



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Conducta agonística del conejo zacatuche *Romerolagus
diazi* (Ferrari-Pérez, 1893) en cautiverio

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A:

PAULINA ZEDILLO AVELLEYRA



DIRECTOR DE TESIS:

DR. FERNANDO A. CERVANTES

2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

1. Datos del alumno

Zedillo Avelleyra Paulina

56320553

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

305322201

2. Datos del Asesor

Dr.

Fernando Alfredo

Cervantes

Reza

3. Datos de sinodal 1

Dr.

Hugh

Drummond

4. Datos de sinodal 2

Dra.

Robyn Elizabeth

Hudson

5. Datos de sinodal 3

Dr. Carlos

González-Rebeles

Islas

6. Datos de sinodal 4

Dra.

Graciela

Gómez

Álvarez

7. Datos de la tesis.

Conducta agonística del conejo zacatuche *Romerolagus diazi* (Ferrari-Pérez, 1893)
en cautiverio

46 Pp

2013

“Que los límites de tu trabajo no sean los límites de tu mente”

Richard Levins

Dedicatoria y Agradecimientos

Dedico este trabajo a mis padres, que representa sólo una parte del gran amor y agradecimiento que les tengo. Todo esto se lo debo a ustedes, a sus corajes y regaños, a las listas de palabras mal escritas que tenía que repetir (correctamente) para que tuviera una buena ortografía, a sus consejos, sus palabras de aliento, los abrazos, e infinidad de momentos que han marcado mi vida gracias a ustedes. Angélica y Ernesto, los amo. Gracias.

A mi tutor Dr. Fernando A. Cervantes, gracias por ser tú quien me guiara en este camino que a momentos pudo parecer escarpado, pero me enseñaste a mantener la calma y seguir adelante. Gracias por tus enseñanzas que, estoy segura, me serán de gran utilidad para mi desarrollo profesional. A mi sinodal Dr. Hugh Drummond, gracias a ti tengo un gran interés en el estudio de la conducta animal, gracias por tus clases, gracias por la Isla, gracias por tus comentarios y observaciones. A Lynna, gracias por tus consejos, apoyo e interés.

A mis amigos Hugo y Sergio, aunque la vida nos ha llevado por diferentes caminos que dificultan que nos frecuentemos como en la prepa, y sé que siempre me han apoyado. A Alexis, gracias por toda tu ayuda, no sé qué habría hecho sin ella. A Alejandra y Luis, sin ustedes habría sido muy diferente, y seguramente aburrido, el trayecto de la licenciatura. Brenda y Brandon, gracias por acompañarme al zoológico a hacer observaciones, tomar fotos, grabar videos, gracias por su compañía durante los manejos. A Jessica y Sandra (¡hermanas!), gracias por lo anterior y por todos esos comentarios de apoyo en aquellos momentos en que quería tirar la toalla, son las mejores y lo saben. A mis compañeras-amigas del museo, gracias Tania y Miriam, por escuchar mis problemas, frustraciones y logros.

A David, gracias por tu apoyo incondicional durante este gran trayecto. Gracias por no echarme para atrás después de todas esas levantadas tan temprano para hacer observaciones de conejos, gracias por tu interés, gracias por ir aunque estuvieras enfermo (no debiste hacerlo), gracias por soportar. Gracias por ser el mejor. Te amo.

Tal vez estas palabras no alcanzan a expresar lo gratificante que es este trabajo, y la contribución de cada uno de ustedes, pero tengan por seguro que les reconozco profundamente el esfuerzo.

Índice

Resumen	1
Introducción	2
Antecedentes	4
<i>Conducta del conejo zacatuche</i>	4
<i>Jerarquías sociales, dominancia y agonismo en vertebrados</i>	6
<i>Conductas agonísticas y el cautiverio</i>	9
<i>Hipótesis y predicciones</i>	9
<i>Objetivo</i>	10
Materiales y método	11
<i>Área de estudio</i>	11
<i>Registro de conducta y marcaje</i>	11
<i>Análisis de datos</i>	16
Resultados	19
<i>Descripción de las conductas agonísticas registradas</i>	19
<i>Descripción de las agresiones dentro de la colonia</i>	19
<i>Tipo de sociedad</i>	23
<i>Rango jerárquico y su correlación con la agresividad y la masa corporal</i>	23
<i>Agresión y recursos</i>	23
Discusión	26
<i>Tipo de sociedad</i>	26
<i>Rango jerárquico y su correlación con la agresividad y la masa corporal</i>	28
<i>Agresión y recursos</i>	33
Conclusiones	35
<i>Recomendaciones</i>	37
Literatura citada	39
Apéndice I	46

Índice de figuras y cuadros

Figura 1: Conejo zacatuche (*Romerolagus diazi*) del Zoológico Los Coyotes. (Fotografía de Jessica Robles Marbán) ----- **3**

Figura 2: Área de distribución de *R. diazi*. Las letras indican los volcanes en que se encuentra la especie: A, Volcán Pelado; B, Volcán Tláloc; C, Volcán Iztaccíhuatl; D, Volcán Popocatepetl (Google-TerraMetrics, 2012) ----- **4**

Figura 3: Vistas y esquema del albergue de *R. diazi* en el Zoológico Los Coyotes. A) Vista del exterior B) Vista superior del interior donde los números indican los elementos que lo componen: 1) comederos, 2) zacatones, 3) bebederos y 4) rocas de origen volcánico. C) Acondicionamiento del albergue (Fotografías tomadas por Jessica Robles Marbán) ----- **12**

Figura 4: Imágenes de las baterías del albergue de *R. diazi* del Zoológico Los Coyotes. A) Imagen del exterior de las baterías. B) y C) Imágenes del interior de las baterías ----- **13**

Figura 5: Hembra adulta de *R. diazi* del Zoológico Los Coyotes, marcada en la oreja izquierda ----- **15**

Figura 6: DS normalizado graficado contra el orden de jerarquía social de cada una de las 12 hembras de *R. diazi* del Zoológico Los Coyotes. El rango de jerarquía social 1 es el más alto y el 12 el más bajo ----- **24**

Figura 7: Relaciones entre: A) rango en la jerarquía social y frecuencia de agresiones emitidas por hembra; y B) Rango en la jerarquía social y masa corporal de las 12 hembras de *R. diazi* en el Zoológico Los Coyotes. Se indican: la ecuación de regresión lineal, el valor de la correlación y su probabilidad ----- **25**

Figura 8: Diferencias en la frecuencia de agresión emitida por las hembras de *R. diazi* del Zoológico Los Coyotes, tanto por el recurso espacio como por el recurso alimento. Se observa mayor frecuencia de agresión por el primer recurso. En el cuadro rojo se pueden ver los valores

obtenidos de la prueba de ji-cuadrada. El gráfico de caja y bigote representa: la línea central del cuadro de color representa la mediana de los datos; las líneas inferior y superior del mismo cuadro representan el primer y tercer cuartil respectivamente; las líneas punteadas representan datos que no cayeron dentro del cuadro y la línea horizontal de los extremos representa el último valor que cayó; el punto solitario en la parte superior del diagrama de caja del alimento representa un valor atípico ----- **26**

Figura 9: Se muestra el dorso de dos hembras con diferentes niveles de área sin pelo en el dorso como consecuencia de las peleas entre los individuos de *R. diazi* del Zoológico Los Coyotes. El individuo de la derecha (círculo rojo) presenta más zonas carentes de pelo (zonas más claras) que el individuo de la izquierda (círculo azul) ----- **32**

Cuadro 1: Pautas conductuales agonísticas registradas para *R. diazi* en el Zoológico Los Coyotes. *Pautas reportadas por Olvera (1994) y redescritas. ** Pautas reportadas por Sauter (1988) y redescritas. El orden de las conductas muestra el nivel de agresividad de manera ascendente, según los observadores ----- **20**

Cuadro 2: Información de las hembras de *R. diazi* registradas durante el estudio en el Zoológico Los Coyotes. Se muestra el código de cada focal junto con la información desglosada del arete, el número total de conductas agonísticas emitidas por individuo, el peso promedio de los tres pesajes que hicieron en los meses de junio, septiembre y diciembre, y el DS normalizado que obtuvo cada hembra. * Individuos cuyos aretes se cayeron, lo cual impidió el registro total de conducta. ** Macho que fue excluido en el análisis de datos debido a que el sexo no estaría representado en el mismo. + Individuos que murieron antes de concluir el muestreo ----- **21**

Resumen

El conejo zacatuche es endémico de las montañas del sur y sureste del Valle de México y está en peligro de extinción. Los estudios conductuales en cautiverio pueden contribuir información importante para su conservación. Sin embargo, existe poco conocimiento al respecto. Por ejemplo, se ha reportado que forma colonias con jerarquías sociales, donde las hembras son las más agresivas, las más grandes y, por lo tanto, las de mayor rango en la jerarquía social. Por otro lado, se sabe que al conocer la dominancia social de un grupo se puede saber el tipo de sociedad que puede ser despótica o igualitaria. Asimismo, el estrés asociado al cautiverio puede provocar mayor agresividad en los animales. Por lo tanto, este proyecto se propuso conocer el tipo de sociedad de una colonia de zacatuches en cautiverio, y corroborar o refutar que la masa corporal y la agresividad de las hembras están relacionadas al rango jerárquico, así como si la alta densidad de individuos provoca el aumento de conductas agonísticas por el estrés que se origina. El estudio se realizó en una colonia de *R. diazi* en el zoológico Los Coyotes, Ciudad de México, entre los meses de junio-diciembre del 2012, con 12 hembras adultas. Se hicieron observaciones focales de 180 min con registro continuo, registrando conductas agonísticas y el recurso asociado a ellas. Los resultados mostraron que la sociedad de las hembras se ajusta a una tolerante. La correlación entre el rango jerárquico y la agresividad fue significativa, pero las hembras más dominantes fueron las menos agresivas, contrario a lo que se esperaba; probablemente las hembras subordinadas agreden más a las dominantes tratando de subir de rango en la jerarquía social. La relación del rango jerárquico con la masa corporal no fue significativa. Se encontró mayor contienda por el espacio que por el alimento, aunque al comparar los datos de área del encierro, mayor cantidad de conductas ejecutadas y mayor densidad de conejos de este estudio con los obtenidos por Sauter (1988), no hubo diferencias significativas. Se concluye que la agresividad se relaciona con el rango jerárquico, pero de manera inversa a lo que se había propuesto con anterioridad, y que existe una tendencia a que los individuos de mayor masa corporal sean los más agresivos, pero hacen falta datos para confirmar o refutar esta hipótesis. Asimismo, el espacio resulta ser un recurso limitante en cautiverio cuando se compara con el alimento. Finalmente, se recomienda continuar con estudios conductuales de *R. diazi* orientados a su conservación.

