estímulos sensoriales.

El manejo de animales en cautividad se ha basado hasta ahora en el “manejo basado en la evidencia”. Este concepto hace referencia a las prácticas de manejo efectivas y adecuadas para los animales, que se han ido forjando fruto de la experiencia, y con cuya implementación siempre se obtienen las mismas respuestas.

Otro concepto aplicable en el manejo de animales en cautividad es el de “manejo friendly”, o manejo amable, que está basado en un buen protocolo de manejo adaptado a la especie que utilice las características y comportamientos naturales propios de esta. Este concepto de manejo “friendly” o amable está basado en las siguientes premisas:

1. Conocer las capacidades sensoriales de la especie y su manera de percibir las relaciones con el medio.
2. Conocer las señales de comunicación del animal para poder interpretar su estado de ánimo y su predisposición a reaccionar. Como ejemplo de ello se puede mencionar la importancia que las escalas faciales están teniendo actualmente para la evaluación clínica del dolor en animales (Castillo, 2020).
3. Conocer las motivaciones, de atracción o de huida, que inducen movimientos y reacciones voluntarias en los animales y la manera para incitarlos o limitarlos sin discomfort.
4. Conocer las capacidades de aprendizaje de la especie para introducir tácticas de entrenamiento que faciliten las prácticas de manejo sin estresar al sujeto que las recibe.

Estas prácticas se vienen implementando para gatos en clínicas veterinarias, según las directrices de Sophia Yin (Yin, 2009), conociéndose esto con el término “Clínica Cat Friendly”. Estos principios también se han aplicado al manejo enfocado en el bienestar de grandes especies de abasto, con las premisas establecidas por Temple Grandin (Grandin, 2008) para el ganado.

## 1. Objetivos del entrenamiento en animales en cautividad

El aprendizaje puede ser ampliamente definido como un cambio en el comportamiento resultante de practicar o experimentar. Cuando la práctica o la experiencia es dictada por los seres humanos hacia animales, el proceso es llamado entrenamiento (Mellen & Ellis, 1997).

El entrenamiento en animales en cautividad puede considerarse como enriquecimiento ambiental y como una herramienta para subsanar las situaciones que provocan falta de bienestar anteriormente mencionadas, aportando importantes mejoras en la vida del animal (Melfi, 2013):

- El entrenamiento proporciona al animal oportunidades de aprendizaje.
- Se pueden alcanzar los mismos resultados con entrenamiento que con los métodos de enriquecimiento ambiental convencionales.
- Aumenta las interacciones humano-animal.
- Proporciona un cambio de dinámica en la rutina diaria del animal.
- Facilita el provisionamiento de enriquecimiento ambiental convencional.

Otra importante aplicación del entrenamiento de animales en cautividad es la dirigida a la supervivencia post-liberación en programas de conservación. Esto se realiza en animales presa criados en cautividad a los que es necesario inculcarles comportamientos de huida y reconocimiento de depredadores para mejorar su tasa de supervivencia en el medio natural. Tal acción se realiza en programas de conservación como el de la Salamandra Gigante Americana (*Cryptobranchus alleganiensis*) (Crane & Mathis, 2011).

A pesar de todos estos beneficios, debe recalcarse que una vez que un animal ha aprendido un comportamiento, la participación en el entrenamiento en sí deja de considerarse enriquecedora. Este es el motivo por el que el entrenamiento resulta más enriquecedor en unas especies que en otras (Melfi, 2013).

## 2. Conceptos y métodos de entrenamiento. Aplicación en Parques Zoológicos

Un manejo adecuado (manejo “friendly” o libre de estrés de animales en cautividad) pasa necesariamente por unos planteamientos conductuales y de comportamientos aprendidos que tan solo se consiguen con el entrenamiento. Se ha comprobado que procedimientos que de manera forzada producirían un alto nivel de estrés tanto en el individuo como en el colectivo (monitorización de gestaciones, control del peso, vigilancia de posibles heridas, la realización de procesos de cría, la medicación y el transporte de los animales, etc.), se convierten en procedimientos con un nivel de estrés reducido y que no empeoran la relación animal-criador si se ha llevado a cabo un programa de entrenamiento previamente (Colahan & Breder, 2003).

Por esto, en zoológicos y/o otras reservas naturales con animales en cautividad, estos pasan por diferentes tipos de aprendizaje, que pueden aparecer de forma natural o ser dirigidos mediante el entrenamiento. Este aprendizaje puede darse de las siguientes formas:

1) Habitación:

Proceso por el que, ante un estímulo repetido, la respuesta es cada vez menos intensa (Ardila, 1981). Un ejemplo de esto sería un animal de zoológico que se acostumbra a ver y oír visitantes cerca de sus instalaciones dejando de provocarle inquietud y nerviosismo.

2) Aprendizaje observacional:

También se conoce como aprendizaje social imitativo, en el cual el animal aprende un comportamiento observando a otros realizarlo, bien emulando los resultados de un comportamiento (emulación de la meta) o el comportamiento en sí (Cabrera & Dos Santos, 2012).

3) Condicionamiento clásico:

Definido por Paulov, es un aprendizaje asociativo. El animal establece una asociación entre un estímulo condicionado y un estímulo incondicionado, siendo el estímulo condicionado capaz de provocar una respuesta condicionada. La respuesta suele darse de una forma inconsciente (Belloch et al., 2008).

En el Condicionamiento Clásico, que el aprendizaje se dé o no, depende de la contigüidad y la contingencia con la que se presentan los estímulos (Ardila, 1981) y está formado por los siguientes componentes:

- Estímulo incondicionado: agente externo al individuo que representa bienestar o peligro para este, generando una respuesta innata (Garay et al., 2008).

- Respuesta incondicionada: manifestación orgánica de carácter innato que le permite al individuo responder satisfactoriamente hacia un evento ambiental que lo beneficie (alimento) o represente peligro para su supervivencia (la presencia de un depredador) (Pierce, 1995).

Dentro de condicionamiento clásico también encontramos el concepto de desensibilización. También conocida como contracondicionamiento, está incluida en el condicionamiento clásico y se define como un proceso mediante el cual la unión activa de un estímulo positivo con un evento negativo provoca que dicho evento vaya perdiendo lentamente su habilidad de influenciar negativamente en el comportamiento (Chance, 2003).

#### 4) Condicionamiento operante

El término lo definió Skinner en 1937 como cualquier estímulo que produce un comportamiento, que se encuentra condicionado por sus consecuencias y que se realiza de forma consciente.

El animal aprende que si exhibe o no exhibe cierto comportamiento inmediatamente, se le proporciona un estímulo específico, llamado estímulo provocador o señal y que habrá una consecuencia específica: otro estímulo concreto, el estímulo controlador, que o se hará presente o dejará de estar presente (Crowell-davis, 2014).

- Refuerzo primario: la probabilidad de que este comportamiento ocurra de nuevo aumenta. Su valor reforzante es intrínseco y no está determinado por el aprendizaje (Figura 3).
- Castigo: la probabilidad de que cierto comportamiento se vuelva a presentar disminuye (Figura 4).
- Refuerzo secundario: los refuerzos secundarios aúnan el condicionamiento clásico con el operante. Se trata de estímulos que de por sí no son placenteros o atractivos para el animal pero que, seguidos de un refuerzo primario, se convierte en un estímulo condicionado vía condicionamiento clásico.

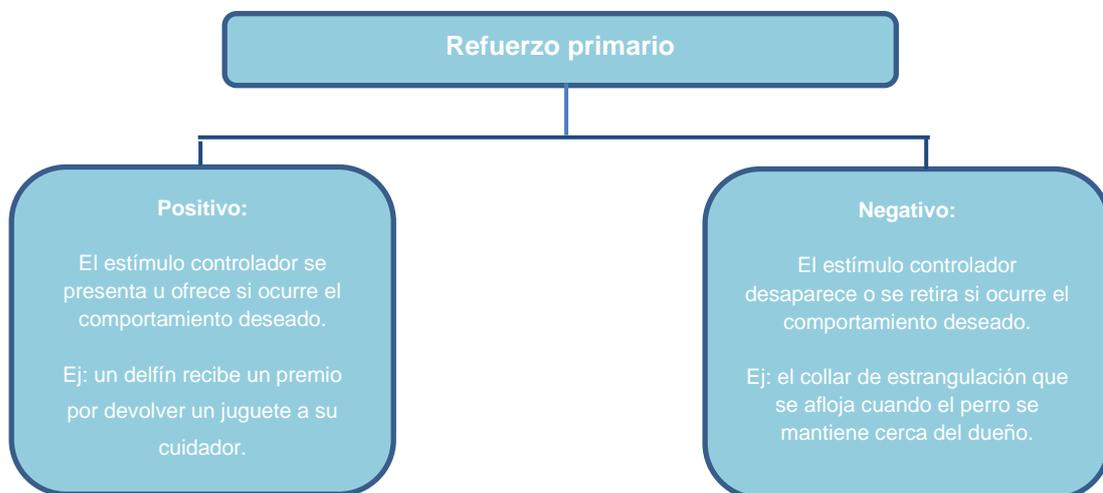


Figura 3.- Tipos de refuerzo primario en el condicionamiento operante

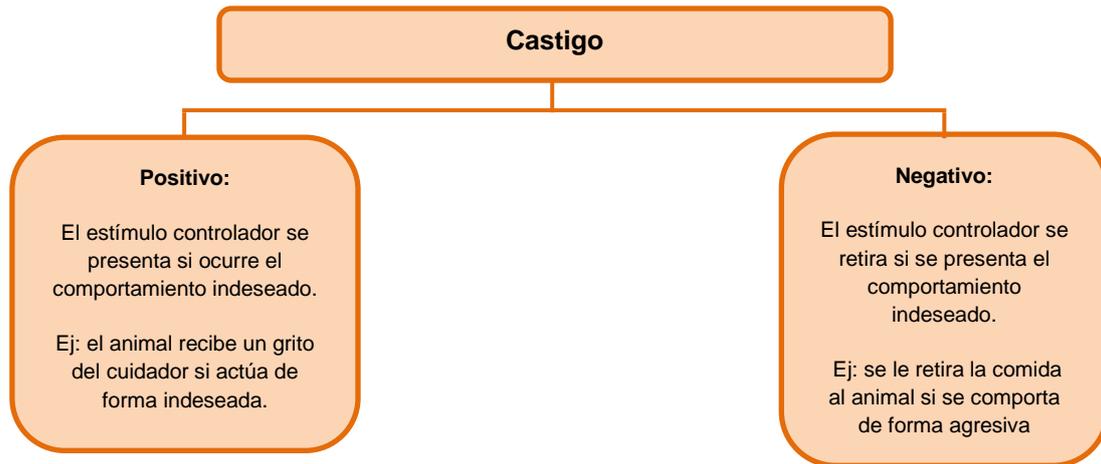


Figura 4.- Tipos de castigo en el condicionamiento operante

En el condicionamiento operante existen unas reglas que establecen cómo y cuándo una respuesta va seguida de su refuerzo, estos son los programas de reforzamiento. Se pueden dividir en las siguientes categorías (Skinner & Ferster, 1997):

- 1) Continuo: cualquier respuesta emitida es reforzada.
- 2) Extinción: ninguna respuesta es reforzada.
- 3) Parcial o intermitente: las respuestas solo son reforzadas a veces. Pueden ser:
  - a. Razón fija (FR): una respuesta es reforzada de forma predecible tras completar un número fijo de respuestas.
  - b. Razón variable (VR): los refuerzos ocurren tras completar un número de respuestas variable y aleatorio.
  - c. Intervalo fijo (FI): la primera respuesta que ocurra tras un intervalo de tiempo fijado previamente es la que se refuerza de manera predecible.
  - d. Intervalo variable (VI): la respuesta que se refuerza varía tras intervalos de tiempo que van cambiando y, por tanto, se refuerza de manera impredecible.

Muchos de estos procesos se dan de forma natural durante la vida del animal y otros se dirigen como entrenamiento. Este último es el caso del condicionamiento operante mediante refuerzo positivo, que es el principal método utilizado para el entrenamiento de mamíferos en cautividad, sobre todo de primates. En zoológicos concretamente se pone en práctica con asiduidad un protocolo de entrenamiento conocido como “shaping”, en el que se premian comportamientos cada vez más parecidos al que se desea obtener hasta llegar a éste (Crowell-davis, 2014).

Este tipo de entrenamiento se realiza en muchas ocasiones para conseguir separar a un animal del colectivo y que acuda o entre en un lugar concreto por su propia voluntad. Este es el caso del entrenamiento de los lémures de cola anillada (*Lemur catta*) a los que se les

instruye a abandonar el grupo y entrar en un área aislada para administrarles medicación o realizar procedimientos clínicos mediante recompensas alimentarias. Esto redujo significativamente el nivel de estrés del sujeto, así como del colectivo, evitando agresiones y tensiones sociales (Spiezio et al., 2017).

Estas premisas se han comprobado en animales como el orangután (*Pan troglodytes*) y el Bonobo (*Pan paniscus*) en los que se midieron los niveles de cortisol en saliva en individuos entrenados tras la realización de procedimientos clínicos, mostrándose el cortisol a nivel basal y, por tanto, denotando la falta de estrés (Behringer et al., 2014).

También ha sido utilizada esta técnica de entrenamiento en especies no primates, como el oso panda (*Ailuropoda melanoleuca*), para incitar el movimiento voluntario del animal hacia un área deseada (Bloomsmith et al., 2003).

En cuanto al tipo de refuerzo positivo utilizado para “recompensar” una acción deseada en un animal, principalmente es de tipo alimentario. Para esto es vital realizar un “test de preferencia alimentaria” en la especie concreta que se quiera entrenar, ya que utilizar el refuerzo de preferencia del animal reduce significativamente el número de sesiones de entrenamiento necesarias y, por tanto, implica un entrenamiento más eficaz (Gaalema et al., 2011).

### **3. Bases anatómico/fisiológicas para el entrenamiento y el manejo sin estrés (“friendly”) en el puercoespín crestado (*Hystrix cristata*)**

Las características anatómicas, fisiológicas y comportamentales del puercoespín crestado (*H. cristata*) hacen de esta especie una candidata idónea para que el manejo adecuado (“friendly” o amable) dentro de una rutina diaria esté basado en entrenamientos, tanto en su faceta de manejo (movilidad, alimentación, socialización) como, sobre todo, en su faceta clínica (exploraciones, tomas de muestra, control de peso, visualización de aperturas naturales, etc.).

El desarrollo de estos procesos y ejercicios posibilitarán los fines (investigación, conservación, educación y bienestar animal) que esta especie tenga destinados en el Parque Zoológico Municipal de Córdoba.

#### 3.1 Enfoque taxonómico

Taxonómicamente, el puercoespín crestado es un gran roedor perteneciente al suborden Hystricomorpha y a la Familia Hystricidae (Puercoespines del Viejo Mundo). A dicha familia pertenecen las dos especies más conocidas de estos roedores, ambas del género *Hystrix*: el puercoespín del Cabo (*Hystrix africaeaustralis*) (Figura 5) y el puercoespín crestado

(*Hystrix cristata*) (Figura 6), caracterizados por estar cubiertos de una capa de espinas y difíciles de diferenciar entre ellos por su gran parecido.

La especie que habita en el PZMC es el puercoespín crestado (*Hystrix cristata*), encontrándose clasificado como de preocupación menor en la Lista Roja de la UICN. El puercoespín crestado es una especie protegida a nivel nacional en Italia, por donde se distribuye además del Norte de África. Probablemente fueron los romanos los que importaron estos animales a Italia para utilizarlos en el circo.

Fruto de una decisión educativa (Conocimiento de la Biodiversidad), esta especie se incluye en el Plan de Colección del PZMC, proporcionándoseles para ello los elementos para la cobertura de sus necesidades con la dotación de un recinto adecuado, un grupo social estable y un manejo libre de estrés en cautividad



Figura 5.- Puercoespín del Cabo (*H. africae australis*). Fuente: [www.eol.org](http://www.eol.org)



Figura 6.- Puercoespín crestado (*H. cristata*). Fuente: [www.eol.org](http://www.eol.org)

### [3.2 Morfología y fisionomía del puercoespín crestado](#)

La cabeza, cuello, hombros, extremidades y parte ventral del cuerpo están cubiertas por un pelo duro y marrón oscuro. Se caracteriza por tener púas a lo largo de la cabeza, nuca y espalda, las cuales puede levantar en forma de cresta para parecer más grande ante el depredador. También tiene púas más rígidas en ambos lados del cuerpo, utilizadas con propósitos defensivos y que, normalmente, están marcadas por bandas blancas y negras. Nacen bien desarrollados con púas blandas que se van endureciendo con la edad (Barthelmess, 2006).