Introducción

Los conejos y liebres se agrupan en el orden Lagomorpha, que está conformado por dos familias: Leporidae (conejos y liebres) y Ochotonidae (pikas; Cervantes y González, 1996). Los integrantes de la familia Leporidae están ampliamente distribuidos en el mundo (Cervantes y González, 1996). México presenta la mayor riqueza de especies de dicha familia, contando con cinco especies de liebres, género *Lepus*; y nueve especies de conejos: ocho del género *Sylvilagus* y la única de *Romerolagus* (Cervantes y González, 1996). Además nuestro país tiene el mayor número de endemismos de lagomorfos, en total ocho especies, dentro de las cuales se encuentran tres liebres, cuatro conejos del género *Sylvilagus* y *Romerolagus diazi* (Cervantes y González, 1996).

El conejo zacatuche o teporingo (*R. diazi*) es el lagomorfo más pequeño de México y se caracteriza por poseer orejas pequeñas y cola no visible (Gaumer, 1913; Fig. 1). Este lepórido es endémico de las montañas del sur del Valle de México y habita en los bosques de pino con piso de zacatón (Cervantes *et al.*, 1990; Gaumer, 1913; Velázquez y Heil, 1996; Fig. 2).

El zacatuche se encuentra actualmente en la categoría de peligro de extinción según la NOM 059 (SEMARNAT, 2010¹). Por lo que se han implementado programas para su conservación en cautiverio, dentro de zoológicos, y en semicautiverio, en UMA (unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre) ubicadas dentro del área de distribución natural de la especie (SEMARNAT, 2010²).

Como parte de un proyecto para la conservación de la especie, en 1984 se instaló la primer colonia, en cautiverio, de *R. diazi* en el zoológico de Chapultepec, Ciudad de México, con animales provenientes de la comunidad de Parres, Tlalpan, Ciudad de México. Posteriormente, en 1990 se ubicó un nuevo albergue en el mismo zoológico y en 2003 se situó un encierro dentro del zoológico Los Coyotes, Ciudad de México (com. pers. A. Fernández). En estos zoológicos se han realizado numerosas investigaciones relacionadas

con estos conejos. Estos estudios cobran relevancia pues permiten aportar conocimiento para proponer acciones y llevar a cabo un adecuado manejo en cautiverio, parte importante para la conservación de la especie. Desafortunadamente, en el caso de dicha especie existe información escasa respecto a su conducta.



Fig. 1. Conejo zacatuche (*Romerolagus diazi*) del Zoológico Los Coyotes, D. F. en diciembre del 2011. (Fotografía de Jessica Robles Marbán).

Antecedentes

Conducta del conejo zacatuche

Se ha propuesto, a partir de observaciones no cuantificadas, que el zacatuche se agrupa en colonias conformadas por dos a cinco individuos, en vida silvestre (Cervantes-Reza, 1980; Gaumer, 1913). Mientras que en cautiverio forma grupos, integrados por hasta seis animales, compuestos por dos machos y cuatro hembras, de las cuales dos se encuentran en edad reproductiva junto con uno de los machos (Hoth y Granados, 1987). Dentro de dichos grupos se manifiestan diversas conductas entre las que destacan las agresivas o agonísticas (Gaumer, 1913). Igualmente en estas colonias se distinguen claramente

jerarquías sociales (Granados, 1981), sin embargo estas no han sido descritas a través de un protocolo sistematizado de investigación.



Fig. 2. Área de distribución del conejo zacatuche (*R. diazi*). Las letras indican los volcanes en que se encuentra la especie: A, Volcán Pelado; B, Volcán Tláloc; C, Volcán Iztaccíhuatl; D, Volcán Popocatepetl (Google-TerraMetrics, 2012).

Se ha sugerido que la limitación de los recursos como alimento, pareja y refugio, en cautiverio puede ser un factor importante para aumentar el desarrollo de conductas agonísticas o agresivas (Sauter, 1988), ya que puede originarse un conflicto de intereses entre dos o más individuos que podría derivar en competencia (Huntingford y Turner, 1987). En este respecto se ha registrado una relación inversa entre las interacciones agonísticas y la densidad de animales dentro de un albergue del Zoológico de Chapultepec, Ciudad de México (Sauter, 1988).

Las conductas agonísticas que se presentan dentro de las colonias de *R. diazi* son expresadas a través de mordidas que los conejos dirigen a otros individuos en defensa del

territorio y compañero (Cervantes y Vázquez, 1996). En cautiverio no se han registrado agresiones por parte de los machos hacia las hembras (De Poorter y Van der Loo, 1981) y las agresiones hembra-hembra son más frecuentes y violentas que las de hembra-macho (Fa y Bell, 1990). Sin embargo, no se ha explorado la función de la agresión dentro de la organización social del conejo zacatuche.

Las hembras de conejo zacatuche son de mayor tamaño que los machos. En cautiverio estas presentan la jerarquía más alta en la colonia debido a que tienen una conducta más agresiva, lo que les da acceso a lugares estratégicos de territorio como lugares para alimentación y entrada a las madrigueras (Cervantes y Vázquez, 1996; Fa y Bell, 1990). Por ejemplo, de Poorter y Van der Loo (1981) observaron que las hembras compiten agresivamente por el mejor nido del albergue. Las hembras subordinadas, al parecer, se dejan inhibir reproductivamente por la presencia de las hembras dominantes y solo pueden reproducirse cuando queda vacante el lugar de una hembra de mayor jerarquía (Hoth y Granados, 1987; de Poorter y Van der Loo 1981).

Jerarquías sociales, dominancia y agonismo en vertebrados

Los grupos sociales se han descrito como redes de individuos relacionados por medio de interacciones (Wasserman y Faust, 1994). Estas pueden estar influenciadas tanto por las condiciones sociales como por la disponibilidad de los recursos, de tal manera que los individuos responden hacia sus conespecíficos diferencialmente (Wey y Blumstein, 2010). En vida silvestre se espera que existan estos grupos sólo cuando hay beneficios en la obtención de alimento, cuidado de las crías o en la defensa contra depredadores, contrario a los beneficios obtenidos por individuos solitarios (Vehrencamp, 1983).

Dentro de los grupos sociales se dividen tanto los recursos obtenidos como los beneficios mutuos y el riesgo tomado en la adquisición de los recursos, entre los miembros de los mismos (Vehrencamp, 1983). Como consecuencia de esta división de

recursos se forman jerarquías sociales, donde los individuos dominantes monopolizan los recursos (Hewitt *et al.*, 2009).

Las diferencias en el rango jerárquico entre individuos pueden variar de acuerdo al tipo de sociedad. En las sociedades igualitarias los beneficios son divididos casi de igual manera entre los miembros del grupo social o en proporción al riesgo o esfuerzo dado por cada uno (Vehrencamp, 1983). En las sociedades despóticas los beneficios son repartidos desproporcionadamente a unos cuantos individuos a expensas de los otros miembros del grupo (Vehrencamp, 1983), además los individuos subordinados jamás considerarían violar el rango jerárquico de un dominante, lo cual indica rangos jerárquicos muy marcados (Lehmann *et al.*, 2002).

Una forma de establecer el rango jerárquico dentro de un grupo social es a través de la intensidad y frecuencia de las conductas agonísticas en las interacciones sociales (Hewitt *et al.*, 2009; Marler, 1955). Por ejemplo, Hewitt *et al.* (2009) observaron, en el tejón europeo (*Meles meles*) que cuando aumenta la competencia por la pareja, aumentan las interacciones agonísticas dentro de los grupos sociales, siendo las hembras reproductoras son los individuos dominantes dentro de ellos. Asimismo un gran número de estudios en vertebrados han demostrado que las conductas agonísticas son esenciales en el establecimiento de las jerarquías sociales (*Fringilla coelebs*, Marler, 1955; *Macaca spp*, Matsumura, 1999; *Macaca mulatta*, Richards, 1974; *Cebus capucinus*, Vogel *et al.*, 2007; *Marmota flaviventris*, Wey y Blumstein, 2010).

Una vez establecida la jerarquía social, las relaciones de dominancia deben reforzarse periódicamente para solidificar la asociación entre la identidad de un animal y su capacidad de dominancia (Bryant, 1972, citado por Turner y Edwards, 2004). Esto ocurre siempre y cuando los organismos tengan la capacidad de reconocer a otros individuos por medio de alguna característica que puede ser olfativa, visual o auditiva (Kristensen, 2001). Por ejemplo, se ha demostrado que el olfato es muy importante en el cerdo doméstico (*Sus scofra*) para el reconocimiento individual, característica crítica para

el mantenimiento de la estructura estable del grupo social, ya que si no logran reconocer a un individuo muy agresivo con quien ya se han enfrentado con anterioridad, podrían recibir lesiones muy graves que, de hecho se evitan gracias al reconocimiento del primer individuo (Kristensen, 2001).

Las diferencias jerárquicas pueden relacionarse con factores individuales de los involucrados como la talla, la edad o el sexo, y debieran tener consecuencias en su adecuación (Hewitt *et al.*, 2009; Wey y Blumstein, 2010). Estas mismas características determinan la capacidad de retención de un recurso (Resource Holding Power o RHP) que indica la habilidad de pelea que posee el individuo (Parker, 1974). Por lo tanto, podrían funcionar como rasgos clave que un conoespecífico debiera reconocer fácilmente, evitando encuentros agonísticos que podrían ocasionarle lesiones graves (Calsbeek y Sinervo, 2002). Por ejemplo, en el dragón de roca leonado (*Ctenophorus decresii*) el tamaño del cuerpo es un predictor significativo de la victoria de un individuo en una contienda, por lo que debieran ser favorecidos los individuos que sean capaces de distinguir estas diferencias para evitar contiendas que puedan ocasionarles lesiones graves (Umbers *et al.*, 2012).