Los ojos y oídos externos son muy pequeños y tienen largas vibrisas en la cabeza que utilizan para recoger información táctil. La morfología del cráneo de este animal es característica de varias formas (Grzimek, 2003):

- 1) El foramen infraorbitario está muy agrandado, por lo que partes del masetero se extienden a través de él y salen por la superficie frontal del hocico. Esto les proporciona una potente mordida.
- 2) El proceso angular está torcido sobre la mandíbula inferior.
- 3) La cavidad nasal está agrandada y, al pertenecer al orden rodentia, poseen órgano vomeronasal.
- 4) Poseen unas bolsas prominentes en el cráneo, mandíbula superior y huesos lacrimal y turbinados. La función de estas bolsas es desconocida, pero crean grandes áreas para la inserción de los músculos masticadores y puede que les permitan oler bulbos y tubérculos enterrados.
- 5) Tienen cinco dientes en cada mandíbula: un incisivo, un premolar y tres molares. Los incisivos se encuentran en continuo crecimiento (Figura 7).



Figura 7.- Dientes incisivos del puercoespín crestado. Fuente: PZMC

### [3.3 Capacidades sensoriales y de comunicación del puercoespín crestado](#)

Respecto a la visión en puercoespines, solo se ha estudiado el género *Atherurus*, encontrándose que poseen un solo tipo de cono en la retina y muchos bastones (característico de animales nocturnos) y, por tanto, ven en una escala de grises (Ahnelt & Kolb, 2000). Compensan su visión monocromática con información táctil que captan mediante vibrisas (Roze, 2012).

También poseen una audición muy aguda y se quedan quietos cuando escuchan sonidos amenazantes (Skinner & Chimimba, 2005). Para comunicarse entre ellos emiten gruñidos, resoplidos y silbidos (Happold et al., 2013). La pareja de adultos realiza comportamientos diarios de sociabilización, como acicalamiento mutuo (Corbet, 1991).

*H. cristata* posee un sentido del olfato bien desarrollado y marca con marcadores odoríferos procedentes de la secreción de las glándulas perianales. El comportamiento social se ve influenciado por estos marcadores que se utilizan en los lugares de alimentación (de

Villiers et al., 1994), para el reconocimiento individual y para comunicaciones intra-específicas entre individuos (Massolo et al., 2009). No se ha determinado de forma definitiva si utiliza orina como método de marcaje territorial, pero sí se han observado comportamientos anecdóticos de marcaje con orina y secreciones perianales de las inmediaciones de la madriguera, sobre todo en hembras, en grupos en cautividad. Otros estudios relacionados sugieren que las proteínas odoríferas presentes en la orina del puercoespín también se utilizan como un método de comunicación química (Felicioli et al., 1993).

El puercoespín crestado es un herbívoro que come cortezas de árbol, raíces, tubérculos, bulbos, frutas caídas y productos agrícolas. Ocasionalmente consumen insectos, pequeños vertebrados y carroña. Se sabe que los puercoespines crestados coleccionan huesos que encuentran por la noche y los guardan en su guarida para roerlos, obteniendo así calcio y afilando sus incisivos (Mori et al., 2017).

La vida social de *H. cristata* se basa en la monogamia y un largo e intensivo cuidado de las crías (Grzimek, 2003; Felicioli et al., 1997). Forman pequeños grupos familiares, que consisten en un par de adultos y varios infantes y juveniles que comparten un elaborado sistema de madrigueras (Grzimek, 2003) (Figura 8).



Figura 8.- Grupo familiar de puercoespines crestados. Fuente: PZMC

En un grupo familiar, la reproducción está suprimida en hembras subadultas y solo la hembra dominante se reproduce. La época reproductiva varía según la localización aunque entre la pareja de adultos hay actividad sexual todo el año, lo que podría reforzar el vínculo entre ellos (Van Aarde & Skinner, 1986; Van Aarde & Van Wyk, 1991; Happold et al., 2013). La mayoría de las crías nacen de agosto a marzo, con el pico en enero (Van Aarde, 1985) y el tamaño de la camada es de 1 a 3 crías (Barthelmeß, 2006).

Para dar a luz, las hembras normalmente establecen una guarida separada, amamantando a las crías de manera casi continua durante las dos primeras semanas y, después, de manera más intermitente hasta las 20 semanas de edad (Van Aarde, 1985).

Ambos padres cuidan de las crías. El padre defiende el territorio, protege y acicala a las crías y cuida de los jóvenes en sus salidas para alimentarse (Van Aarde, 1998; Barthelmess, 2006). Las crías salen de la madriguera a las 7-9 semanas y normalmente se dispersan cuando sus púas se han endurecido (Happold et al., 2013), pero pueden quedarse en el grupo familiar si compiten por espacio y comida en poblaciones de elevada densidad (Corbet, 1991). Una pareja de adultos suele defender su territorio, el cual van cambiando de localización de estación a estación y ocupa unos 0,74 m<sup>2</sup> (Van Aarde, 1998; Corbet, 1991; Skinner & Chimimba, 2005; Barthelmess, 2006).

Las púas de *H. cristata* son una eficiente defensa, pero dejan sin proteger la cabeza, el cuello y las extremidades, que están cubiertas por pelo. Un depredador debería por lo tanto preferir atacar la parte anterior del cuerpo. Sin embargo, la cabeza, cuello y extremidades de los puercoespines crestados son completamente negras o marrón oscuro y muy difíciles de ver de noche, mientras que las afiladas púas tienen un patrón blanco y negro, concentrando probablemente la atención de depredadores. La buena visibilidad, por lo tanto, podía ayudar más al depredador que a la presa, revelando las partes no protegidas del cuerpo del puercoespín (Corsini et al., 1995).

Como muestra de advertencia antes amenazas, elevan todas las púas de su cuerpo, incluyendo la cresta (Figura 9). Si esta señal de agresión no funciona ante el depredador, realizan un movimiento que consiste en dar pisotones y mover su parte trasera, ya que poseen un tipo de púa hueca en la cola, que al chocar entre sí producen un sonido muy parecido al de una serpiente de cascabel (Figura 10).



Figura 9.- Actitud defensiva en el puercoespín crestado. Fuente: PZMC



Figura 10.- Adaptación de púas con fines persuasivos en la cola del puercoespín. Fuente: PZMC

Los puercoespines crestados son estrictamente nocturnos. La evitación de la luz es probablemente un comportamiento anti-depredador, aunque, a diferencia de *H. indica*, la evitación de la luz lunar es mínima y solo ocurre en áreas abiertas (Corsini et al., 1995).

Abandonan las madrigueras tras la puesta de sol y paran su actividad antes del amanecer, estando activos una media de 9 h/noche, influenciados por la estacionalidad (están más horas activos a mayor duración de la noche). La actividad diurna va en aumento de verano a primavera, a medida que las noches se acortan (Corsini et al., 1995).

Realizan muy poca o ninguna actividad en los meses de verano, cuando las noches son más cortas y cálidas. Los bajos valores de correlación entre temperatura y actividad nocturna sugieren que los puercoespines pueden tolerar un amplio rango de temperaturas (Corsini et al., 1995). Pueden permanecer en las madrigueras durante el invierno, pero no hibernan como tal.

Durante el día buscan refugio en recovecos en las rocas, cuevas o madrigueras abandonadas. También cavan agujeros en el suelo o en nidos de termita (Yeaton, 2019). Algunas veces se les puede observar activos durante el día, tomando el sol cerca de la entrada de su refugio (Coppola et al., 2019).

Son buenos cavando (Skinner & Chimimba, 2005; Happold et al., 2013), realizan agujeros que abren la superficie del terreno, permitiendo que el agua llegue a mayor profundidad y favoreciendo el crecimiento de nuevas plantas (Bragg et al., 2005). Son terrestres, raramente escalan árboles, pero son capaces de nadar.

#### [3.4 Necesidades de hábitat y alimentación para el puercoespín crestado \(\*H. cristata\*\) en cautividad](#)

Dentro del manejo “friendly” también se comprende el proveer a los puercoespines de unas instalaciones adecuadas para su especie y el seguir unas pautas de manejo dentro de las mismas para evitar el estrés de los animales y los posibles daños a los cuidadores.

La mayoría de los puercoespines crestados se pueden mantener en parejas o pequeños grupos que incluyan un macho adulto, una o más hembras adultas y varios descendientes juveniles.

Hay que tener en cuenta que, si no están relacionados, los animales del mismo sexo tienden a pelear cuando alcanzan la edad adulta. Para fines de exhibición, los grupos de un solo sexo relacionados pueden ser mantenidos indefinidamente en las mismas instalaciones, al igual que las parejas compatibles pueden permanecer juntas en todo momento (Bartos, 2004).

No es necesario sacar a las hembras de las instalaciones para el parto y el personal debe tener especial cuidado al ingresar al recinto de una pareja de puercoespines con descendencia, ya que pueden ser muy protectores e intentarán expulsar a los intrusos (Bartos, 2004).