Conductas agonísticas y el cautiverio

La jerarquía social puede verse afectada por las características ambientales, tales como el espacio, la estacionalidad, la proporción de sexos y la densidad poblacional (Weiß *et al.*, 2011). Es por esto que el estudio de la jerarquía social y las conductas agonísticas en cautiverio es muy importante. Además el encierro proporciona una gran ventaja que difícilmente se tiene en el campo al hacer observaciones conductuales de animales, y es que estos no pueden huir por lo que se facilitan las observaciones conductuales.

En los zoológicos los animales suelen estar sometidos a múltiples factores estresantes, tales como el hacinamiento dentro del encierro (alta densidad de animales en un espacio reducido), la constante exposición a los humanos, la falta de refugios, y la cercanía a

especies que podrían originar estrés, como los posibles depredadores. Esto constantemente conduce a comportamientos extraños en las especies como la automutilación y un incremento en la agresión, afectando el bienestar de los organismos (Wickins-Dražilova, 2006). Mediante el estudio del comportamiento de animales de zoológicos será posible proponer acciones que permitan a los animales, bajo condiciones de cautivas, tener un comportamiento más cercano al natural de la especie.

Hipótesis y predicciones

Por lo tanto, se desean conocer si para las hembras de conejo zacatuche (*Romerolagus diazi*) se cumplen las siguientes hipótesis con sus predicciones:

- 1) Si la agresividad determina la jerarquía social, entonces debe existir un rango jerárquico para cada individuo del grupo social.
 - a. Con base en la agresividad de cada individuo se determinará el tipo de sociedad que posee el grupo social.
- 2) El rango jerárquico de cada hembra está directamente relacionado con la frecuencia de conductas agonísticas emitidas por individuo.
 - a. Los individuos más agresivos serán los de mayor rango en la jerarquía social.
- 3) El rango jerárquico de los individuos está directamente relacionado con la masa corporal.
 - a. Los individuos de mayor masa corporal serán los que posean un rango jerárquico más alto en la jerarquía social
- 4) El espacio del albergue es un recurso limitante por lo que provoca mayor ejecución de conductas agonísticas.
 - a. En la contienda por el espacio habrá mayor frecuencia de conductas agonísticas dentro de la colonia.

Objetivo

Por lo tanto, el objetivo del estudio fue poner a prueba las hipótesis planteadas, dentro del encierro de zacatuche del Zoológico Los Coyotes. Se decidió hacer el estudio de la función del agonismo en cautiverio porque esto podría ayudar a conocer el estado de bienestar que tienen los zacatuches del encierro, así como a proponer acciones que favorezcan el bienestar de los animales del mismo.

Materiales y método

Área de estudio

El estudio se realizó entre los meses de agosto y noviembre del 2012 en la colonia de zacatuches del Zoológico “Los Coyotes”, Ciudad de México (Fig. 3). Los ejemplares se encuentran dentro de un albergue de 42.84 m² acondicionado con piso de tierra cubierto de zacatones, pequeños troncos con ramas y rocas de origen ígneo similares a los presentes en su hábitat natural (Fig. 3). En el área existen cuatro bebederos de agua y los organismos fueron alimentados por las mañanas con concentrado de comida para conejos, alfalfa y zanahoria, disfrutando de la disponibilidad de este recurso gran parte del tiempo en sus comederos ubicados a los alrededores. El encierro cuenta con cristales mediante los cuales los visitantes pueden ver a los animales, asimismo, a través de ellos se realizaron las observaciones conductuales (Fig. 3).

Registro de conducta y marcaje de los sujetos

Durante la primera etapa del estudio se identificaron y describieron, cuando fue necesario, las diferentes conductas agonísticas previamente descritas por Sauter (1988) y Olvera (1994) mediante observaciones *ad libitum* (Altmann, 1974). Posteriormente se prosiguió con el marcaje de los individuos focales.

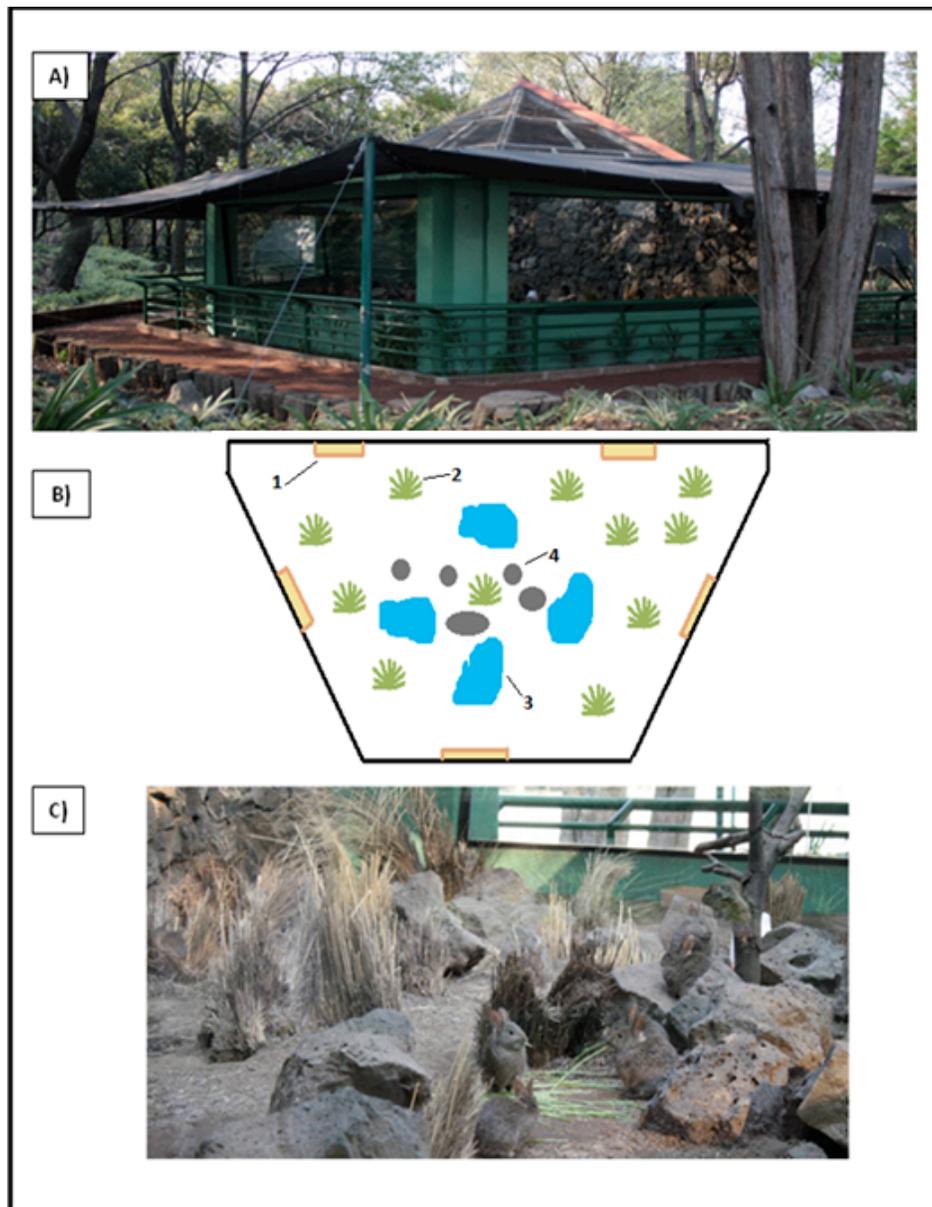


Fig. 3. Vistas y esquema del albergue de *R. diazi* en el Zoológico Los Coyotes. A) Vista del exterior B) Vista superior del interior donde los números indican los elementos que lo componen: 1) comederos, 2) zacatones, 3) bebederos y 4) rocas de origen volcánico. C) Acondicionamiento del albergue (Fotografías por Jessica Robles Marbán).

Se capturaron a los 22 individuos adultos que estaban siempre en exhibición y se sexaron mediante la observación de los genitales. Posteriormente los machos ($n = 2$) se extrajeron para dejar que sanaran las heridas de su dorso, causadas por la fuerte agresión

que reciben por parte de las hembras (Matsuzaki *et al.*, 1996), cada macho se colocó dentro de una batería, cajas de metal ambientadas para la supervisión de los conejos de manera individual (Fig. 4). Estas se encuentran en la parte posterior del albergue y quedan fuera de la vista del público. Posteriormente se introdujeron cuatro machos diferentes que habían estado dentro de las baterías. La baja proporción de machos, con respecto a las hembras, dentro del encierro corresponde a la estrategia de manejo que se ha implementado en el zoológico para controlar la reproducción de la especie.



Fig. 4. Imágenes de las baterías del albergue de *R. diazi* del Zoológico Los Coyotes. A) Imagen del exterior de las baterías. B) y C) Imágenes del interior de las baterías.

Los individuos de interés ($n = 24$) fueron pesados tres veces a lo largo del período de muestreo observacional, con 5 g de exactitud, en diferentes tiempos: antes de iniciar (junio), a la mitad (septiembre) y al final (diciembre) del período formal de registro. También fueron marcados con aretes de plástico de colores. Cada individuo recibió un arete con una combinación de colores única para facilitar la identificación a distancia (Fig. 5; Cuadro 1).

Una vez introducidos los individuos marcados al espacio de exhibición, se dejó un lapso de una semana para asegurar que el manejo realizado no afectara su conducta, y así, posteriormente poder comenzar con las observaciones para estudio. Se decidió este lapso de tiempo entre el manejo y el inicio de las observaciones conductuales porque durante las observaciones previas al marcaje se observó que cuando el animalero o cuidador encargado de esta especie entraba al encierro para llenar los comederos, los conejos se alteraban. Cuando el animalero terminaba de realizar sus funciones, después de una hora, los conejos quedaban alarmados y permanecían en alerta por un lapso de alrededor de una hora. Por lo tanto, se decidió dejar un período de siete días posteriores al manejo ya que es un evento más traumático para los animales por la manipulación que se realiza, además de la introducción de individuos nuevos lo que significó que tenían que volver a establecer una jerarquía dentro del grupo social.



Fig. 5. Hembra adulta del conejo zacatuche (*Romerolagus diazi*) del Zoológico “Los Coyotes”, México, D.F., marcada en la oreja izquierda.