Los puercoespines jóvenes se separan de sus madres en un periodo comprendido entre 6 meses y un año para evitar la endogamia y si se observa alguna agresión de un miembro del grupo hacia los jóvenes, este miembro debe ser eliminado del grupo para evitar lesiones (Figura 11).



Figura 11.- Puercoespín herido por la agresión de otro. Fuente: PZMC

En las introducciones de nuevos puercoespines en las instalaciones, el personal debe estar preparado en caso de que se produzcan agresiones y contar con equipos de protección, como guantes de cuero y herramientas como escobas (Figura 12) y tablas (Figura 13) para separar y protegerse de los animales.



Figura 12.- Desplazamiento del puercoespín.  
Fuente: PZMC



Figura 13.- Barrera defensiva en el manejo del puercoespín. Fuente: PZMC

Según los estándares de instalaciones para mantener a puercoespines en cautividad (Bartos, 2004), estas se deben mantener entre 13-31°C, con un 45-60% de humedad y con una iluminación suficiente, ya sea natural o artificial.

Al ser los puercoespines cavadores por naturaleza, el suelo necesita tener un sustrato natural que les permita realizar esta actividad, bajo el que se encuentre un sustrato resistente como el cemento. También se les debe proporcionar materiales naturales como ramas, arbustos y troncos o materiales de madera que puedan roer (Figura 14), además de lugares huecos, recovecos para esconderse y madrigueras artificiales (Figura 15).

Los puercoespines crestados pueden vivir en instalaciones mixtas con otros animales (buitres, suricatos, tities, etc.), pero sus lugares de alimentación deben estar bien diferenciados y separados (Bartos, 2004).



Figura 14.- Instalaciones de puercoespín crestado en el PZMC. Fuente: PZMC



Figura 15.- Puercoespín crestado en la entrada de su madriguera artificial. Fuente: PZMC

La dieta proporcionada a los puercoespines debe ser nutricionalmente equilibrada y que estimule razonablemente sus comportamientos sociales y alimenticios naturales.

En cautividad acepta pienso para ratas, pienso para conejos, y alimento seco para perros en proporciones iguales, junto con alguna fruta, hortaliza, cacahuetes y pan. También es bueno suministrarles ramas de sauce y de árboles de hoja perenne para roer, así como huesos para afilar sus dientes y procurarles los fosfatos y el calcio necesarios (Bartos, 2004).

Los alimentos se suministran, al menos, una vez al día, esparcidos por las instalaciones o en recipientes. También hay que suministrarles agua limpia *ad libitum*, en botellas de agua colgantes (Bartos, 2004).

## Justificación

Además de lo anteriormente expuesto desde el punto de vista del bienestar animal, la necesidad de un programa de entrenamiento y de forjar un trato amable con los puercoespines en cautividad radica en salvaguardar la seguridad de los cuidadores frente al riesgo que entraña su mecanismo de defensa (púas).

Son animales normalmente poco agresivos y las agresiones entre ellos se limitan a algunas peleas entre machos sexualmente maduros en temporada reproductiva (Roze, 2012), y aunque sus interacciones agresivas con humanos suelen ser mayormente defensivas y sólo se dan en situaciones estresantes para el animal, si se sienten amenazados pueden ser agresivos y moverse rápidamente en dirección del agresor para clavarle las púas defensivas (Barthelmess, 2006). Si no se extraen, las púas clavadas pueden clavarse profundamente y causar heridas muy dolorosas y que pueden infectarse. Se sabe que estos ataques han matado leones, leopardos, hienas, perros y humanos (Figura 16).



Figura 16.- Perro atacado por un puercoespín.  
Fuente: Lollypop Farm Humane Society of  
Greater Rochester

Los riesgos tanto para cuidadores como para el propio animal pueden evitarse con la habituación y entrenamiento del puercoespín, para que toleren la cercanía de los cuidadores y los procedimientos habituales de mantenimiento a los que se ven sometidos en cautividad. Los programas de entrenamiento deben de ir siempre acompañados de protocolos de manejo adecuados a la especie.

## Objetivos

Este trabajo pretende, en primer lugar, analizar las posibilidades de llevar a cabo programas de entrenamiento en puercoespines cautivos (*Hystrix cristata*) como forma de enriquecimiento ambiental y con la finalidad de mejorar el bienestar del animal y la seguridad de los trabajadores.

También se pretende establecer un plan de entrenamiento y buenas prácticas de “manejo amable” específicas para el puercoespín crestado de cara a cada uno de los retos que supone su adaptación a las condiciones de los Zoológicos y confeccionar un método de evaluación que permita el seguimiento y control de los avances conseguidos con este plan.

## Metodología

Para la elaboración del protocolo ha sido fundamental tener un buen conocimiento de la especie y de los posibles métodos de entrenamiento, así como de los métodos de entrenamiento que se llevan a cabo en esta y otras especies por parte de distintas instituciones. Para ello, se han utilizado distintos sistemas de búsqueda de información:

- 1) Bases de datos on-line:
  - PubMed: base de datos científica de carácter médico.
  - Scopus: base de datos científica de carácter general que contiene revistas científicas, libros y actas de congresos.
  - Web of Science (WoS): base de datos con contenido de ciencias, ciencias sociales y humanidades.
  - Google Scholar: buscador enfocado a la búsqueda de artículos académicos, perfiles de investigación y bases de datos científicas.
  - Catálogo Mezquita: base de datos de la biblioteca de la Universidad de Córdoba.
- 2) Revistas científicas:
  - Journal of Applied Animal Welfare Science: revista líder en el campo de la ciencia del bienestar animal para veterinarios.
  - Zoo Biology: revista para la divulgación de hallazgos científicos relacionados con la reproducción, genética, comportamiento, manejo, nutrición y conservación de especies salvajes.
  - Animal Welfare: revista basada en la divulgación de conocimientos relacionados con el bienestar animal, tanto de animales domésticos como salvajes.

## [BIENESTAR ANIMAL Y ENTRENAMIENTO EN PUERCOESPÍN CRESTADO. PZMC.]

- Mammalian Biology: revista internacional que publica sobre la investigación biológica en mamíferos.
  - Applied Animal Behaviour Science: revista internacional que publica sobre la aplicación de la etología a animales manejados por humanos.
- 3) Organismos específicos:
- WAZA: Asociación Mundial de Zoológicos y Acuarios.
  - Parque Zoológico Municipal de Córdoba (PZMC).
  - Encyclopaedia Of Life (EOL).
  - International Species Information System (ISIS).

Se han tomado como guía los siguientes planes de manejo y entrenamiento en zoológicos de otras especies (Tabla 1):

Tabla 1.- Programas de entrenamiento desarrollados en zoológicos que han servido para la elaboración del Plan de Entrenamiento del Puercoespín Crestado del PZMC

<b>Programa/ Especie</b>	<b>Institución</b>	<b>Fuente</b>
<b>Programa de entrenamiento de bonobos y orangutanes</b>	Zoológico de Frankfurt	(Behringer et al., 2014)
<b>Programa de entrenamiento del lémur de cola anillada</b>	Parco Natura Viva (Italia)	(Spiezio et al., 2017)
<b>Programa de entrenamiento de chimpancés</b>	Tel Aviv-Ramat Gan Zoological Center (Israel)	(Pomerantz & Terkel, 2009)
<b>Programa de entrenamientos y manejo de marabúes</b>	Zoológico de Edimburgo	(Miller & King, 2013)
<b>Programas de entrenamiento de primates</b>	Disney's Animal Kingdom (Florida)	(Colahan & Breder, 2003)
<b>Programa de entrenamiento para primates</b>	Zoológico del Bronx	(Savastano et al., 2003)
<b>Protocolo de entrenamiento general</b>	Zoológico de Phoenix	(Tresz, 2003)

Para poder adaptar nuestro plan al PZMC también hemos recurrido a solicitar información al propio PZMC a través de sus servicios veterinarios.

## Resultados y Discusión: Plan de entrenamiento y Manejo del Puercoespín Crestado (*H. cristata*) en el PZMC

Una vez conocidas las características de especie de *H. cristata*, previo a la elaboración del plan de entrenamiento y buenas prácticas, ha de evaluarse si se trata de un buen candidato para la realización de un programa de entrenamiento y en qué aspectos podría aumentar su bienestar en el caso en que se realizase.

### 1. Plan de Entrenamiento

#### 1.1 Objetivo general

El objetivo general del plan de entrenamiento será, por lo tanto, evitar el estrés del puercoespín por la presencia de ruidos y visión del movimiento de los visitantes, así como el producido durante el manejo clínico y las rutinas de cuidados (alimentación, limpieza, organización de lotes, transporte, etc.), permitiendo hacer frente de manera “friendly” a los principales desafíos clínicos a los que se enfrenta esta especie en cautividad (Guerra, 2019):

- 1) Cirugía de esterilización (vasectomía en machos)
- 2) Extracción de muestras sanguíneas y realización de tratamientos parenterales
- 3) Enfermedades dentales
- 4) Impactación y bezoares
- 5) Problemas oftalmológicos
- 6) Lesiones por agresión entre ellos

Todos estos procedimientos clínicos requieren del asilamiento del individuo, su contención y su sedación o anestesia y, como cualquier animal en cautividad, requieren un control de peso periódico y son necesarios realizar transportes, tanto dentro de jaulas como en vehículos motorizados.

#### 1.2 Objetivos específicos

De forma más específica se trata de entrenarlos para enfrentar los siguientes tipos de desafíos:

1. Aproximación y contacto con los humanos
2. Sobreestimulación sensorial ambiental
3. Cambios de composición y organización social con otros animales

### 2. Fases del Plan de Entrenamiento del Puercoespín Crestado del PZMC

Para llevar a cabo estos objetivos, el plan se estructura en tres fases temporales y organizativas: La primera fase será prospectiva de evaluación de las capacidades de aprendizaje de los puercoespines, lo cual permitirá determinar qué métodos son factibles de

aplicar en las fases posteriores. Las siguientes fases abordan cada uno de los retos a superar con la rutina de entrenamiento: tolerancia a la aproximación de los humanos, desensibilización a la sobreestimulación ambiental y convivencia con otros animales. Finalmente, el plan se completa con el diseño de un sistema de evaluación de la eficacia y aplicabilidad del método de entrenamiento usado en cada situación.

### **2.1. Fase 1. Determinación de la capacidad de aprendizaje del puercoespín crestado (*H. cristata*)**

No se han llevado a cabo estudios sobre la habilidad de aprendizaje de *H. cristata* en concreto, pero podríamos extrapolar lo estudiado en *E. dorsatum* (puercoespín norteamericano) por Coburn (1913) mediante test de resolución de laberintos complejos. Los puercoespines aprendieron rápido, casi al mismo ritmo que los primates, y eran capaces de recordar la ruta para salir del laberinto tras cien días de haberlo realizado. También se realizaron pruebas referentes a la destreza manual de este animal, concluyéndose que *E. dorsatum* era capaz de utilizar indistintamente ambas patas y de entrenarse, durante 30 días, para aceptar un tipo de comida (zanahorias) con una extremidad determinada y otro tipo distinto de comida (col) con la otra.

Otras pruebas referentes a la habilidad de operar abriendo compartimentos mediante palancas, interruptores, botones y ganchos determinaron que *E. dorsatum* era capaz de abrir fácilmente cada tipo de sistema presentado por separado y en conjunto. Tras cien días se volvieron a examinar y el animal era capaz de recordar la forma de apertura, pero mostrando menor destreza.

Se examinó también la capacidad del puercoespín para distinguir formas circulares de otras formas. Se utilizaron cajas con aperturas de distintas formas geométricas (círculo, rectángulo, triángulo, etc.), colocándose comida siempre tras la apertura con forma circular. Para eliminar el sentido del olfato como un factor cada caja, independientemente de su apertura, contenía un compartimento secreto lleno de la comida utilizada. El puercoespín era capaz de distinguir el círculo de las otras formas.

Todo esto nos conduce a concluir que el puercoespín es un buen candidato para ser entrenado en cautividad, ya que es capaz de responder bien al entrenamiento por métodos de condicionamiento operante basado en el uso de refuerzos positivos de tipo alimenticio y con discriminación y reconocimiento de estímulos visuales, pudiendo llegar a accionar palancas y resolver problemas de localización e identificación de formas, pero no de colores. Tienen buena capacidad para recordar lo aprendido, pero la tasa de refuerzo debe establecerse en intervalos inferiores a los 30 días.

En los roedores no se ha estudiado tanto como en los primates el entrenamiento para la vida en cautividad, pero sí se han realizado múltiples estudios sobre el entrenamiento de roedores de experimentación en laboratorio. Esos estudios pueden ser parcialmente extrapolables a grandes roedores en cautividad, como es el caso del puercoespín crestado y nos han servido de referencia. (Weir, 1967)

## **2.2. Fase 2. Entrenamiento de los puercoespines para tolerar situaciones de sobreestimulación ambiental**

En un zoológico las situaciones de sobreestimulación a las que se ve sometido el puercoespín son muchas (presencia de visitantes, contacto con los cuidadores, transportes en vehículos, visitas veterinarias, etc.). En el caso de la presencia de visitantes en el zoológico influye un comportamiento básico de especie del puercoespín como es el comportamiento anti depredador. El puercoespín juega el papel de “animal de presa” y el ser humano el de “depredador”. Estas interacciones son imposibles de evitar y este comportamiento tiene un profundo arraigo evolutivo, y la única forma de que estas situaciones vayan causando un menor nivel de estrés de forma progresiva es mediante la habituación del animal.

En el caso de otros estímulos, como las visitas veterinarias o la presencia de cuidadores en las instalaciones, se puede utilizar un programa de desensibilización/contracondicionamiento para mejorar el bienestar de los puercoespines. Esto se aplica mediante la administración de refuerzos positivos durante el tiempo que dure el estímulo negativo como, por ejemplo, dando premios al animal durante la visita veterinaria. Este último concepto enlaza con el de entrenamiento mediante refuerzos positivos, actuando este también como programa de contracondicionamiento.

A parte de esto, también será necesario utilizar pautas de manejo “friendly” para evitar sobreestimulaciones sensoriales, como la utilización de capuchas o mantas que bloqueen la luz en los transportes y colocar tapones de algodón en los oídos del puercoespín en los procedimientos que requieran su sedación y anestesia (Figura 17).



Figura 17.- Puercoespín anestesiado listo para el transporte. Fuente: PZMC

### **2.3. Fase 3. Entrenamiento de los puercoespines para la aproximación y contacto con los humanos**

Se ha demostrado que las interacciones de animales cautivos con humanos, tanto si son sociales como si no, pueden desencadenar dos respuestas muy diferentes; bien pueden aumentar el bienestar del animal, corrigiendo problemas de estereotipias (Bayne et al., 1993; Tallet et al., 2008), reduciendo las concentraciones de cortisol en saliva (Behringer et al., 2014) y fomentando la expresión de comportamientos típicos de especie (Hubrecht, 1993); o causar un alto nivel de estrés y tener efectos negativos sobre el bienestar del animal (Bayne et al., 1993; Baker et al., 2009; Hosey, 2000; Anderson et al., 2002).

Que se dé un tipo de respuesta u otra está condicionado por varios factores entre los que se encuentran que el animal sea o no social, pudiendo desarrollar una mejor interacción con los humanos aquellas especies animales con más tendencia social (McCardle et al., 2011), entre las que se encuentra el puercoespín.

También influye el tipo de interacción y la calidad de la misma, entendiéndose por esto la voluntariedad con la que el animal realiza la acción (Carlstead, 2009; Ward & Melfi, 2013). En este punto vuelve a influir el entrenamiento como un método para aumentar la voluntariedad en las acciones que se necesiten del animal, así como un procedimiento mediante el cual las relaciones animal-humano se afianzan, desembocando todo en una reducción del estrés y un aumento del bienestar del animal.

Los conceptos distancia de huida y distancia interindividual o grado de cohesión son dos conceptos que se aplican en los fundamentos de manejo de grandes animales de producción (Grandin, 2008). Distancia de huida ("Flight Zone") es la distancia hasta la que el animal permite el acercamiento humano sin huir. Varía según la especie y se reduce casi del todo en animales entrenados y habituados al trato con humanos.

El programa de entrenamiento de estos animales lo basaremos en los procedimientos clínicos y de manejo que se suelen realizar con ellos comentados con anterioridad.

Con el fin de que acepten la aproximación de los humanos y toleren su contacto, utilizaremos programas de habituación progresiva a la aproximación apoyada en entrenamiento mediante condicionamiento operante con refuerzo positivo en sus distintas variantes. Los comportamientos deseados son:

- 1) Que el animal inicie la aproximación hacia el cuidador o hacia el área indicada por él.
- 2) Que el animal permanezca quieto sobre las dos patas traseras y pueda establecer contacto con las delanteras sobre una plataforma.