Posteriormente se prosiguió a hacer los muestreos focales, observaciones a un solo individuo, con registro continuo (Altmann, 1974; Martin y Bateson, 1993) de 30 min para cada individuo focal. Al final se reunieron 180 min en total de registro conductual por animal. Las observaciones se realizaron por la mañana, entre las 07:00 y 09:00 h, y por la

tarde, entre las 17:30 y 18:30 h, horarios en que se presenta la mayor actividad en la especie (Cervantes-Reza , 1980; Cervantes y Vázquez, 1996; De Poorter y Van der Loo, 1981; López-Forment y Cervantes-Reza, 1981; Matsuzaki *et al.*, 1996). Los observadores estuvieron de pie durante los registros para poder seguir al individuo focal alrededor del albergue, buscando siempre tener un buen ángulo de visibilidad. Cuando hubo algo que impidiera una buena observación del focal, se tomó el tiempo en que se dejó de observar para poder reponerlo posteriormente y así reunir el tiempo requerido de registro de cada individuo (n = 22).

Se registró la frecuencia de las conductas agonísticas: persecución, contacto (modificadas de Olvera, 1994) sumisión y dominancia, y salto (modificadas de Sauter, 1988; Cuadro 1) en una hoja de registro (Martin y Bateson, 1993). Cabe mencionar que debido a que el estudio se realizó en un zoológico, los animales se encuentran habituados a la presencia de personas que los observan constantemente, por lo tanto es poco probable que el hecho de que estuvieran una o más personas observando y registrando su conducta, esta se viera modificada de alguna manera.

Análisis de los datos

Para validar la información obtenida de las observaciones y evitar la colecta de información sesgada, se realizaron pruebas inter-observador (Martin y Bateson, 1993) dos veces por semana con diferentes animales. Tres observadores realizaron el registro conductual de manera independiente de un focal durante los 30 min de observación y, posteriormente se obtuvo el índice de correlación de las frecuencias de cada una de las conductas agonísticas observadas por cada observador para cada focal. Siempre que este resultó mayor a 0.7 la información fue incorporada al análisis de datos.

Para conocer la posición de jerarquía social de cada individuo se realizó una matriz sociométrica (Apéndice I), donde se presentan en las celdas el número total de conductas agonísticas emitidas por los individuos de las columnas a los individuos de las filas. Estos datos se analizaron con el paquete R Steepness 0.1 escrito por D. Leiva y H. de Vries. Este paquete calcula el índice de dominancia *D_{ij}*, determinado por la siguiente fórmula

$$DS = w + w_2 + l + l_2$$

donde w representa la suma de los todos valores de i 's de P_{ij} ; w_2 representa una suma ponderada de todos los valores de i 's de P_{ij} ; de manera similar l representa la suma de todos los valores de j 's de P_{ij} ; l_2 representa una suma ponderada de todos los valores de j 's de P_{ij} . Por lo tanto, la proporción de victorias y derrotas de cada individuo involucrado en interacciones agonísticas o agresivas, es corregida por la probabilidad de ocurrencia de los eventos (de Vries *et al.* 2006). Posteriormente este índice se utiliza para calcular el puntaje de David normalizado, que por sus siglas en inglés (normalized David's Score) se le llamará en adelante DS normalizado, para cada individuo con valores que varían entre 0 y $N-1$, donde N es el número de individuos del grupo, y se obtiene a través de la fórmula

$$\text{NormDS} = \frac{\{DS + \text{MaxDS}(N)\}}{N}$$

donde $\text{MaxDS}(N)$ es el mayor puntaje potencial de David que puede obtener un animal en un grupo social de tamaño N (de Vries *et al.* 2006). Mediante la clasificación del DS normalizado se obtiene el rango de jerarquía social. Finalmente, la regresión de los rangos de jerarquía social contra los valores de DS normalizado provee la pendiente que va de 0, en una jerarquía igualitaria, hasta 1, en una jerarquía despótica (de Vries *et al.* 2006). Estos valores fueron utilizados para conocer la correlación entre la jerarquía social (basada en el DS normalizado), tanto con la frecuencia de agresiones, como con la masa corporal (g).

Para poner a prueba la segunda y tercer hipótesis, se realizaron pruebas de regresión lineal y correlación entre el rango en la jerarquía social contra la frecuencia de agresión emitida por los individuos cada 15 min, y el rango en la jerarquía social contra la masa corporal (g) de cada hembra. También se hizo una prueba de Wilcoxon para muestras pareadas para saber hacia qué tipo de hembras, dominantes o subordinadas, agredieron más los individuos subordinados. Se hizo la distinción de individuos más

subordinados y más dominantes de acuerdo a la gráfica del DS normalizado contra el rango jerárquico de las hembras (Fig. 7), se puede apreciar en la distribución de los puntos que del individuo con jerarquía 7 y DS normalizado 5.8, decae más abruptamente hasta llegar a la hembra con jerarquía 8 y DS normalizado 4.57. Por lo tanto se tomó a los individuos del rango jerárquico 1 al 7 como los más dominantes y a los de rango jerárquico del 8 al 12 como los más subordinados.

Para conocer si el espacio fue un recurso limitante, se realizó una prueba de Wilcoxon para muestras pareadas sobre las frecuencias de agresión relacionadas con los recursos: alimento, que incluyó las conductas efectuadas sobre un individuo que se encontrara consumiendo alimento o agua; y espacio, donde se englobaron las conductas agonísticas relacionadas con el posadero, madriguera o nido, o cualquier área en que se encontrara alguno de los interactuantes. Se comparó parte de los datos de Sauter (1988) con datos del presente estudio mediante el coeficiente de correlación de Pearson.

Resultados

Descripción de las conductas agonísticas registradas

Se describieron las conductas agonísticas empeladas en el estudio las cuales se presentan en orden ascendente de agresividad (Cuadro 1).

Se observó el escalamiento de las conductas agonísticas. Es decir, los individuos agresores emitían, de inicio, una conducta de bajo nivel de agresividad sobre un individuo receptor. Cuando este último no se alejaba del recurso por el que estaba conteniendo el emisor, entonces éste ejercía otra conducta agonística sobre el receptor, pero esta vez era una conducta de mayor nivel de agresión, y así sucesivamente hasta llegar a la conducta de persecución, que es la de mayor nivel de agresividad (Cuadro 1). Sin embargo esto no fue cuantificado.

Descripción de las agresiones dentro de la colonia

De los 24 individuos focales, únicamente se obtuvieron los registros observacionales completos (180 min) de 13, debido a que cinco de los focales murieron (tres hembras y dos machos) y seis más (cinco hembras y un macho) perdieron el arete de identificación durante el período formal de registro antes de haber concluido el tiempo total de observación (Cuadro 2). El único macho del que se obtuvieron los 180 min netos de observación, también fue retirado del análisis de datos ya que al ser el único macho, no se tuvo una representación significativa del sexo en el análisis de los resultados, por lo que fue más deseable tener únicamente datos de hembras (Cuadro 2).

Cuadro 1. Pautas conductuales agonísticas de *R. diazi* observadas y registradas en el Zoológico Los Coyotes. *Pautas reportadas por Olvera (1994) y redescritas. ** Pautas reportadas por Sauter (1988) y redescritas. El orden de las conductas muestra el nivel de agresividad de manera ascendente, según los observadores.

Conducta	Descripción	Descripción Operativa
Contacto*	Un individuo se aproxima a otro, generalmente por la parte trasera del segundo y lo toca con la nariz	El individuo que se acercó muerde al otro hasta desplazarlo del lugar
Sumisión y Dominancia**	Dos individuos se encuentran frente a frente y alguno de los dos asume una postura sumisa (baja la cabeza y el otro pone la suya encima de la del primero)	El resultado final de esta conducta es la retirada de alguno de los dos individuos
Salto**	Un individuo salta sobre otro	El resultado es la retirada de alguno de los dos individuos
Persecución*	Un individuo corre detrás de otro para intentar morderlo o simplemente para desplazarlo del lugar en el que se encuentra	El desplazamiento del individuo perseguido es mayor a 30 cm de distancia

El total de horas de observación fue 88 h con 30 min; en el cuadro 2 se muestran desglosadas de acuerdo al tiempo invertido por focal. El peso promedio de los individuos

focales fue de 643.08 ± 77.29 g. En cuanto a las conductas agonísticas, el contacto fue una conducta ejecutada por todas las hembras con una frecuencia promedio de 0.4 ± 0.25 . La persecución fue realizada por el 75% de los focales con una frecuencia de 0.25 ± 0.22 por individuo. La frecuencia de la conducta de salto se registró con una frecuencia de 0.07 ± 0.099 para el 50% de las hembras focales, y con este mismo porcentaje de hembras fue ejecutada la sumisión y dominancia con una frecuencia de 0.04 ± 0.04 .

Tipo de sociedad

La sociedad detectada se acercó más a una lineal según lo reportan de Vries *et al.* (2006), ya que la pendiente de la ecuación de regresión lineal entre el DS normalizado y la jerarquía de dominancia de cada hembra (Fig. 7) fue de 0.257 (Línea de ajuste: $Y = -0.257X + 7.17$; $P = 0.03$).

Rango jerárquico y su correlación con la agresividad y la masa corporal

El análisis de correlación entre el rango jerárquico de cada individuo y la agresividad (frecuencia de agresiones emitidas cada 15 min) arrojó una correlación positiva significativa ($r = 0.603$; $P = 0.038$; Fig. 8). En contraste, al analizar la relación del rango jerárquico con la masa corporal no se observó una correlación significativa ($r = -0.437$; $P=0.16$; Fig. 8). El análisis de Wilcoxon para muestras pareadas sólo mostró que las hembras más subordinadas agredieron con mayor frecuencia a hembras más dominantes que ellas mismas (Wilcoxon, $P = 0.05$).

Cuadro 2. Información de las hembras registradas. Se muestra el código del arete del cada focal, el número total de conductas agonísticas emitidas por individuo, el peso (g) promedio de los tres manejos que se hicieron en los meses de Junio, Septiembre y Diciembre, el DS normalizado que obtuvo cada hembra, su rango jerárquico y el tiempo (h) de observación invertido en cada animal. * Indica a los individuos cuyos aretes se cayeron, lo cual impidió el registro total de conducta. ** Representa el macho que fue excluido en el análisis de datos debido a que el sexo masculino no estaría representado en el mismo. + Muestra a los individuos que murieron durante el muestreo.

Código del individuo	Colores del arete y oreja en que se colocó	Total de conductas agonísticas emitidas	Peso promedio (g)	DS normalizado	Rango jerárquico	Tiempo (h) invertido para conseguir 180 min de observación
Ro/Bl d	Rojo/Blanco oreja derecha	11	620	6.206	4	5
Bl/Mo i	Blanco/Morado oreja izquierda	6	645	6.563	2	4.3
Am/Mo d	Amarillo/Morado oreja derecha	24	756.66	5.767	7	5
Ro/Az d	Rojo/Azul oreja derecha	20	730	4.741	9	3
Ro d	Rojo oreja derecha	5	550	6.760	1	4.30
Ro/Ve d	Rojo/Verde oreja derecha	19	626.66	6.284	3	5
Bl/Am i	Blanco/Amarillo oreja izquierda	19	748.33	5.525	6	4.30
Ro/Am i	Rojo/Amarillo oreja izquierda	11	725	6.047	5	4
Ve d	Verde oreja derecha	29	560	4.373	12	5.3
Ro/Az i	Rojo/Azul oreja izquierda	42	586.66	4.409	11	5
Ro/Bl i	Rojo/Blanco oreja izquierda	23	681.66	5.029	8	4.3
Mo d	Morado oreja derecha	40	611.66	4.290	13	3.30

Código del individuo	Colores del arete y oreja en que se colocó	Total de conductas agonísticas emitidas	Peso promedio	Rango jerárquico (DS normalizado)	Rango jerárquico	Tiempo (h) invertido para conseguir 180 min de observación
** Ve/Am i	Verde/Amarillo oreja izquierda	9	513.33	-	-	5.3
* Ro/Mo d	Rojo/Morado oreja derecha	-	-	-	-	3
* Am/Mo i	Amarillo/Morado oreja izquierda	-	-	-	-	3.3
+ Am d	Amarillo oreja derecha	-	-	-	-	0.30
* Ro i	Rojo oreja izquierda	-	-	-	-	3
* Ro/Ve i	Rojo/Verde oreja izquierda	-	-	-	-	4.3
* Bl/Am d	Blanco/Amarillo oreja derecha	-	-	-	-	4.30
* Ro/Am d	Rojo/Amarillo oreja derecha	-	-	-	-	5
+ Bl d	Blanco oreja derecha	-	-	-	-	2.30
+ Am i	Amarillo oreja izquierda	-	-	-	-	0.30
+ Az/Mo d	Azul/Morado oreja derecha	-	-	-	-	0.30
+ Ve/Bl d	Verde/Blanco oreja derecha	-	-	-	-	-
* Am/Az i	Amarillo/Azul oreja izquierda	-	-	-	-	1.30

Agresión y recursos

En total se observaron 163 interacciones agonísticas en las que estuvieron involucrados los individuos focales. Respecto a la frecuencia de agresión registrada para cada recurso,

el 78.53 % estuvieron relacionadas con el espacio y 21.47 % al alimento. La prueba de Wilcoxon para muestras pareadas mostró una diferencia significativa entre ambos recursos ($P = 0.0029$; $n = 12$) que se puede observar en la fig. 9, mostrando mayor frecuencia de conductas agonísticas efectuadas cuando se trató de la contienda por el espacio. Al comparar los resultados del presente estudio con los datos observados por Sauter (1988), área de estudio = 50 m^2 , mayor número de conductas emitidas por un individuo = 20 y mayor número de individuos dentro del albergue = 16, no se encontraron diferencias significativas ($R^2 = 0.99$; $P = 0.068$).

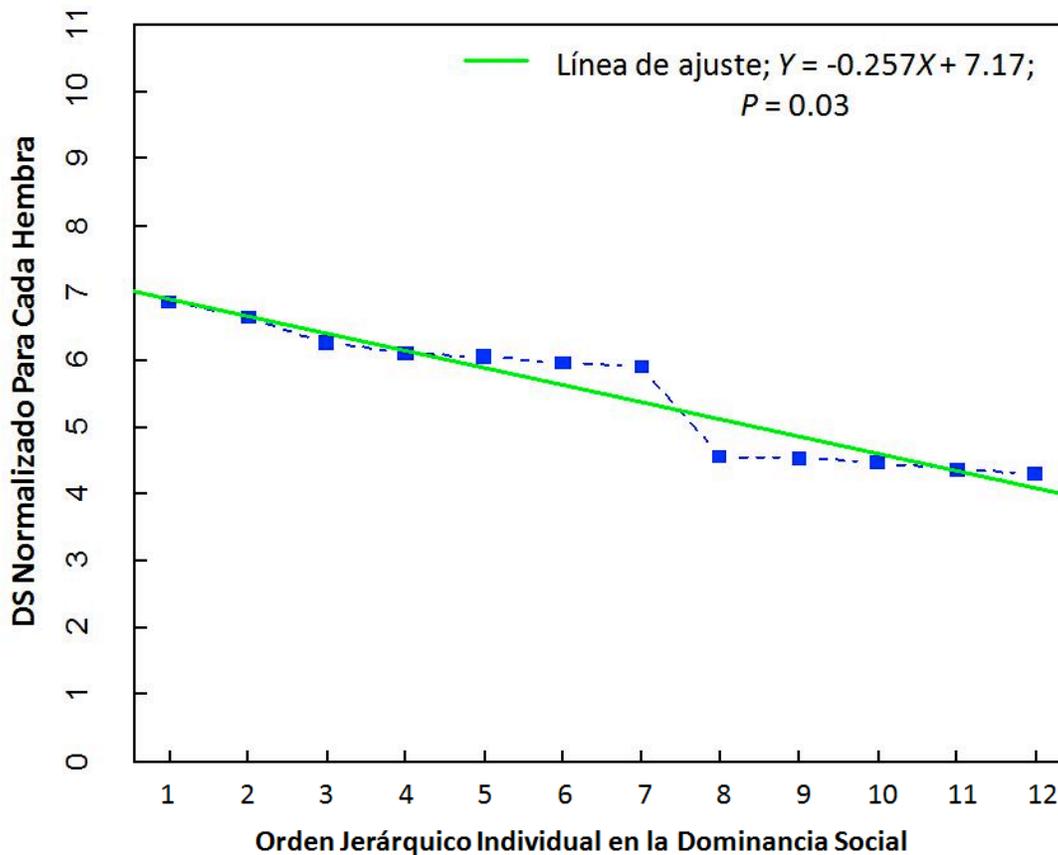


Figura 6. DS normalizado graficado contra el orden de jerarquía social de cada una de las 12 hembras de conejo zacatuche (*Romerolagus diazi*) del Zoológico “Los Coyotes”, Ciudad de México. Donde el rango de jerarquía social 1 (R/Az d) es el rango más alto y el 12 (R/Az i) es el más bajo. La ecuación de la recta indica que la pendiente es muy pequeña ($m = 0.26$; $P = 0.037$).

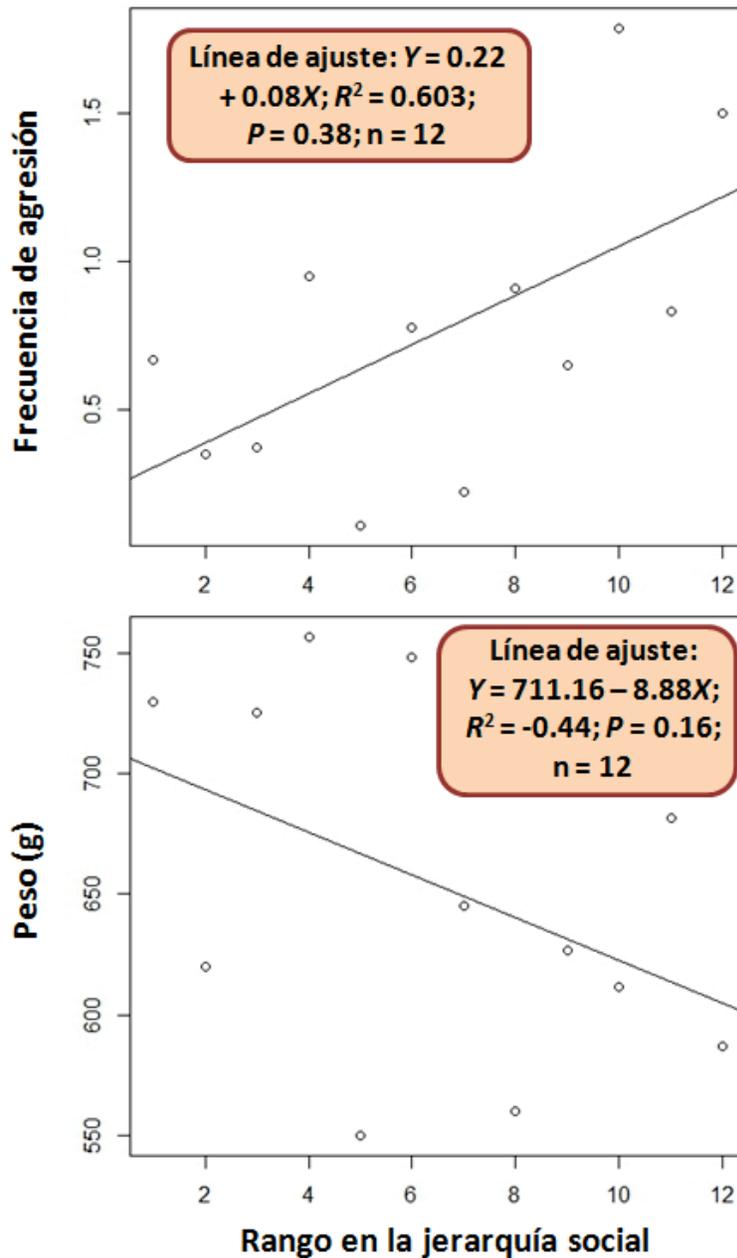


Figura 7. Relaciones entre (izquierda) la frecuencia de agresiones emitidas por hembra cada 15 min y (derecha) la masa corporal (g) con el rango jerárquico dentro de la jerarquía social de 12 hembras de conejo zacatuche en el Zoológico Los Coyotes, donde el rango jerárquico 1 indica al individuo de mayor jerarquía dentro del grupo social y el 12 es el de menor jerarquía. Se indican también la ecuación de regresión lineal y el valor de probabilidad de la misma.

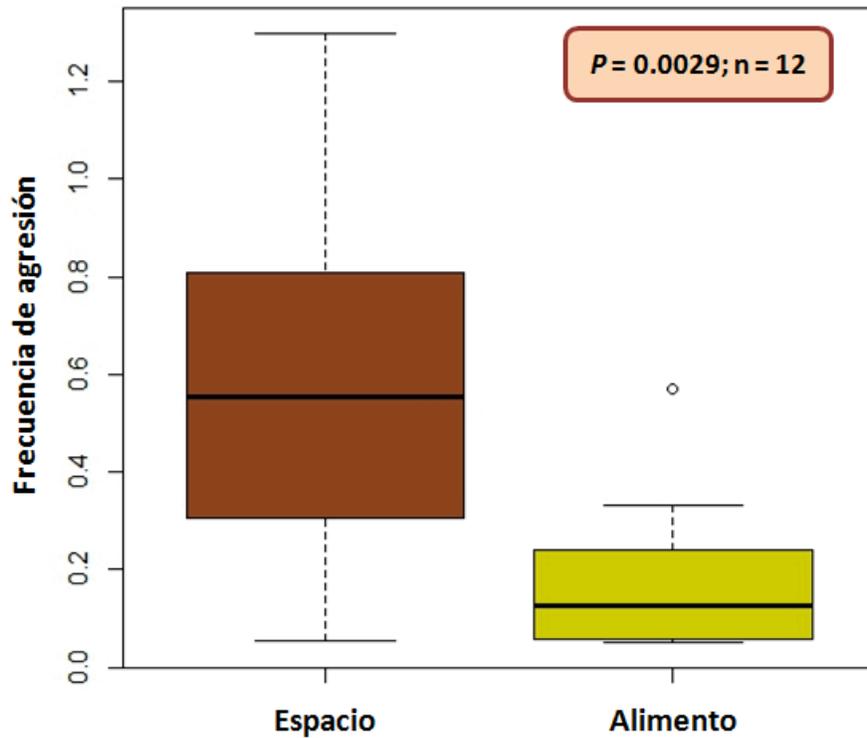


Figura 8. Diferencias en la frecuencia de agresión emitida por las hembras de *R. diazi* del Zoológico Los Coyotes, tanto por el recurso espacio como por el recurso alimento. Se observa mayor frecuencia de agresión por el primer recurso. En el cuadro rojo se pueden ver los valores obtenidos de la prueba de ji-cuadrada. El gráfico de caja y bigote representa: la línea central del cuadro de color representa la mediana de los datos; las líneas inferior y superior del mismo cuadro representan el primer y tercer cuartil respectivamente; las líneas punteadas representan datos que no cayeron dentro del cuadro y la línea horizontal de los extremos representa el último valor que cayó; el punto solitario en la parte superior del diagrama de caja del alimento representa un valor atípico.

Discusión

Tipo de sociedad

El tipo de sociedad que presentó el conejo zacatuche muestra una tendencia a ser igualitaria de acuerdo a de Vries *et al.* (2006), sin embargo existe una pendiente, que aunque es poco empinada, el análisis estadístico hace evidente que las hembras poseen

rango jerárquico dentro del grupo social (Fig. 7; $P = 0.03$). De Vries *et al.* (2006) proponen que las jerarquías igualitarias son aquellas que al graficar el DS normalizado contra el rango jerárquico de los animales del grupo social obtienen una pendiente igual o cercana a 0. Sin embargo, existen autores como van Schaik (1989) y Lehmann *et al.* (2002) que caracterizan a las sociedades igualitarias como aquellas en que se (1) muestran relaciones de dominancia muy superficiales con pendientes poco inclinadas, debido a que los individuos dominantes muestran una gran tolerancia hacia el comportamiento de los subordinados cuando los últimos intentan obtener un recurso antes de que lo haga el dominante, ya que el rango jerárquico juega un papel poco importante; (2) suelen presentar conductas agonísticas de baja intensidad de agresión; (3) y más simetría en las contiendas agonísticas mostrando más contraataques de los que se presentan en una sociedad despótica. Asimismo, Matsumara (1999) propone que a las sociedades con las características mencionadas también pueden ser llamadas sociedades tolerantes.

Dentro del grupo social de *R. diazi* en este estudio se presentaron relaciones de dominancia superficiales ($m = 0.02$; $P = 0.03$), asimismo, para los observadores que participaron en los registros conductuales, las conductas agonísticas que emitieron los conejos no representaron alto nivel de agresión, y aunque no se cuantificó la frecuencia de contraataques, sí se presentaron durante los muestreos observacionales. Por lo tanto, se aplicará en adelante el término de sociedad tolerante para el grupo social de este trabajo.

Rango jerárquico y su correlación con la agresividad y la masa corporal

El rango jerárquico de cada hembra de zacatuche estuvo correlacionado significativamente de manera positiva con la frecuencia de agresiones por hembra cada 15 min, contrario de lo que se esperaba (Fig. 8). Esto indica que las hembras de mayor rango jerárquico son menos agresivas que las de menor rango en la jerarquía social.

En la literatura se ha reportado ampliamente que los individuos de mayor rango jerárquico dentro de una sociedad son aquellos que ejercen mayor agresividad contra los subordinados (Marler, 1955; Richards, 1974; Vogel *et al.*, 2007; Wey y Blumstein, 2010). Sin embargo, se ha señalado que las relaciones de dominancia dentro de un grupo social, son caracterizadas por el comportamiento de los subordinados, en lugar del comportamiento de los individuos dominantes (Rowel, 1974), ya que la contienda por los recursos puede ser evitada por los subordinados al evadir a los dominantes y los recursos que estos ocupan (Furuichi, 1983). Por lo tanto, no necesariamente los individuos más agresivos serán los que posean una posición mayor en el rango jerárquico dentro de un grupo social, por ejemplo, en este estudio el individuo Mo d (Cuadro 2) fue el más agresivo emitiendo conductas agonísticas con una frecuencia de 1.79 veces cada 15 min y el DS normalizado lo colocó en la posición de dominancia del grupo social de 10, y la siguiente hembra más agresiva Ro/Az i (frecuencia = 1.5) se posicionó en el lugar 12 de la jerarquía social.

En una sociedad tolerante los individuos dominantes pueden aceptar, hasta cierto punto, compartir los recursos con un subordinado (Lehmann *et al.*, 2002). Sin embargo, es probable que los subordinados ejerzan un mayor número de conductas agonísticas al intentar subir de rango en la jerarquía social, como se observó al analizar las diferencias en la frecuencia de agresión hacia individuos más subordinados e individuos más dominantes que las hembras subordinadas analizadas. Las últimas agredieron con mayor frecuencia a hembras más dominantes que ellas mismas.

Probablemente en una sociedad tolerante, los subordinados tienen mayor oportunidad de intentar ascender más en el rango jerárquico del grupo social, mientras que a los individuos dominantes les interesa mantener su estatus social. Matsumura (1999) analizó sociedades de varias especies de macacos, la mayoría en cautiverio, y propuso una aproximación de acuerdo a la estrategia de juego de paloma-halcón de la teoría de juegos. El autor sostiene que dentro de una sociedad despótica, los integrantes

del grupo social deberían comportarse de la siguiente manera, los subordinados como paloma y los dominantes deberían adquirir la estrategia de halcón. Sin embargo, dentro de una sociedad igualitaria (el autor llama sociedades igualitarias a las que aquí se manejan como sociedades tolerantes) los individuos adoptarán una estrategia igualitaria, es decir, donde todos los miembros del grupo social comienzan jugando como palomas, pero si en alguna contienda entre dos animales, uno de ellos escala la conducta a una de mayor intensidad, es decir, adquiere la estrategia de halcón, el otro individuo también lo hará y se comportarán como halcón los dos animales. Es probable que algo similar ocurra en la sociedad analizada. Sin embargo, hacen falta datos que corroboren esta hipótesis, tampoco puede generalizarse que la estrategia igualitaria se presenta siempre para el conejo zacatuche debido a que las condiciones en vida silvestre cambian y es muy probable que en ese entorno no se tuviera una densidad poblacional tan alta como la registrada en este estudio.

Por otro lado, en el análisis de correlación del rango jerárquico-masa corporal (Fig. 8) se observa la tendencia de las hembras de mayor peso a poseer un rango jerárquico más alto dentro de la jerarquía social, sin embargo la prueba no resultó significativa. Es probable que la masa corporal funcione como un rasgo clave que permite conocer la jerarquía social que tiene una hembra dentro de esta colonia de conejo zacatuche, aunque hacen falta evidencias más robustas que respalden esta hipótesis.

Se ha reportado para los zorros árticos (*Alopex lagopus*; Frafjord, 1993) y para los guanacos (*Lama guanicoe*; Correa *et al.*, 2013) una correlación no significativa entre la frecuencia de agresiones emitidas y el peso corporal de los individuos. Lo mismo ocurrió en crías de gato doméstico (*Felis silvestris catus*), donde la autora propone que probablemente existieron otros factores que influyeron en la dominancia social en esa especie como la proporción de la cabeza (Améndola, 2011).

Probablemente en el presente estudio no se encontró correlación entre la agresión y la masa corporal de los conejos porque en cautiverio los organismos tienen

disponibilidad de comida ad libitum, por lo que todos los animales tienen la misma probabilidad de adquirir este recurso. Además, el peso es un rasgo que cambia constantemente a lo largo de la vida de un individuo, ya sea por las condiciones ambientales (abundancia o escases de recursos) o por las características del propio animal (fisiológicas) por lo que podría no ser una característica confiable al tratar de analizar su relación con el rango jerárquico, que suele ser relativamente más estable a lo largo del ciclo de vida de un organismo (Wey y Blumstein, 2010).

Un carácter que podría resultar más informativo es el tamaño corporal como se reporta para el cangrejo ermitaño (*Pagurus middendorffi*) donde el tamaño del contrincante es importante entre los individuos de la especie al evaluar un posible enfrentamiento con un individuo, funcionando como un rasgo clave (Yasuda *et al.*, 2012). Igualmente el estudio de Frafjord (1993) con zorros árticos, demuestra que la frecuencia de agresión tuvo correlación significativa con la longitud de la pata delantera de los animales, característica asociada al tamaño corporal del individuo.

Es probable que existan otras características que funcionen como rasgos clave en la especie de este estudio. Por ejemplo, las glándulas de olor presentes en todos los lepóridos. Se ha reportado en el conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*; Mykytowycz, 1968) que las glándulas de olor de la barbilla y la orina son utilizadas por parte de los machos dominantes para marcar la cabeza de los subordinados (juveniles y hembras) pertenecientes a su grupo social. Es probable que algo parecido suceda en el conejo zacatuche por parte de las hembras dominantes hacia las subordinadas durante la conducta de sumisión y dominancia, donde un individuo dominante pone su cabeza sobre la de un subordinado (Cuadro 1), facilitando el acercamiento de la glándula de secreción de olor de la barbilla a parte superior de la cabeza del último animal.

Asimismo, se propone que las áreas carentes de pelo en el dorso de los conejos (Fig. 10) pudieran indicar la jerarquía social de los individuos de esta especie como Long (1972) lo estudió en ratones de laboratorio. La autora propuso que esta característica

podiera ser un indicador de dominancia social para los ratones C57. El área sin pelo en la parte dorsal de los animales que se observó tuvo una correlación negativa con su rango jerárquico dentro de los grupos sociales establecidos en las jaulas, es decir, individuos con mayor área sin pelo en la espalda presentaron jerarquías más bajas dentro del grupo social. Es necesario realizar un protocolo de investigación sistemático para poder estudiar las características propuestas y su relación con el agonismo en el conejo zacatuche.



Figura 9. Se muestran las diferencias del dorso gracias a la falta de pelo en algunas zonas, como consecuencia de las peleas entre los individuos de *Romerolagus diazi* de la colonia estudiada en el Zoológico “Los Coyotes” Ciudad de México. El individuo de la derecha presenta más áreas carentes de pelo (zonas más grises) que el individuo de la izquierda.

También se debe de tomar en cuenta que la posición en la jerarquía social puede cambiar durante la vida de un individuo (Wey y Blumstein, 2010). Varios autores han propuesto que la edad también puede ser un factor que inflencie la jerarquía social de los individuos pertenecientes a un grupo social, como se muestra en el estudio de la conducta agonística del zorro ártico (*A. lagopus*; Frafjord, 1993) ya que las crías mostraron más sumisas hacia los adultos. Sin embargo, esta característica no se tomó en cuenta en este estudio por desconocerla y por la dificultad para conocerla con certeza.

Agresión y recursos

Hubo mayor frecuencia de agresiones en competencia por el espacio que por alimento (Fig. 9). El área de exhibición es de 42.48 m² y se ha reportado que el ámbito hogareño para la especie en vida silvestre es de 2500 m² (Cervantes y Vázquez, 1996) por lo que el reducido espacio podría estar ocasionando estrés por hacinamiento en los individuos, lo cual se ve reflejado en la agresividad generalizada manifestada dentro del encierro.

El albergue posee grandes ventanales a través de los cuales se puede observar a los animales, y los visitantes del zoológico pueden acercarse hasta un metro aproximadamente a los mismos. Sin embargo, cuando la gente acerca su mano y toca el vidrio, los animales parecen no incomodarse, aunque sí lo hacen cuando los observadores levantan los brazos o cuando pasa un ave de mediano tamaño, como los zanates (*Quiscalus mexicanus*), por la parte superior del encierro. Asimismo, el albergue se encuentra ubicado a un lado del lobo gris mexicano (*Canis lupus baileyi*), aunque no se ven unos a otros, pueden olerlos y escucharlos aullar, es entonces que los zacatuches se alertan y de inmediato buscan refugio debajo del zacate. Pero cuando el pasto ya no tiene hojas, porque los conejos se las comen, es probable que genere más estrés porque disminuyen los escondites o refugios para la alta densidad de individuos dentro del encierro, sin embargo, Hoth y Granados (1987) reportaron que con la ausencia de zacatón dentro de un encierro de *R. diazi* del zoológico de Chapultepec, disminuyó la actividad general de los conejos. Por lo tanto hacen falta evidencias que permitan dilucidar este aspecto de la conducta en cautiverio de la especie.

Asimismo, Sauter (1988) observó una influencia de la densidad de individuos sobre el comportamiento en esta misma especie, dentro del zoológico de Chapultepec. La autora reportó menos frecuencia de interacciones agonísticas cuando hubo más individuos dentro del encierro y lo atribuyó al hecho de que cuando hay poco espacio se restringen los movimientos que pueden hacer los individuos, sin embargo aún así encontró más ejecución de interacciones agonísticas que de interacciones amistosas. En el

momento de mayor densidad de individuos en el estudio de Sauter (1988) hubo en promedio 16 adultos dentro del albergue de 50 m², bajo estas condiciones el mayor número de conductas agresivas que ella registró fue de 20 y en este estudio el mayor número de conductas agonísticas registrado fue de 30, en un área de 42.48 m², con al menos 22 individuos adultos siempre presentes. Al comparar estos datos, no se encontraron diferencias significativas, por lo tanto no se puede descartar que la hipótesis que propuso Sauter (1988) sea correcta.

Por lo pronto, tampoco se descarta que exista estrés debido al hacinamiento en la colonia de zacatuches aquí estudiada. Es posible que en condiciones de vida libre el conejo zacatuche presente menor frecuencia de agresión dentro de cada grupo social, debido a que las condiciones propias del cautiverio, que como ya se dijo, pueden provocar comportamientos atípicos en las especies. Por ejemplo, en el hámster sirio dorado (*Mesocricetus auratus*), especie solitaria, se ha registrado estrés social al mantener a cinco hembras dentro de la misma jaula, provocando un incremento de la masa corporal y en la producción de progesterona mayor al que presentaron las hembras que se mantuvieron solitarias (Chelini *et al.*, 2011). Un efecto similar podría estar teniendo en *R. diazi* el hecho de mantener un gran número de individuos (n = 22) conviviendo en un área tan reducida (42.48 m²) si resulta cierto que en vida silvestre las colonias se conforman sólo por cinco individuos como máximo (Cervantes-Reza, 1980; Gaumer, 1913) aunado al reporte del ámbito hogareño de 2500 m² (Cervantes y Vázquez, 1996).

Conclusiones

En este estudio se puede concluir que bajo las condiciones que se analizó la conducta agonística del conejo zacatuche (*R. diazi*), las hembras presentaron una sociedad tolerante. Asimismo, se comprobó que la especie presenta pautas conductuales agonísticas o agresivas, como se ha reportado con anterioridad por Cervantes y Vázquez (1996), De Poorter y Van der Loo (1981), Fa y Bell (1990) y Gaumer (1913).

También se pudo corroborar que el rango jerárquico que poseen los conejos dentro del grupo social está relacionado con la agresividad de los individuos como reportaron Cervantes y Vázquez (1996) y Fa y Bell (1990), sin embargo las hembras que ejecutan con más frecuencia pautas conductuales agonísticas son las que poseen rangos más bajos dentro de la jerarquía social de la colonia, y por el contrario, las hembras que emiten menos frecuencia de agresión hacia sus conespecíficos son las de mayor nivel jerárquico, al contrario de lo que se había descrito con anterioridad.

Asimismo, la masa corporal es un atributo que tiende a reflejar la posición en la jerarquía social en esta especie, sin embargo, no fue significativa. Aunque no se descarta la posibilidad de que en vida silvestre ocurra lo contrario, así como de que en cautiverio existan otras características que funcionen como rasgos clave para la especie como las glándulas de olor de la barbilla y la orina; las áreas del dorso donde se arrancan el pelo unos a otros en la contienda por recursos; y la edad de los individuos.

Finalmente también se confirmó que el espacio es un recurso limitante en el cautiverio para la colonia estudiada, lo cual podría ocasionar estrés en los animales, provocando a su vez una cantidad elevada de dirección de conductas agonísticas hacia los conespecíficos. Una posible consecuencia de la alta agresividad es la merma del bienestar de los animales del encierro, aunque hacen falta estudios que corroboren esta hipótesis.

Este estudio puede tener implicaciones en la conservación de *R. diazi* en cautiverio, debido a que al conocer si los conejos que se encuentran en encierros están estresados a causa de la limitación del espacio, se podrán realizar acciones al respecto colaborando a mantener su bienestar. Este último se verá reflejado en la reproducción exitosa en cautiverio, así como en la disminución de la tasa de mortalidad de los conejos que hará posible e inminente, la reintroducción del conejo zacatuche en su hábitat natural.

Recomendaciones

Se recomienda continuar con estudios como los cambios en (1) el rango jerárquico de los individuos de acuerdo con la edad de los mismos y la densidad de animales dentro del albergue y proporción de sexos; (2) la influencia que tiene el rango jerárquico de las hembras sobre su éxito reproductivo, y si las crías se mantienen con la misma jerarquía que la madre y (3) si la talla de los individuos tiene una correlación con el rango en la jerarquía social del grupo. Es necesario continuar con los esfuerzos para conocer más sobre aspectos de la biología de *R. diazi*, ya que se encuentra en peligro de extinción. El conocimiento sobre su conducta ayudará a su conservación mediante la toma de mejores decisiones en cautiverio, y posteriormente en vida silvestre.

Asimismo, es importante conocer lo que realmente pasa en condiciones de vida silvestre, y para ello es necesario ejecutar un protocolo de investigación similar al que aquí se reporta para complementar la información de la especie, así como para hacer comparaciones que ayuden al mantenimiento de los individuos de *R. diazi* en vida cautiva para su bienestar y, por consiguiente, para su conservación.

También surgen propuestas que podrían contribuir al mantenimiento, el bienestar, y la conservación del conejo zacatuche en cautiverio. Se propone realizar investigaciones respecto a la relación del número de conejos en el área de exhibición con la agresividad y el nivel de cortisol en sangre para determinar si existe estrés en los organismos y si este está asociado a la densidad poblacional. De esta manera se obtendrán datos contundentes para realizar los cambios necesarios en el albergue, y poder determinar los estándares que debe de tener tanto el área de exhibición, la densidad máxima de animales dentro de ella, como la proporción de sexos ideal para esta especie en condiciones de cautiverio.

Literatura citada

- Améndola Saavedra, L. 2011. Jerarquías de dominancia en crías de gato doméstico (*Felis silvestris catus*). Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 49: 27-265.
- Cervantes-Reza, F. A. 1980. Principales características biológicas del conejo de los volcanes *Romerolagus diazi*, Ferrari Pérez (Mammalia: Lagomorpha). Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Cervantes, F. A., C. Lorenzo y R. S. Hoffmann. 1990. *Romerolagus diazi*. *Mammalian species* 360: 1-7.
- Cervantes, F. A. y F. X. González. 1996. Los conejos y liebres silvestres de México. Pp. 17-25. En *Ecología y conservación del conejo zacatuche y su hábitat*. A. Velázquez, F. J. Romero y J. López-Paniagua (Comps.) Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- Cervantes, F. A. y J. Martínez Vázquez. 1996. Morfología, taxonomía y sistemática. Pp: 41-50. En *Ecología y conservación del conejo zacatuche y su hábitat*. A. Velázquez, F. J. Romero y J. López-Paniagua (Comps.) Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- Cervantes, F. A. y J. M. Vázquez. 1996. Historia natural del conejo zacatuche o teporingo (*Romerolagus diazi*). Pp. 29-40. En *Ecología y conservación del conejo zacatuche y su hábitat*. A. Velázquez, F. J. Romero y J. López-Paniagua (Comps.) Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica. México, D. F.

- Chelini, M. O. M., R. Palme, E. Otta. 2011. Social stress and reproductive success in the female Syrian hamster: endocrine and behavioral correlates. *Physiology and Behavior* 104: 948-954.
- Correa, L. A., B. Zapata, H. Samaniego y M. Soto-Gamboa. 2013. Social structure in a family group on guanaco (*Lama guanicoe*, Ungulate): Is female hierarchy based on “prior attributes” or “social dynamics”? *Behavioural Processes* 98: 92-97.
- Fa, J. E. y D. J. Bell. 1990. The volcano rabbit *Romerolagus diazi*. Pp. 143-146. En *Rabbits, Hares and Pikas: Status survey and conservation action plan*. J. A. Chapman y J. E. C. Flux (Comps. y Eds.). Information Press. Oxford, U.K.
- Frafjord, K. 1993. Agonistic behaviour and dominance relations of captive arctic foxes (*Alopex lagopus*) in Svalbard. *Behavioural Processes* 29: 239-252.
- Furuichi, T. 1983. Interindividual distance and influence of dominance on feeding in a natural Japanese macaque troop. *Primates* 24: 445-455
- Gaumer, G. 1913. Monografía sobre el *Lagomys diazi* Ferrari Pérez. Dirección General de Agricultura, Departamento de Exploración Biológica, México., 4: 1-51.
- Granados, H. 1981. Basic information on the volcano rabbit. Pp. 940-948. En *Proceedings of the World Lagomorph Conference, held in Guelph, Ontario, August 1979*. Myers, K. (Ed.). Universidad de Guelph, Ontario.
- Hewitt, S. E., D. W. Macdonald y H. L. Dugdale. 2009. Context-dependent linear dominance hierarchies in social groups of European badgers, *Meles meles*. *Animal Behaviour* 77: 161-169.
- Hoth, J. y H. Granados. 1987. A preliminary report in the breeding of the volcano rabbit. *International Zoo Yearbook* 26: 261-265.

- Huntingford, F. y A. Turner. 1987. Animal conflict: Chapman and Hall Animal Behaviour Series. Springer. Reino Unido.
- Kristensen, H. H., R. B. Jones, C. P. Schofield, R. P. White y C. M. Wathes. 2001. The use of olfactory and other cues for social recognition by juvenile pigs. Applied Animal Behaviour Science 4: 321-333.
- Lehmann, H., J. J. Wang y J. J. Bryson. 2002. Tolerance and sexual attraction in despotic societies: a replication and analysis of Hemelrijk (2002). Disponible en línea en: [<http://www.cs.bath.ac.uk/~jjb/ftp/lehmannMNAS05.pdf>] Consultado el 23 de octubre de 2013.
- Long, S. Y. 1972. Hair-nibbling and whisker-trimming as indicators of social hierarchy in mice. Animal Behaviour 20: 10-12.
- López-Forment, W. y F. Cervantes R. 1981. Preliminary observations on the ecology of *Romerolagus diazi* in Mexico. Pp. 949-955. En Proceedings of the World Lagomorph Conference, held in Guelph, Ontario, August 1979. K. Myers (Ed.). Universidad de Guelph, Ontario.
- Marler, P. 1955. Studies of fighting in chaffinches (1) Behaviour in relation to the social hierarchy. The British Journal of Animal Behaviour 3: 111-117
- Martin, P. y P. Bateson. 1993. Measuring behavior: an introductory guide. Cambridge University Press. Reino Unido.
- Matsumara, S. 1999. The evolution of "egalitarian" and "despotic" social systems among macaques. Primate Socioecology 40: 23-31.
- Matsuzaki, T., M. Kamiya, H. Suzuki, T. Nomura y A. Velázquez. 1996. Reproducción en el laboratorio del conejo zactuche. Pp. 51-66. En: Ecología y conservación del conejo zacatuche y su hábitat. A. Velázquez, F. J. Romero y J. López-Paniagua (Comps.)

Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica. México, D. F.

Mykytowycz, R. 1968. Territorial marking by rabbits. *Science American* 218: 116-126.

Olvera Ramírez, F. J. 1994. Catálogo de comportamiento, presupuestos de tiempo y organización social de *Romerolagus diazi* en semicautiverio. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Parker, G. 1974. Assessment strategy and the evolution of fighting behavior. *Journal of Theoretical Biology* 47: 223-243.

De Poorter, M. y W. Van der Loo. 1981. Report of the breeding and behavior of the volcano rabbit at the Antwerp Zoo. Pp. 956-972, en: *Proceedings of the World Lagomorph Conference, held in Guelph, Ontario, August 1979*. K. Myers (Ed.) Universidad de Guelph, Ontario.

Richards, S. M. 1974. The concept of dominance and methods of assessment. *Animal Behaviour* 22: 914-930.

Rojas Mendoza, P. 1952. Estudio biológico del conejo de los volcanes. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Rowel, T. E. 1974. The concept of social dominance. *Behavioral Biology* 11: 131-154.

Sauter Bindel, M. C. J. 1988. Estudio de algunos comportamientos del conejo de los volcanes *Romerolagus diazi* en el Zoológico de Chapultepec, México, D. F. Repertorio conductual, aspectos sociales y presupuestos de tiempo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

Van Schaik, C. P. 1989. The ecology of social relationships amongst female primates. Pp: 195-218. En *Comparative socioecology: the behavioural ecology of humans and*

other mammals. V. Standen y R. Foley (Eds.) Blackwell Scientific Publication, Oxford.

Scheibler, E., R. Weinandy y R. Gattermann. 2005. Intra-family aggression and offspring expulsion in Mongolian gerbils (*Meriones unguiculatus*) under restricted environments. *Mammalian biology* 70: 137-146.

SEMARNAT¹. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana 059. Disponible en línea en: [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf] Consultada el 09 de Diciembre del 2011.

SEMARNAT². Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Plan de Manejo Tipo para el Conejo Teporingo (*Romerolagus diazi*). Disponible en línea en: [http://semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/vidasilvestre/Documents/PMT_Nov_2010/PMT-CONEJO-TEPORINGO.pdf] Consultada el 17 de Septiembre de 2013.

Turner, S. P. y S. A. Edwards. 2004. Housing immature domestic pigs in large social groups: implications for social organization in a hierarchical society. *Applied Animal Behaviour Science* 87: 239-253

Umbers, K. D. L., L. Osborne y J. Scott Keogh. 2012. The effects of residency and body size on contest initiation and outcome in the territorial dragon, *Ctenophorus dresii*. *PLoS ONE* 7: 1-5.

Velázquez, A. y G. Heil. 1996. Habitat suitability study for the conservation of the volcano rabbit (*Romerolagus diazi*). *Journal of Applied Ecology* 33: 543-554

Vehrencamp, S. L. 1983. A model for the evolution of despotic versus egalitarian societies. *Animal Behaviour* 31: 667-682.

- de Vries, H., J. M. G. Stevens y H. de Vervaecke. 2006. Measuring and testing the steepness of dominance hierarchies. *Animal Behaviour* 71: 585-592.
- Vogel, E. R., S. B. Munch§ y C. H. Janson. 2007. Understanding escalated aggression over food resources in white-faced capuchin monkeys. *Animal Behaviour* 74: 71-80
- Wasserman, S. y K. Faust. 1994. *Social Network Analysis: Methods and Applications*. New York: Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Weiβ, B. M., K. Kotrschal y K. Foerster. 2011. A longitudinal study of dominance and aggression in graylag geese (*Anser anser*). *Behavioral Ecology* 22: 616-624.
- Wey, T. W. y D. T. Blumstein. 2010. Social cohesion in yellow-bellied marmots is established through age and kin structuring. *Animal Behaviour* 79: 1343-1352.
- Wickins-Dražilova, D. 2006. Zoo animal welfare. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 19: 27-36
- Yasuda, Chiaki, F. Takeshita y S. Wada. 2012. Assessment strategy in male-male contests of the hermit crab *Pagurus middendorffii*. *Animal Behaviour* 84: 385-390.

Apéndice

Matriz sociométrica que presenta los encuentros agonísticos por individuo. Cada número representa la cantidad de enfrentamientos ganados por los individuos de las columnas a los de las filas. El código de cada individuo responde al color o combinación de colores y la oreja en la que les fue colocado el arete para su identificación. R = rojo, Az = azul, B = blanco, M = morado, V = verde, Am = amarillo, i = izquierda y d = derecha.

	Am/M d	B/Am i	R/Am i	R/B d	B/M i	R/Az d	R d	R/V d	R/Az i	R/B i	M d	V d
Am/M d	0	0	1	0	0	1	1	4	5	0	8	1
B/Am i	0	0	0	1	2	2	1	2	4	0	2	1
R/Am i	6	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1
R/B d	2	1	2	0	1	1	0	0	6	0	1	4
B/M i	1	4	0	0	0	1	0	2	1	0	1	2
R/Az d	1	1	1	0	1	0	0	1	3	1	0	1
R d	1	4	1	0	0	0	0	0	2	2	3	0
R/V d	5	1	1	0	0	0	0	0	5	1	4	3
R/Az i	0	2	0	2	0	0	0	3	0	2	3	3
R/B i	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	2	3
M d	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
V d	1	0	0	3	0	1	0	1	1	8	0	0