El primero de ellos tiene múltiples utilidades, principalmente clínicas, como son, por ejemplo:

- Dirigir al animal hacia una báscula de forma voluntaria y conseguir que permanezca quieto durante el pesaje (Figura 18).
- Movilizar al animal a un área concreta apartada del resto del grupo para la realización de revisiones.
- Entrada voluntaria del animal en jaula para su transporte, contención o anestesia.



Figura 18.- Sesión de entrenamiento para pesaje. Fuente: <http://www.spooky-possum.org/wordpress/?p=31>

Para lograr esto se utiliza un tipo de entrenamiento basado en el condicionamiento operante combinado con el clásico, llamado “entrenamiento con target u objetivo” en el que se utilizan los siguientes estímulos:

- 1) Estímulo provocador o señal: utilizaremos una herramienta (objetivo o target) que sirva de guía al animal como indicador de posición. Se le pide al animal que toque el objetivo con la nariz para recibir el premio. Suele usarse un mango alargado con un objeto redondeado en un extremo (un palo con una pelota de tenis en el extremo, por ejemplo) (Figura 19).
- 2) Estímulo controlador o refuerzo positivo: un alimento altamente palatable para el animal, zanahorias, por ejemplo.
- 3) Estímulo secundario, inicialmente neutral, que se asocia a la presencia del refuerzo controlador: suele utilizarse un “clicker”. El clicker se utiliza cuando el animal responde al estímulo provocador realizando el comportamiento deseado (toca el objetivo con la nariz), resultando en una asociación entre el sonido del click y el premio.

El segundo comportamiento, que el animal permanezca quieto sobre sus patas traseras, es de gran utilidad para la realización de exámenes veterinarios (toma de frecuencias cardíaca y respiratoria, toma de imágenes ecográficas o radiográficas, observación general del animal).

Específicamente se entrena al animal para permanecer quieto con las patas delanteras sobre una plataforma o soporte, de forma que las zonas de exploración cardíaca y respiratoria estén accesibles y se descubra toda la parte ventral que no está cubierta por púas, permitiendo la administración de inyecciones y cualquier revisión que requiera la visibilidad de la piel (Figura 20).



Figura 19.- Utilización de "target" en sesión de entrenamiento. Fuente: Cheyenne Mountain Zoo, Colorado



Figura 20.- Sesión de entrenamiento clínico. Inyecciones parenterales. Fuente: Cheyenne Mountain Zoo, Colorado

Para ello, se puede realizar un programa de condicionamiento operante básico, en el que se le ofrece al animal alimento en alto como refuerzo positivo, favoreciendo que este levante el tercio anterior y adopte la postura deseada, incorporándose y posando sus extremidades anteriores sobre la plataforma para tomar el premio. Se sigue administrando el alimento durante toda la exploración (Figura 21). Al comienzo de este programa de entrenamiento el animal puede estar reticente a la exploración, por lo que es conveniente no tocarlo en las primeras sesiones y solo dejar que se incorpore.



Figura 21.- Exploración clínica en puercoespín americano entrenado. Fuente: Akron Zoo, Ohio

También podría realizarse un entrenamiento de objetivo o target como el que hemos mencionado anteriormente si el animal está previamente entrenado para tocar el objetivo con la nariz y relacionar el sonido del clicker con la administración de un premio. Utilizamos el target en alto para que el animal se incorpore para tocarlo y pose sus extremidades en la plataforma, haremos el sonido del click como refuerzo secundario y le proporcionaremos el premio durante toda la exploración o procedimiento clínico que se realice.

Previo al inicio de ambos programas se debe realizar una habituación progresiva a la presencia del humano que deberá ir entrando en la distancia de huida del animal muy progresivamente y permaneciendo quieto al más mínimo signo de huida. La permanencia inmóvil del animal ante la aproximación cuando se sobrepasa el límite de la distancia de huida anterior debe ser reforzado con alimento como premio para establecer el contracondicionamiento.

Para una rápida asociación, en todas las circunstancias, el intervalo de tiempo que pasa entre los estímulos y la presentación de los refuerzos no puede ser mayor de medio minuto y la separación entre las sesiones de entrenamiento debe ser suficiente como para no cansar al animal. Cuatro sesiones al día durante una semana podrían ser suficientes.

Como continuación del entrenamiento se establece un programa de refuerzo con una tasa fija semanal (una vez por semana se repite el adiestramiento) para evitar la extinción de lo aprendido. También se podrá modificar la tasa fija diaria (una vez al día) durante las dos semanas posteriores a una intervención clínica.

#### **2.4. Fase 4. Entrenamiento de puercoespines para la interacción social con otros animales**

Otro estímulo al que se ven expuestos los puercoespines en los zoológicos es la presencia de otras especies animales, que incluso pueden estar en las mismas instalaciones, lo que se traduce en estímulos olfativos y auditivos constantes.

En estos casos el aprendizaje por habituación suele ser el que acaba por reducir los niveles de estrés del animal ante otras especies. También se ha estudiado el concepto de “enriquecimiento olfatorio”, en el que se utilizan feromonas sintéticas, aceites esenciales, orina, heces y otros estímulos olfatorios para estimular los comportamientos naturales de la especie y aumentar la exploración y actividad en las instalaciones (Clark & King, 2008). Esto se puede aplicar escogiendo la especie con la que el puercoespín comparte hábitat cercano, intentando que sean similares a las que encontraríamos en el mismo hábitat en la naturaleza.

De esta forma redirigiríamos el estrés que pudiese causar una especie cercana en el hábitat del puercoespín hacia un enriquecimiento en el que se emulan las condiciones que

encontraríamos en la naturaleza y el estímulo odorífero incitaría al puercoespín a realizar sus comportamientos naturales de especie (buscar escondite si se trata de depredadores, realizar solo salidas nocturnas para alimentarse, etc).

### 3. Evaluación del efecto del entrenamiento y buenas prácticas de manejo del Plan de Entrenamiento del Puercoespín Crestado del PZMC

Se comenzará a evaluar los efectos del entrenamiento tras un periodo establecido desde el inicio del plan, que podrían ser unos dos meses, y sucesivamente cada dos meses. Se ha confeccionado una hoja de seguimiento (ANEXO 1) en la que se indican una serie de parámetros psicológicos y comportamentales a evaluar, siguiendo el “AWAG system” (Assessment of Welfare in Zoo Animals) (Wolfensohn et al., 2018) .

En esta hoja deberá anotarse un valor del 0 al 5 para cada parámetro, siendo 0 que no manifiesta el comportamiento y 5 que lo manifiesta de forma inmediata. Se sumarán las puntuaciones obtenidas en cada sesión de entrenamiento y, si el entrenamiento está cumpliendo los objetivos, los sumatorios deberán ser cada vez de un valor más alto.

## Conclusiones

- 1) El entrenamiento de los animales y el desarrollo de técnicas de manejo “friendly” basadas en la evidencia son prácticas emergentes para los zoológicos y que facilitan la realización de procedimientos clínicos y el manejo por parte del personal, mejorando la relación animal-humano e influyendo positivamente en el bienestar animal.
- 2) El puercoespín crestado (*H. cristata*), por sus características fisiológicas, morfológicas, y etológicas, especialmente por sus capacidades de aprendizaje, es un buen candidato para participar en un programa de entrenamiento.
- 3) El entrenamiento por habituación combinado con técnicas de contracondicionamiento puede prevenir y tratar comportamientos agresivos por parte del puercoespín, tanto hacia los de su misma especie como hacia el personal.
- 4) Para facilitar los desplazamientos voluntarios y las revisiones clínicas de los puercoespines el entrenamiento debe usar el sistema “target” combinando señales visuales y auditivas junto con el condicionamiento operante usando refuerzos palatables.
- 5) Se ha diseñado por primera vez un Plan de Entrenamiento para el Puercoespín Crestado del Parque Zoológico Municipal de Córdoba que puede emplearse en otros zoológicos que conserven esta especie en cautividad, pudiendo ser acreditados mediante un sistema de indicadores de bienestar y eficacia del entrenamiento.

## Bibliografía

- Aarde, R.J. Van. (1985). Reproduction in captive female Cape porcupines (*Hystrix africaeaustralis*). *Journal of Reproduction and Fertility*.
- Ahnelt, P. K., & Kolb, H. (2000). The mammalian photoreceptor mosaic-adaptive design. *Progress in Retinal and Eye Research*, 19(6), 711–777.
- Anderson, Ursula S., Benne, Marcie, Bloomsmith, Mollie A., & Maple, T. L. (2002). Retreat Space and Human Visitor Density Moderate Undesirable Behavior in Petting Zoo Animals. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 5(2), 125–137.
- Ardila, R. (1981). *Psicología del Aprendizaje*. Siglo XXI editores.
- Baker, Kate C., Bloomsmith, Mollie, Neu, Kimberly, Griffis, Caroline, Maloney, Margaret, Oettinger, Brooke, Schoof, Valérie A. M., & Martinez, Marni. (2009). Positive Reinforcement Training Moderates Only High Levels of Abnormal Behavior in Singly Housed Rhesus Macaques. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 12(3), 236–252.
- Barthelmeß, Erika L. (2006). *Hystrix africaeaustralis*. *Mammalian Species*, 788(788), 1–7.
- Bartos, Christine. (2004). Husbandry Standards for Keeping Porcupines in Captivity.
- Bayne, K. A., Dexter, S. L., & Strange, G. M. (1993). The Effects of Food Treat Provisioning and Human Interaction on the Behavioral Well-being of Rhesus Monkeys (*Macaca mulatta*). *Contemporary Topics in Laboratory Animal Science*, 33(2), 6–9.
- Behringer, Verena, Stevens, J. M. G., Hohmann, G., Möstl, E., Selzer, D., & Deschner, T. (2014). Testing the effect of medical positive reinforcement training on salivary cortisol levels in bonobos and orangutans. *PLoS ONE*, 9(9), 34–36.
- Belloch, Amparo, Ramos, F., & Sandín, B. (2008). *Manual de Psicopatología*. McGraw-Hill Interamericana de España S.L.
- Bloomsmith, Mollie A., Jones, M. L., Snyder, R. J., Singer, R. A., Gardner, W. A., Liu, S. C., & Maple, T. L. (2003). Positive reinforcement training to elicit voluntary movement of two giant pandas throughout their enclosure. *Zoo Biology*, 22(4), 323–334.
- Bragg, C. J., Donaldson, J. D., & Ryan, P. G. (2005). Density of Cape porcupines in a semi-arid environment and their impact on soil turnover and related ecosystem processes. *Journal of Arid Environments*, 61(2), 261–275.
- Cabrera, Rosalva, & Dos Santos, C. V. (2012). Un análisis del proceso de aprendizaje social en animales no humanos: Situaciones apetitivas versus aversivas. *Universitas Psychologica*, 11(3), 989–1000.
- Carlstead, Kathy (2009). A Comparative approach to the study of Keeper-Animal Relationships in the zoo. *Zoo Biology*, 28(6), 589–608.
- Castillo, María (2020). *Escalas de dolor por expresiones faciales (Escalas "Grimace")*. Aplicación en primates del Parque Zoológico Municipal de Córdoba. (Trabajo de Fin de Grado). Universidad de Córdoba.
- Chance, P. (2003). *Learning and Behaviour*. Wadsworth.
- Clark, Fay, & King, A. J. (2008). A critical review of zoo-based olfactory enrichment. In J. L. Hurst, R. J. Beynon, S. Craig Roberts, & T. D. Wyatt (Eds.), *Chemical signals in vertebrates* 11 (pp. 391–398). Springer.
- Coburn, C. A. (1913). Review of the Canada porcupine: A study of the learning process. *The Journal*

- of *Abnormal Psychology*, 8(5), 358–360.
- Colahan, Hollie, & Breder, C. (2003). Primate Training at Disney's Animal Kingdom. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 6(3), 235–246.
- Coppola, Francesca, Vecchio, G., & Felicioli, A. (2019). Diurnal motor activity and "sunbathing" behaviour in crested porcupine (*Hystrix cristata* L., 1758). *Scientific Reports*, 9(1), 1–8.
- Corbet, N. U. (1991). Space use and group living in the Cape porcupine (*Hystrix africaeaustralis*).
- Corsini, María T., Lovari, S., & Sonnini, S. (1995). Temporal activity patterns of crested porcupines *Hystrix cristata*. *Journal of Zoology*, 236, 43–54.
- Crane, A. L., & Mathis, Alicia (2011). Predator-recognition training: A conservation strategy to increase postrelease survival of hellbenders in head-starting programs. *Zoo Biology*, 30(6), 611–622.
- Crowell-davis, Sharon L. (2014). Use of Operant Conditioning to facilitate examination of zoo animals. May 2008.
- de Villiers, Marianne S., van Aarde, R. J., & Dott, H. M. (1994). Habitat utilization by the Cape porcupine *Hystrix africaeaustralis* in a savanna ecosystem. *Journal of Zoology*, 232(4), 539–549.
- Felicioli, A., Ganni, Monica, Gambotnt, Marina, Pelosi, P., Legnose, S., & Agraria, E. (1993). Multiple Types and forms of odorant-binding proteins in the old-world porcupine *Hystrix cristata*. 105, 775–784.
- Felicioli, A., Grazzini, Antonella, & Santini, L. (1997). The mounting and copulation behaviour of the crested porcupine *hystrix cristata*. *Italian Journal of Zoology*, 64(2), 155–161.
- Gaalema, Diann E., Perdue, Bonnie M., & Kelling, Angela S. (2011). Food preference, keeper ratings, and reinforcer effectiveness in exotic animals: The value of systematic testing. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 14(1), 33–41.
- Garay, Alejandra, Orozco, Lina, Suarez, Camila, & Torres, Manuela (2008). Contracondicionamiento en ratas. *Revista Estudiantil Laberinto*, 8(1), 13–16.
- Grandin, Temple (2008). Safe handling of large animals: Part II. *Irish Veterinary Journal*, 61(11), 758–763.
- Grzimek, B. (2003). *Grzimek's Animal Life Encyclopedia: Mammals* (2nd ed., Vol. 14). Gale Group.
- Guerra, R. (2019). De wallabies y puercoespines. *Medicina veterinaria en especies poco convencionales*. Southern European Veterinary Conference.
- Happold, D., Kingdon, J., Butynski, T., Hoffmann, M., Happold, M., & Kalina, J. (2013). *Mammals of Africa Vol. III* (Bloomsbury).
- Hosey, G. R. (2000). Zoo Animals and Their Human Audiences: What is the Visitor Effect? *Animal Welfare*, 9(4), 343–357.
- Hubrecht, R. C. (1993). A comparison of social and environmental enrichment methods for laboratory housed dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, 37(4), 345–361.
- Mason, Georgia J., & Burn, Charlotte C. (2011). Behavioural Restriction. In M. C. Appleby, B. O. Hughes, & J. A. Mench (Eds.), *Animal Welfare* (pp. 98–119). CAB International.
- Massolo, A., Dani, F. R., & Bella, N. (2009). Sexual and individual cues in the peri-anal gland secretum of crested porcupines (*Hystrix cristata*). *Mammalian Biology*, 74(6), 488–496.
- McCardle, Peggy, McCune, S., Griffin, J. A., & Maholmes, V. (2011). How animals affect us: Examining the influences of human–animal interaction on child development and human health.

- In P. McCardle, S. McCune, J. A. Griffin, & V. Maholmes (Eds.), *How animals affect us: Examining the influences of human–animal interaction on child development and human health*. American Psychological Association.
- Melfi, Vicky (2013). Is training zoo animals enriching? *Applied Animal Behaviour Science*, 147(3–4), 299–305.
- Mellen, Jill D., & Ellis, Sue (1997). *Animal Learning and Husbandry Training. Wild Mammals in Captivity - Principles and Techniques*, January 1996, 88–128.
- Miller, R., & King, C. E. (2013). Husbandry training, using positive reinforcement techniques, for Marabou stork *Leptoptilos crumeniferus* at Edinburgh Zoo. *International Zoo Yearbook*, 47(1), 171–180.
- Mori, E., Bozzi, R., & Laurenzi, A. (2017). Feeding habits of the crested porcupine *Hystrix cristata* L. 1758 (Mammalia, Rodentia) in a Mediterranean area of Central Italy. *European Zoological Journal*, 84(1), 261–265.
- Pierce, D. W. (1995). *Behavior analysis and learning* (Prentice H).
- Pomerantz, O., & Terkel, J. (2009). Effects of positive reinforcement training techniques on the psychological welfare of zoo-housed chimpanzees (*Pan troglodytes*). *American Journal of Primatology*, 71(8), 687–695.
- Roze, U. (2012). *Porcupines: The Answer Guide* (JHU Press).
- Savastano, Gina, Hanson, Amy, & McCann, Colleen (2003). The development of an operant conditioning training program for new world primates at the Bronx Zoo. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 6(3), 247–261.
- Skinner, B. F., & Ferster, C. B. (1997). *Schedules of Reinforcement*. B.F. Skinner Foundation.
- Skinner, J. D., & Chimimba, C. T. (2005). *The Mammals of the Southern African Sub-region* (Cambridge).
- Spiezio, Caterina, Vaglio, S., Scala, Consuelo, & Regaiolli, Barbara (2017). Does positive reinforcement training affect the behaviour and welfare of zoo animals? The case of the ring-tailed lemur (*Lemur catta*). *Applied Animal Behaviour Science*, 196(February), 91–99.
- Tallet, Céline, Veissier, Isabelle, & Boivin, X. (2008). Temporal association between food distribution and human caregiver presence and the development of affinity to humans in lambs. *Developmental Psychobiology*, 50(2), 147–159.
- Tresz, Hilda (2003). *The Phoenix Zoo Training Protocol*. 1–44.
- Van Aarde, R. J., & Skinner, J. D. (1986). Reproductive biology of the male Cape porcupine, *Hystrix africaeaustralis*. *Journal of Reproduction and Fertility*, 76(2), 545–552.
- Van Aarde, R. J., & Van Wyk, V. (1991). Reproductive inhibition in the Cape porcupine, *Hystrix africaeaustralis*. *Journal of Reproduction and Fertility*, 92(1), 13–19.
- Van Aarde, R.J. (1998). An ecological perspective of reproduction in the cape porcupine. *Transactions of the Royal Society of South Africa*, 53(2), 237–243.
- Ward, Samantha J., & Melfi, Vicky (2013). The implications of husbandry training on zoo animal response rates. *Applied Animal Behaviour Science*, 147(1–2), 179–185.
- WAZA. (2015). *Caring For Wildlife The World Zoo and Aquarium Animal Welfare Strategy*.
- Weir, B. J. (1967). The Care and Management of Laboratory Hystricomorph Rodents. *Laboratory Animals*, 1(2), 95–104.

- Wolfensohn, Sarah, Shotton, Justine, Bowley, Hannah, Davies, Siân, Thompson, Sarah, & Justice, W. S. M. (2018). Assessment of welfare in zoo animals: Towards optimum quality of life. *Animals*, 8(7), 1–16.
- Yeaton, R. I. (2019). Porcupines, Fires and the Dynamics of the Tree Layer of the *Burkea Africana* Savanna Author(s): R.I. Yeaton. *British Ecological Society* 76(4), 1017–1029.
- Yin, Sophie (2009). *Low Stress Handling Restraint and Behavior Modification of Dogs & Cats: Techniques for Developing Patients Who Love Their Visits*. Cattledog Publishing.

## Compromiso ético

Los procedimientos usados para este trabajo no implican compromiso para el bienestar del animal que requiera ser autorizado por el Comité de Bioética conforme a la normativa europea en cuanto al cuidado y uso de animales de experimentación.

El estudio presentado es original y libre de plagio y las fuentes de información empleadas han sido citadas de manera correcta, no habiendo sido el trabajo ni total ni parcialmente publicado previamente.

En la redacción del trabajo se ha procurado emplear un lenguaje inclusivo y los nombres completos de las autoras han sido incluidos en la bibliografía para mayor visibilidad del género.

## Agradecimientos

En primer lugar, agradecer al Parque Zoológico Municipal de Córdoba, en especial a su personal veterinario, entre los que se encuentra uno de mis tutores, Rafael Guerra, por ser una fuente imprescindible de información y experiencia.

También gracias al departamento de Producción Animal de la Universidad de Córdoba, concretamente a Evangelina Roderó y Ana María González, por hacer de guía en la realización de este trabajo.

Me gustaría también mencionar a mi compañera de línea de trabajo, María Castillo, y felicitarla por su interesante trabajo de fin de grado.

Y finalmente, como no podría ser de otra forma, agradecer a todos los investigadores cuyo trabajo ha servido de cimientos al mío. Espero que este trabajo haga la misma función para otros algún día.

**Anexo 1**

**HOJA DE SEGUIMIENTO DEL ENTRENAMIENTO DEL  
PUERCOESPÍN CRESTADO**

*Se asignará una puntuación del 0 al 5 a cada parámetro, siendo 0 no realiza el comportamiento y 5 realiza el comportamiento de manera inmediata.*

<b>Datos previos al entrenamiento</b>	
Permite el acercamiento del entrenador	
No eriza las púas/cresta	
No patatea	
No realiza vocalizaciones/chillidos	
Se acerca al target rápidamente	
No presenta estereotipias	
Se acerca voluntariamente al cuidador	
Permite la realización de procedimientos invasivos (toma de muestras, toma de FC y FR, etc.)	
Suma de los valores	

**1ª SEMANA DE ENTRENAMIENTO**

<b>Día 1</b>				
	1ª Sesión	2ª Sesión	3ª Sesión	4ª Sesión
Permite el acercamiento del entrenador				
No eriza las púas/cresta				
No patatea				
No realiza vocalizaciones/chillidos				
Se acerca al target rápidamente				
No presenta estereotipias				
Se acerca voluntariamente al cuidador				
Permite la realización de procedimientos invasivos (toma de muestras, toma de FC y FR, etc.)				
	Suma:	Suma:	Suma	Suma:

<b>Día 2</b>				
	1 <sup>a</sup> Sesión	2 <sup>a</sup> Sesión	3 <sup>a</sup> Sesión	4 <sup>a</sup> Sesión
<b>Permite el acercamiento del entrenador</b>				
<b>No eriza las púas/cresta</b>				
<b>No patalea</b>				
<b>No realiza vocalizaciones/chillidos</b>				
<b>Se acerca al target rápidamente</b>				
<b>No presenta estereotipias</b>				
<b>Se acerca voluntariamente al cuidador</b>				
<b>Permite la realización de procedimientos invasivos (toma de muestras, toma de FC y FR, etc.)</b>				
	Suma:	Suma:	Suma	Suma:

<b>Día 3</b>				
	1 <sup>a</sup> Sesión	2 <sup>a</sup> Sesión	3 <sup>a</sup> Sesión	4 <sup>a</sup> Sesión
<b>Permite el acercamiento del entrenador</b>				
<b>No eriza las púas/cresta</b>				
<b>No patalea</b>				
<b>No realiza vocalizaciones/chillidos</b>				
<b>Se acerca al target rápidamente</b>				
<b>No presenta estereotipias</b>				
<b>Se acerca voluntariamente al cuidador</b>				
<b>Permite la realización de procedimientos invasivos (toma de muestras, toma de FC y FR, etc.)</b>				
	Suma:	Suma:	Suma	Suma:

<b>Día 4</b>				
	1 <sup>a</sup> Sesión	2 <sup>a</sup> Sesión	3 <sup>a</sup> Sesión	4 <sup>a</sup> Sesión
<b>Permite el acercamiento del entrenador</b>				
<b>No eriza las púas/cresta</b>				
<b>No patalea</b>				
<b>No realiza vocalizaciones/chillidos</b>				
<b>Se acerca al target rápidamente</b>				
<b>No presenta estereotipias</b>				
<b>Se acerca voluntariamente al cuidador</b>				
<b>Permite la realización de procedimientos invasivos (toma de muestras, toma de FC y FR, etc.)</b>				

Suma:	Suma:	Suma	Suma:
-------	-------	------	-------

### **PROGRAMA DE REFUERZO**

*Tras haber finalizado la primera semana se realizará un programa de refuerzo semanal.*

*Se compararán los resultados obtenidos, observándose mejoría si el sumatorio va aumentando.*

<b>Semana de refuerzo 1</b>				
	1 <sup>a</sup> Sesión	2 <sup>a</sup> Sesión	3 <sup>a</sup> Sesión	4 <sup>a</sup> Sesión
<b>Permite el acercamiento del entrenador</b>				
<b>No eriza las púas/cresta</b>				
<b>No patalea</b>				
<b>No realiza vocalizaciones/chillidos</b>				
<b>Se acerca al target rápidamente</b>				
<b>No presenta estereotipias</b>				
<b>Se acerca voluntariamente al cuidador</b>				
<b>Permite la realización de procedimientos invasivos (toma de muestras, toma de FC y FR, etc.)</b>				
	Suma:	Suma:	Suma	Suma:

<b>Semana de refuerzo 2</b>				
	1 <sup>a</sup> Sesión	2 <sup>a</sup> Sesión	3 <sup>a</sup> Sesión	4 <sup>a</sup> Sesión
<b>Permite el acercamiento del entrenador</b>				
<b>No eriza las púas/cresta</b>				
<b>No patalea</b>				
<b>No realiza vocalizaciones/chillidos</b>				
<b>Se acerca al target rápidamente</b>				
<b>No presenta estereotipias</b>				
<b>Se acerca voluntariamente al cuidador</b>				
<b>Permite la realización de procedimientos invasivos (toma de muestras, toma de FC y FR, etc.)</b>				
	Suma:	Suma:	Suma	Suma:

