

UCH-FC  
MAG-B  
F944  
C.1

**EFFECTO DE LA EXPLORACIÓN ESPACIAL Y NEOFOBIA EN LA ATRAPABILIDAD DE DOS  
ROEDORES ENDÉMICOS DE CHILE**



**Tesis**  
**Entregada A La**  
**Universidad De Chile**  
**En Cumplimiento Parcial De Los Requisitos**  
**Para Optar Al Grado De**

**Magíster en Ciencias Biológicas**

**Facultad De Ciencias**

**Por**

**María José Frugone Wielandt**

**Noviembre, 2015**

**Director de Tesis Dr. Rodrigo Vásquez S.**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**

**INFORME DE APROBACION**

**TESIS DE MAGÍSTER**

Se informa a la Escuela de Postgrado de la Facultad de Ciencias que la Tesis de Magíster presentada por la candidata:

**MARÍA JOSÉ FRUGONE WIELANDT**

Ha sido aprobada por la comisión de Evaluación de la tesis como requisito para optar al grado de Magíster en Ciencias Biológicas, en el examen de Defensa Privada de Tesis rendido el día 20 de Agosto de 2015.

Director de Tesis:

**Dr. Rodrigo Vásquez S.**



Comisión de Evaluación de la Tesis

**Dr. Javier Simonetti**

**Dr. Claudio Veloso**



DEDICATORIA

**A mi Papá y Mamá**



Nací en Santiago pero viví la mayor parte de mi vida en Valdivia, lugar donde realicé mis estudios de pregrado en la Universidad Austral de Chile, obteniendo el grado de Licenciada en Ciencias Biológicas. Desde los inicios de mi carrera supe que la ecología conductual era el área de mi mayor interés, trabajando con el Dr. Mauricio Soto en la realización de mi tesis. Luego, en el año 2012, me trasladé a Santiago a trabajar con el Dr. Rodrigo Vásquez e ingresé al programa de Magister bajo su tutela el año 2013.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis amigos Roger Sepúlveda, Loreto Correa, Laura Pérez, Pamela Espíndola y compañeros del laboratorio por su amistad y apoyo incondicional durante trabajos de campo y experimentos realizados. A Rodrigo Vásquez por apoyar mis ideas, enseñarme y guiarme siempre con respeto y cordialidad. Al Dr. Javier Simonetti y Dr. Claudio Veloso por sus observaciones y contribuciones en esta tesis.

A mi hermano Jorge por su amistad, comprensión y apoyo durante este proceso y por su ayuda en terreno. A mi marido Spartaco, por su amor, paciencia, apoyo incondicional en todos mis intereses y por ayudar en la confección de las madrigueras de los *Phyllotis*. A mi mamita por estar siempre en mi corazón y darme fuerza cuando la he necesitado. A mi papito por su amor, interés en mis conversaciones biológicas y apoyo durante todos estos años y a toda mi maravillosa familia, mi Tía Paula, Helmut, primos, suegros, cuñados y sobrinos por aportar piezas irremplazables al puzzle que le da sentido a esta vida.

Este trabajo fue financiado por los proyectos ICM-P05-002, PFB-23-CONICYT, y FONDECYT 1140548 otorgado al Dr. Rodrigo Vásquez.

## INDICE DE MATERIAS

LISTA DE TABLAS .....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	viii
SUMMARY .....	x
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVO GENERAL.....	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
HIPÓTESIS .....	9
PREDICCIONES ESPECÍFICAS.....	10
MATERIALES Y METODOS .....	11
Sitio de estudio y captura .....	11
Experimento exploración de ambiente nuevo .....	14
Experimento exploración de objeto nuevo .....	16
Análisis estadísticos .....	19
RESULTADOS .....	22
Capturas.....	22
Experimento de exploración de ambiente nuevo .....	23
Experimento exploración de objeto nuevo .....	27
DISCUSIÓN.....	31
ANEXOS .....	46
1) Certificado Comité de Ética Universidad de Chile .....	47

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.-</b> Efecto del Sexo y Sitio sobre las variables utilizadas para caracterizar la exploración espacial de individuos de <i>Octodon degus</i> y <i>Phyllotis darwini</i> .	24
<b>Tabla 2.-</b> Correlaciones de Spearman ( $R_s$ ) entre el día de captura (atrapabilidad) y variables utilizadas para caracterizar la conducta de exploración espacial en <i>Octodon degus</i> y <i>Phyllotis darwini</i> .	25
<b>Tabla 3.-</b> Efecto del Sexo y Sitio sobre las variables utilizadas para caracterizar la conducta de exploración de objetos nuevos en <i>Octodon degus</i> y <i>Phyllotis darwini</i> .	28
<b>Tabla 4.-</b> Correlaciones de Spearman ( $R_s$ ) entre el día de captura (atrapabilidad) y variables utilizadas para caracterizar la exploración de objeto nuevo en <i>Octodon degus</i> y <i>Phyllotis darwini</i> . En rojo se muestran las correlaciones significativas.	30

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.-** Arena experimental y sectores. Sectores considerados para los análisis conductuales de la Exploración de objetos nuevos. 1) Sector más alejado de objeto nuevo y desde dónde se ubican los individuos al inicio del experimento 2) Sector correspondiente a la mitad más cercana al objeto nuevo 3) Sector que considera cercanías inferiores a 3 cm del objeto nuevo. 18
- Figura 2.-** Capturas realizadas en Rinconada de Maipú durante el mes de Diciembre de 2013 por un total de 10 días. Se muestra la cantidad de individuos capturados cada día para a) *Octodon degus* (N= 43) y b) *Phyllotis darwini* (N = 66). 22
- Figura 3.-** Relación entre exploración espacial y atrapabilidad. Se muestra la relación entre el día de captura con: latencia de asomo, latencia de salida y tiempo total de exploración en individuos de *Octodon degus* (a,b,c) y *Phyllotis darwini* (d,e,f). 26
- Figura 4.-** Relación entre exploración de objeto nuevo y atrapabilidad. Se muestra la relación entre el día de captura con: latencia a traspasar la mitad de la jaula, latencia a un acercamiento igual o inferior 3 cm y tiempo total en una cercanía igual o inferior a 3 cm del objeto nuevo, para las dos especies utilizadas en este estudio: *Octodon degus* (a,b,c) y *Phyllotis darwini* (d,e,f). 30



## RESUMEN

El reconocimiento del entorno y los objetos que lo componen es un proceso común en varias especies, que comienza a desarrollarse desde el primer día de vida cuando todo lo que los rodea es absolutamente nuevo. Los comportamientos asociados a la obtención de información del medio ambiente se han agrupado bajo el término Conducta Exploratoria o exploración espacial, mientras que la asociada a la exploración de objetos nuevos se le ha llamado "Reacción a objetos nuevos" o "Neofobia". Se ha visto que ambas conductas varían tanto intra como interespecíficamente, dado que los costos y beneficios de ambas conductas varían dependiendo de las especies y/o del contexto ecológico. A pesar de ser escasamente evaluada, en numerosas ocasiones se ha propuesto que la atrapabilidad (i.e., facilidad de captura) podría estar relacionada con la conducta, particularmente con las tendencias exploratorias de los individuos. Si existe una relación entre ellas, es de esperar que tendencias exploratorias bajas (i.e., con menor exploración de ambientes desconocidos y un mayor grado de neofobia frente a objetos nuevos) se asocien a una menor atrapabilidad en el campo. Es decir, que la dificultad de captura sea mayor en individuos con tendencias exploratorias inferiores. El objetivo de esta tesis fue cuantificar experimentalmente ambas conductas y relacionarlas con la atrapabilidad, utilizando como modelo a dos especies de roedores endémicos de Chile, *Phyllotis darwini* y *Octodon degus*, ambas con conductas y hábitos

marcadamente distintos. Se realizaron experimentos de exploración de ambiente nuevo y de exploración de objetos nuevos dentro de un ambiente familiar. Se relacionaron las variables que caracterizaron la variabilidad de ambas especies con el día de captura, como medida de la atrapabilidad. No se encontraron correlaciones significativas entre la exploración de ambientes y la atrapabilidad en *O. degus* ni en *P. darwini*. Por otro lado al evaluar la relación entre neofobia y atrapabilidad, en *O. degus*, se encontró una correlación positiva donde individuos capturados en los primeros días de captura en terreno presentarían menores grados de neofobia respecto a los capturados los últimos días. En cambio, en *P. darwini* no se encontraron correlaciones significativas. Los resultados sugieren que existen diferencias conductuales asociadas a la atrapabilidad, específicamente a la conducta de exploración de objetos y que al parecer, la relación entre neofobia y atrapabilidad no está resuelta como un patrón general y podría variar interespecíficamente, lo que implica que es posible que se estén generando sesgos conductuales en las muestras obtenidas para caracterizar una población. Adicionalmente, es posible que la conducta de exploración de objetos y de ambientes no se asocien dentro de una tendencia de exploración generalizada.

## SUMMARY

The recognition of the environment and the objects in it, is a common process in several species, being launched from the first day of life when everything around them is absolutely new. Behaviors associated with gathering environmental information are grouped under the expression of "Exploratory behavior", while behaviors associated with the exploration of new objects been called "New Object Reaction" or "Neophobia" and it has seen that both vary both within and between species, explaining it in relation to the costs and benefits which vary depending on species and ecological context. Despite being poorly evaluated, on numerous occasions it has been proposed that trappability could be related to behavior, particularly to exploratory tendencies of individuals. If there is a relationship between them, it is expected that lower exploratory trends (lower exploration of unknown environments and greater neophobia towards new objects) are associated with a lower trappability in the field, that is, the difficulty is greater in capturing individuals with lower exploratory trends. The goal of this thesis was experimentally quantify both behaviors and relate it to the easiness of capture (trappability), using as models two rodent species, *Phyllotis darwini* and *Octodon degus*, both endemic to Chile, with markedly different behaviors and habits. To quantify exploratory behavior we performed New Environment Test and New Object Test to assess neophobia, both under controlled laboratory conditions.

Then we studied if the response variables that characterize them were related to the day of capture as a measure of trappability. In assessing the relationship of exploratory behavior and trappability, no significant correlations were found in *O. degus* or *P. darwini*. In addition we found a positive correlation between neophobia and trappability in *O. degus*, where individuals captured in earlier days presented lower levels of neophobia. However in *P. darwini* no significant correlations were found. The results suggest that there are behavioral differences associated with trappability, specifically with the behavior associated to object exploration and apparently the relationship between neophobia and trappability is not resolved as a general pattern and may vary interspecifically, which implies that it is possible that they are generating behavioral biases in the samples collected to characterize populations. Additionally, it is possible that behaviors associated to object exploration and environments are not associated within a generalized trend of exploration within individuals.

## INTRODUCCION

El reconocimiento del entorno y los objetos que lo componen es un proceso común en especies silvestres, que se va desarrollando desde el primer día de vida cuando todo lo que los rodea es absolutamente nuevo.

El comportamiento asociado a la investigación del medio ambiente se ha llamado Conducta Exploratoria o exploración espacial (Winkler y Leisler 1999, Mettke-Hofmann et al. 2009, van Dongen et al. 2010). A través de ella, los animales obtienen información de las características topográficas, distribución y abundancia de recursos o rutas de escape entre otros, que pudiese ser utilizada a futuro (Barnett 1958, Mettke-Hofmann et al. 2002). Se ha propuesto que esta conducta no es desarrollada por los individuos con una finalidad de satisfacer necesidades inmediatas (Mettke-Hofmann et al. 2002) y se ha hecho la distinción entre exploración intrínseca la cual consiste en coleccionar información y exploración extrínseca que ocurre como parte del desarrollo de otras actividades con objetivos específicos (Renner et al. 1992). La primera es el objetivo de estudio de esta tesis. Para explicar la variabilidad en esta conducta, se han investigado los costos y beneficios que involucra, citándose mayoritariamente beneficios de una exploración espacial superior asociados al encuentro de mayor cantidad y calidad de recursos y sitios de alimentación (Mettke-Hofmann et al. 2002, Dingemanse y Reale

2005, Herborn et al. 2010) y costos como un mayor riesgo de depredación debido a una mayor exposición a depredadores y disminución en la vigilancia (Lima y Dill 1990, Jones y Godin 2010). Con ello y considerando que este comportamiento es heredable (Dingemanse et al. 2002), se ha propuesto que la exploración espacial está sujeta a selección natural (Dingemanse y Reale 2005). En este sentido, individuos más y menos exploradores dentro de una misma población se verían expuestos a distintos escenarios que pudiesen favorecer o restringir los distintos fenotipos (Vásquez et al. 2006, Guillette et al. 2009) los cuales podrían ser determinantes en la supervivencia y reproducción de los individuos (Dingemanse y Reale 2005). Por ejemplo, individuos poco exploradores podrían presentar una mayor supervivencia al exponerse a un menor riesgo de depredación, mientras que individuos más exploradores se expondrían con mayor frecuencia a depredadores. Sin embargo, esto últimos podrían ser más eficientes huyendo de ellos, al tener un mayor conocimiento de las rutas de escape y/o de la ubicación de refugios (Bergeron et al. 2013).

Adicionalmente, se ha visto que la exploración espacial está influenciada por factores como el sexo (Korpela 2011), la edad (Winkler y Leisler 1999) o el estado fisiológico y/o por el contexto (Decker y Griffen 2012). Sin embargo, tanto para la conducta de exploración como la de exploración de objetos, se ha propuesto que la plasticidad fenotípica a nivel individual estaría restringida por factores genéticos y que los individuos exhiben un rango para esas conductas que es consistente en el tiempo, es decir, individuos más exploradores en un contexto o momento determinado (e.g.

Estado juvenil) tenderían a ser más exploradores que el resto de los individuos en situaciones posteriores (e.g. Estado adulto) (Sih et al. 2004, Reale 2007).

A la conducta asociada a la exploración de objetos nuevos se le ha llamado “Reacción de objetos nuevos” o “Neofobia” (Chitty y Kempson 1949, Cowan 1977, Biro y Dingemanse 2009). Debido a las diferencias observadas en el uso de terminologías y conceptos para esta conducta (Cowan 1977, Reale et al. 2007), acá se hará referencia a esta conducta como “Exploración de objetos nuevos” y se utilizará el término neofobia para definir la variación en la respuesta sólo frente a objetos nuevos (i.e., no a ambiente nuevo). Para el estudio de la exploración de objetos, se diferencian las respuestas neofóbicas o neofílicas en base a la observación experimental de aproximación o evitación, respectivamente, ante un objeto desconocido en un ambiente conocido (Barnett 1958, Greenberg 1990). Cuando el tiempo de latencia de acercamiento al objeto nuevo es prolongado, se interpreta como una expresión de neofobia alta (Wallace 1988) el que debiese disminuir con la habituación al objeto (Chapillon y Rouillet 1997), como se ha visto en estudios sobre familiaridad (Villavicencio et al. 2009). Al igual que la conducta de exploración de ambientes, la conducta de exploración de objetos nuevos es heredable (Johnson et al. 2015) e individuos más exploradores de objetos podrían obtener beneficios relacionados con la información obtenida, por ejemplo, al descubrir nuevos recursos alimenticios (Greenberg y Mettke-Hofmann 2001, Herborn et al. 2010), pero costos relacionados con la probabilidad de envenenamiento (Brunton et al. 1993, Mettke-Hofmann et al.

2006), disminución de la vigilancia hacia depredadores al examinar los objetos (Lima y Dill 1990), además del tiempo y energía utilizados durante la exploración (Greenberg y Mettke-Hofmann 2001). El balance costos-beneficios de esta conducta, varía en función del valor de la información que puede ser obtenida, asociada a la ecología de las especies (Mettke-Hofmann et al. 2005). En este contexto, los beneficios de coleccionar información serían menores en especies migratorias o que vivan en hábitats más simples que especies residentes o de hábitats complejos (Mettke-Hofmann et al. 2002) o que al explorar se expongan a menores riesgos potenciales, como se ha visto con individuos mantenidos sin peligro en cautiverio, los cuales presentan menores grados de neofobia que individuos de vida libre (Cowan 1977, Greenberg y Mettke-Hofmann 2001).

Hace más de 60 años Chitty y Kempson (1949) al observar la reacción de *Rattus norvegicus* frente a objetos nuevos, propusieron que existiría un efecto de la neofobia en la resistencia inicial al ingreso a las trampas. Además, otros autores han sugerido que podría existir un efecto de las diferencias conductuales (intra e interespecíficas) en la facilidad de captura o atrapabilidad de distintas especies (Temme y Jackson 1979, Simonetti 1986, Agüero 1989, Ylonen et al. 2003, Biro y Dingemans 2009, Butler 2012, Carter y Feeney 2012). En peces se ha propuesto que individuos más audaces ("Boldness" i.e. con mayor disposición a tomar riesgos) tendrían una mayor probabilidad de ser capturados que individuos más tímidos dentro de una misma población (Wilson 1998). Resultados similares se encontraron para lagartos (Carter et



al. 2012) y aves (Garamszegi et al. 2009) y se han visto casos donde incluso al comparar métodos de captura distintos, se han obtenido diferencias en las medias de variables atribuidas el grado de la audacia y conducta exploratoria de los individuos capturados (Wilson 1998, Wilson et al. 2011). De dichos estudios, se desprende que sería más probable la captura o detección de individuos más exploradores de ambientes y menos neofóbicos frente a objetos nuevos (Chitty y Kempson 1949, Barnett 1958, Wilson 1998, Biro y Dingemanse 2009, Garamszegi et al. 2009, Butler 2012, Carter et al. 2012, Montiglio et al. 2012).

Los pequeños mamíferos son modelos de estudio muy utilizados en diversas áreas de las ciencias, sin embargo, la relación que existe entre la conducta y la atrapabilidad ha sido escasamente estudiada. En Chile se cuenta con 106 especies nativas de mamíferos terrestres de los cuales 65 son roedores, representando el orden de mayor riqueza en el país (Mella et al. 2002). Además, hay 17 especies endémicas de mamíferos, de las cuales 16 son pequeños mamíferos, la mayoría de ellos habitantes de la zona central de Chile (Mella et al. 2002, Iriarte 2008). Estas especies de micromamíferos incluyen marsupiales, roedores y lagomorfos, los cuales sirven de presas a aves rapaces, mamíferos carnívoros y algunos reptiles (Simonetti y Otaíza 1982). Sus hábitos alimenticios son diversos, incluyendo dietas granívoras, herbívoras e insectívoras con distintos grados de especialización (Meserve et al. 1988, Iriarte 2008) y de hábitos nocturnos, diurnos y crepusculares (Iriarte et al. 1989).

El objetivo de esta tesis es evaluar cómo la exploración espacial y la exploración de objetos nuevos se relacionan con la probabilidad de capturas de pequeños mamíferos. Para estimar si existe un patrón general, se trabajó con dos modelos de estudio, 1) *Phyllotis darwini*, un roedor de la familia Cricetidae, con una amplia distribución en la zona norte y sur de Chile, es granívoro-herbívoro, de vida solitaria y nocturno (Vásquez 1994) y 2) *Octodon degus*, roedor de la familia Octodontidae, con una distribución que se extiende desde la zona centro-sur de Chile hacia el norte. Este roedor es herbívoro, social y de hábitos diurnos (Kenagy et al. 2002a, 2002b, Bacigalupe et al. 2003, Kenagy et al. 2004). Ambos roedores son endémicos de Chile y se encuentran en simpatria en distintas localidades (Mella et al. 2002).

Para evaluar si existe una relación entre el grado de exploración de objetos nuevos y exploración espacial con la facilidad de captura (de aquí en adelante "atrapabilidad", que se ha definido como la propensión de los individuos a ser capturados) de *O. degus* y *P. darwini*, se realizó una captura de individuos de ambas especies en un sitio ubicado en la zona central de Chile, considerando la latencia de captura (día) como grado de atrapabilidad (Garamszegi et al. 2009, Carter et al. 2012, Biro 2013), luego se midió experimentalmente la exploración espacial y exploración de objetos nuevos. Si existía una relación entre el grado de exploración de objetos nuevos y/o exploración espacial de los individuos con la atrapabilidad se esperaba que, para ambas especies, individuos que presentaran respuestas de un menor grado de neofobia deberían ser capturados con mayor facilidad (i.e. en menor tiempo) que individuos que presenten mayores

grados de neofobia. De la misma forma, si existía una relación entre la exploración espacial y la atrapabilidad en *O. degus* y *P. darwini*, individuos que exhiban rasgos de una conducta de exploración mayor, debían ser capturados antes que individuos con exploración espacial inferior.

## OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de esta tesis fue estudiar como la conducta de pequeños mamíferos se relaciona con la atrapabilidad de individuos en el campo, utilizando como modelos de estudio a individuos de la especie *Phyllotis darwini* y *Octodon degus*, evaluando particularmente la conducta de exploración de ambientes nuevo y objetos nuevos, las que han sido asociados previamente a la probabilidad de capturas en diversas especies.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Considerando el marco teórico y antecedentes previamente mencionados, los objetivos específicos de esta tesis son:

- 1) Determinar la atrapabilidad de los individuos de *O. degus* y *P. darwini* en el campo.
- 2) Caracterizar la exploración espacial de *O. degus* y *P. darwini* mediante un experimento de ambiente nuevo.
- 3) Evaluar si existe una relación entre la exploración espacial con la atrapabilidad (a nivel individual, dentro de cada especie) en el campo.

- 4) Caracterizar la conducta de exploración de objetos nuevos y respuestas neofóbicas de *O. degus* y *P. darwini*.
- 5) Evaluar si existe una relación entre la conducta de exploración de objetos con la atrapabilidad de ambas especies.

### HIPÓTESIS

Considerando los antecedentes previamente mencionados, se postula que:

- 1) Si existe variabilidad en la exploración espacial de *O. degus* y *P. darwini*, se espera que, al igual que lo observado en otras especies, individuos caracterizados experimentalmente como más exploradores ingresen a las trampas antes que individuos que presenten una exploración espacial menor.
- 2) Si existe variabilidad en la conducta de exploración de objetos de *O. degus* y *P. darwini* donde individuos más neofóbicos requieren de un mayor tiempo de habituación frente a objetos desconocidos para su exploración, se espera que, al ser una trampa un objeto desconocido, individuos más neofóbicos demoren más tiempo en acercarse y que ello se vea reflejado en ser capturados posteriormente que individuos menos neofóbicos.

## PREDICCIONES ESPECÍFICAS

En relación a los antecedentes expuestos, las predicciones de esta tesis son:

a) Relación entre exploración espacial y atrapabilidad:

Tanto para la especie *O. degus* como *P. darwini*, se espera una correlación positiva entre exploración espacial y día de captura, donde cada variable se correlacionaría de la siguiente forma: individuos capturados antes presentarían menores latencias de asomo y latencias de salida desde la zona conocida (madriguera) hacia el ambiente nuevo (correlación directa) y tiempo total de exploración superior (correlación inversa).

b) Relación entre conducta de exploración de ambientes y atrapabilidad

Se espera que exista una correlación positiva entre el día de captura y el grado de neofobia de individuos de *O. degus* y *P. darwini*, expresada para cada una de las variables que miden distintos grados de acercamientos al objeto nuevo. De esta forma se espera que individuos capturados antes presenten menores latencias de acercamientos al objeto nuevo.

## MATERIALES Y METODOS

### *Sitio de estudio y captura*

En esta tesis se estudió el comportamiento de dos especies de roedores, *P. darwini* y *O. degus*. *Phyllotis darwini* (Waterhouse, 1837) pertenece a la familia Muridae, y presenta un amplio rango de distribución desde áreas cercanas a la ciudad de Concepción 36°47'39.18"S, región del Biobío hasta la región de Antofagasta 23°38'60.00"S (Patterson y D'Elia 2008). Es un roedor herbívoro-granívoro, nocturno, su período reproductivo ocurre en verano y vive en forma solitaria o formando pequeños grupos (Bozinovic et al. 1988, Ebensperger y Simonetti 1996, Iriarte 2008). *Octodon degus* (Molina, 1782) de la familia Octodontidae, se distribuye entre Curicó 34°59'9.42"S, región del Maule y Vallenar 28°34'33.33"S, región de Atacama (Lessa et al. 2008). Es un roedor semifosorial, herbívoro, social, con patrón de actividad diurno y su periodo reproductivo se concentra entre otoño y primavera (Fulk 1976, Simonetti y Montenegro 1981, Vásquez et al. 2002, Iriarte 2008).

Las capturas se realizaron en Rinconada de Maipú (33° 29'S, 70° 53' O), ubicada en la Región Metropolitana de Chile. Esta localidad se caracteriza por presentar un clima mediterráneo, con invierno frío y húmedo y veranos secos y cálidos, donde la media de precipitación anual es de 239 mm y una temperatura promedio de 8,9°C

(Ebensperger et al. 2011). El sitio presenta zonas secas de baja cobertura vegetal y zonas con pequeños arbustos (*Senecio* sp.) y hierbas (*Erodium* sp., *Hordeum* sp.) (Vásquez et al. 2002).

Las capturas se llevaron a cabo durante el mes de Diciembre de 2013. Se eligió esta fecha tomando en consideración el periodo reproductivo de las especies, las cuales tienen sus crías a finales de invierno y comienzos de primavera, con lo cual se espera aumentar la probabilidad de captura (véase Simonetti y Otaíza 1982). Luego de la inspección del área, se dispusieron trampas Sherman de rejilla cebadas con una mezcla de avena, plátano y atún (Pantoja 2011) en dos zonas separadas entre sí por más de un kilómetro. Para maximizar las capturas, se dispusieron 150 trampas formando un total de 7 líneas con trampas separadas aproximadamente 3 metros entre sí y 120 trampas cubriendo áreas alrededor de zonas arbustivas. Debido a que es de nuestro interés evaluar el día de captura como medida de atrapabilidad, en ambos sitios la ubicación de cada trampa fue fija durante 10 días. Las trampas eran revisadas a las 7:00 am y 12:00 horas, donde se cerraban para luego ser abiertas y cebadas nuevamente a las 16:00 horas. Se siguió este procedimiento en concordancia con los patrones de actividad y para evitar la muerte de individuos por calor excesivo. Las capturas fueron autorizadas por el Servicio Agrícola y Ganadero de Chile y toda la metodología aprobada por el Comité de ética de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile (documento adjunto al final de la tesis).



Una vez capturados, los individuos fueron marcados y se registró el día y sitio de captura, sexo y peso para evaluar posibles efectos de cada uno de estos factores sobre nuestras variables de interés. Luego los animales fueron transportados al laboratorio donde individuos de *P. darwini* se mantuvieron en jaulas individuales con una madriguera artificial plástica mientras que individuos de *O. degus*, debido a su naturaleza social, se agruparon de a dos o tres del mismo sexo y día de captura. En cada caso, se mantuvieron fotoperiodo de 12:12, temperatura media cercana a los 20°C y aprovisionamiento de agua y comida *ad libitum* durante tres semanas para permitir la habituación a condiciones de laboratorio y manejo de los individuos previo a la realización de los experimentos.

#### *Atrapabilidad*



La atrapabilidad corresponde a la propensión de los individuos de ser capturados (Montiglio et al. 2012). Las aproximaciones para cuantificarla incluyen aspectos como el tiempo requerido para ser capturado (latencia de captura) (Garamszegi et al. 2009, Carter et al. 2012) relación entre individuos capturados y no capturados (Garamszegi et al. 2009), y probabilidad de captura asociado a la distancia de la trampa a la madriguera o centro del ámbito de hogar de los individuos (Montiglio et al. 2012). En los dos últimos casos se requiere de un diseño que incorpore más de una captura por

individuo o bien, un conocimiento de los individuos presentes en la población. El objetivo de esta tesis fue cuantificar la atrapabilidad asumiendo que los individuos no se encontraban familiarizados con las trampas, de manera que se trabajó sólo con la latencia de captura (día de captura) para cuantificarla.

#### *Experimento exploración de ambiente nuevo*

Para evaluar la exploración espacial, se realizó un experimento de ambiente nuevo. Para ello se utilizó de una arena experimental de 1,5 m<sup>2</sup> con una altura de 0,8 m<sup>2</sup> con sustrato arenoso (Butler 2012). En el caso de ambas especies, se trasladó la madriguera con el animal en su interior, ubicándola en extremo derecho de la arena. El inicio del experimento se marcó al momento de la apertura de la compuerta de la madriguera y cuando no quedase nadie dentro de la sala de experimentación. Desde ese momento, se registró en video los movimientos y conducta durante 30 minutos. En concordancia con los patrones de actividad de cada una de las especies, con *O. degus* los experimentos se iniciaron a las 9:00 h. y con *P. darwini* a las 22:00 h. (véase Vásquez 1994, 1996, Vásquez et al. 2006). El experimento fue realizado en solitario para los individuos de *P. darwini*, mientras que debido a su naturaleza social, individuos de *O. degus* fueron introducidos a la arena experimental de a dos o tres individuos (igual composición de sus jaulas de mantención (véase Villavicencio et al. 2009); condiciones

en las que se ha visto que las conductas observadas en los experimentos serían representativas de las observadas en condiciones naturales (Butler 2012)

Una vez realizados los experimentos, se analizaron los movimientos y conductas grabadas en video utilizando el software Jwatcher 1.0 (Blumstein et al. 2010). Para cuantificar la variabilidad en la exploración espacial se consideraron 3 variables: 1) la latencia al primer asomo de la madriguera, 2) latencia de salida de la madriguera y 3) tiempo total de exploración (tiempo total de cada individuo fuera de la madriguera) (Wallace 1988, Wilson y Godin 2009, Wilson et al. 2011, Butler 2012). Se consideró como tiempo 0 (cero), la latencia de asomo (1) donde se consideró un máximo de 30 minutos para cada especie, a partir de la cual se cuantificaron las otras variables. De esta forma, para estandarizar la duración de la medida del tiempo total de exploración (3) se analizaron en *O. degus* 14 minutos (840 s) desde el primer asomo y para *P. darwini* 11 minutos (660 s). Una menor latencia de primer asomo y latencia de salida de la madriguera serían características de exploradores más rápidos, al igual que un mayor tiempo explorando la arena (Butler 2012). Adicionalmente, individuos que no se asomaron de la madriguera durante todo el experimento (*O. degus* N=2; *P. darwini* N=2), o que no salieron de la madriguera (*O. degus* N=5; *P. darwini* N=4), se les asignó una latencia del tiempo total de medición (840 y 660 s, respectivamente), para ser considerados en los análisis. Se excluyeron de los análisis de tiempo total de exploración a un individuo de *O. degus* y uno de *P. darwini* que presentaron una latencia de asomo muy superiores a las del resto, de manera que no se pudo cumplir

con la estandarización de tiempo de mediciones de la conducta (14 y 11 minutos respectivamente).

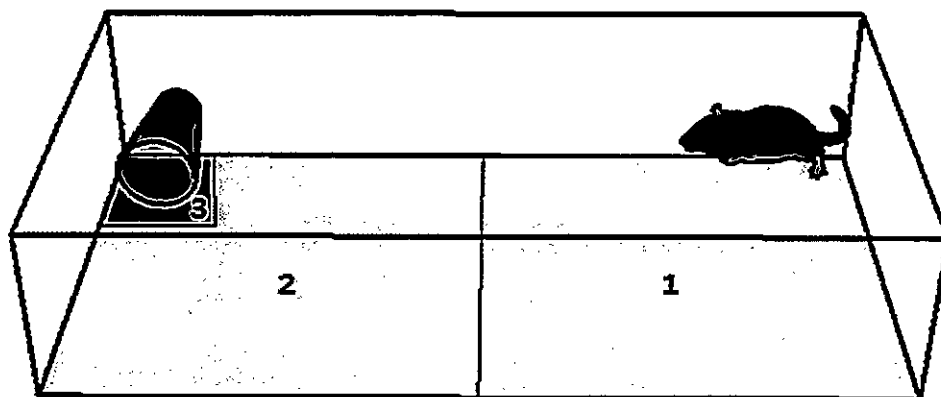
#### *Experimento exploración de objeto nuevo*

El experimento de exploración de objeto nuevo, se basó en caracterizar respuestas neofóbicas frente a un objeto nuevo situado en un ambiente familiar (Wallace y Barnett 1990). El ambiente conocido idealmente debiese corresponder a la jaula de mantención (Reale et al. 2007), sin embargo, en el caso de *P. darwini*, debido a la falta de un número adecuado de jaulas de las mismas características para cada individuo, 24 horas antes (para permitir la habituación) del experimento (Ensminger y Westneat 2012), los animales fueron trasladados desde su jaula de mantención a la caja utilizada en experimento, incluyendo su madriguera. Las jaulas fueron las mismas para todos los individuos de la misma especie, las utilizadas con individuos de *P. darwini* eran rectangulares de 51 x 35 cm y las utilizadas con *O. degus* de 52 x 40 cm. Por las mismas razones explicadas en el experimento de exploración de ambiente nuevo, los experimentos fueron realizados considerando sus patrones de actividad y grado de sociabilidad, de manera que los experimentos realizados con *P. darwini* se realizaron en solitario y a partir de las 22:00 h y en *O. degus*, en grupos de dos o tres individuos a partir de las 9:00 h (Vásquez 1994, 1996, Vásquez et al. 2006, Butler 2012).

En ambos casos, previo al experimento, se les retiró la madriguera y el agua y se situó la jaula de mantención bajo una cámara de video. Luego de 5 minutos en esas condiciones, en el extremo izquierdo más alejado del roedor se situó el objeto nuevo (un vaso plástico azul) y se registraron en video las conductas durante 10 minutos (600 s). Debido a que hay una gran variedad de tipos de objetos utilizados para estas pruebas, el objeto nuevo utilizado fue elegido (vaso plástico azul) de manera aleatoria considerando que no existen objetos similares (ni de color, forma o material) presentes en su medio natural (Ensminger y Westneat 2012). *Octodon degus* es capaz de diferenciar entre colores (Jacobs et al. 2003), sin embargo se desconoce si *P. darwini* posee esta característica y es esperable que no la presente como se ha visto con otras especies de roedores múridos (Moyes y Schulte 2007). De esta forma, el color del objeto nuevo fue elegido al azar y se espera que si *P. darwini* no es capaz de diferenciar entre colores la validez del objeto nuevo utilizado se mantenga debido a que se asume que las características del material y forma elegidos podrían ser detectadas (independiente del color) por individuos de esta especie.

Una vez terminados los experimentos, se registraron los movimientos y conductas grabadas en video utilizando el software Jwatcher 1.0 (Blumstein et al. 2010). Debido a que el tipo de variables utilizadas para los análisis de estas conductas se relacionan con la cercanía al objeto nuevo (Greenberg 1983, Biondi et al. 2010), para cuantificarla se consideraron 3 sectores dentro de la caja de mantención 1) sector más alejado del objeto, que además corresponde al sector de inicio de todos los individuos 2) mitad de

la jaula más cercana al objeto y 3) área de 3 cm alrededor del objeto nuevo. La elección de los tres sectores a partir de los que se consideró la cercanía, se realizó en una primera etapa de visualización de los videos, donde se observó que la variabilidad en la conducta exhibida por ambas especies se encontraban en acercamientos marcados principalmente por esas divisiones (Figura 1).



**Figura 1.- Arena experimental y sectores.** Sectores considerados para los análisis conductuales de la Exploración de objetos nuevos. 1) Sector más alejado de objeto nuevo y desde dónde se ubican los individuos al inicio del experimento 2) Sector correspondiente a la mitad más cercana al objeto nuevo 3) Sector que considera cercanías inferiores a 3 cm del objeto nuevo.

Para caracterizar las respuestas neofóbicas, se utilizaron 3 variables; a) las latencias a traspasar la mitad de la jaula, b) latencia a un acercamiento a menos de 3 cm (latencia a 3 cm) y tiempo total a menos de 3 cm del objeto nuevo (tiempo total en 3). Si durante todo el experimento no hubo acercamiento al sector 2 o 3, se registró una latencia de 600 s, que corresponde al tiempo total del experimento. Adicionalmente dos individuos

de *O. degus* cambiaron de posición el objeto nuevo durante el experimento, por lo cual para ellos sólo se consideraron las latencias (a traspasar la mitad de la jaula y a 3 cm del objeto nuevo) y no el tiempo total cerca del objeto nuevo (tiempo total en 3). Adicionalmente se evaluó si, durante el experimento, el tiempo que pasaban los individuos de cada especie en los distintos sectores establecidos dentro de la jaula (i.e., ubicación espacial en el tiempo), diferían de lo esperado por azar.

Una vez obtenidos los resultados de ambos experimentos, para evaluar si existe una relación entre las conductas observadas en laboratorio asociadas a la exploración de ambiente nuevo y objeto nuevo con la atrapabilidad de los individuos, se utilizó la información de los días de captura desde el establecimiento de las trampas en los sitios de captura.

#### *Análisis estadísticos*

Luego de obtener los datos de ambos experimentos, se evaluó la normalidad y homocedasticidad de las variables. Las mediciones de las variables conductuales de ambos experimentos eran homocedásticos pero no se ajustaron a una distribución normal. Como el ANDEVA es altamente robusto a desviaciones de la normalidad cuando los datos son homocedásticos (Quinn y Keough 2002), fue utilizado en algunos casos. El resto de los análisis realizados fueron no paramétricos. Debido a que las

variables se desviaban de una distribución normal, se prefirió el uso de mediana y rango (sobre media y desviación estándar) para la caracterización de las variables (Quinn y Keough 2002).

Debido a que la variabilidad en la conducta observada puede ser afectada por factores como el sexo y peso corporal, se realizó un análisis de varianza para evaluar si existen diferencias en las variables de ambos experimentos que pudiesen ser atribuidas a estos factores. Primero se evaluó la existencia de diferencias en los pesos de ambos sexos, cuando no existían diferencias ( $P > 0.05$ ) se utilizó solamente el sexo como factor para poner a prueba las diferencias sobre cada variable conductual. Sólo *Phyllotis darwini* presentó diferencias significativas en los pesos de ambos sexos. En este caso se realizó un análisis de covarianza evaluando el efecto del peso sobre las variables conductuales, una vez incorporado el peso como covariable. Para evaluar si existe una relación entre el peso corporal, la conducta de exploración y la conducta de exploración de objetos nuevos, se realizó un test de correlación no paramétrica de Spearman para cada variable conductual con el peso corporal de cada individuo. Adicionalmente, debido a que el muestreo se realizó en dos sitios con técnicas de muestro distintas, se evaluó la existencia de diferencias en las variables conductuales entre sitios realizando un análisis de varianza.

Para evaluar si la ubicación espacial exhibida por *O. degus* y *P. darwini* durante el experimento de neofobia difería de lo esperado por azar, se calculó la media del tiempo total que los individuos de ambas especies utilizaron en los sectores 1, 2 y 3.



Estos valores fueron contrastados con los tiempos esperados, los cuales fueron calculados dividiendo el tiempo total del experimento de forma proporcional al área de cada sector. Para analizar si existían diferencias entre el tiempo observado en cada sector y el esperado, se realizó un test de Chi cuadrado.

Para evaluar la relación entre el día de captura y la exploración espacial, se realizó un test de correlación no paramétrica de Spearman, con cada una de las variables. El mismo procedimiento se utilizó para evaluar la relación entre el día de captura y la exploración de objeto nuevo.

## RESULTADOS

### Capturas

En total durante los 10 días de captura, se atraparon 42 individuos de *O. degus* de los cuales 17 fueron hembras y 25 machos, obteniendo el mayor número de individuos capturados los días 1, 3 y 6 (Figura 2a). Se capturaron 66 individuos de *P. darwini* que correspondieron a 24 hembras y 42 machos y el mayor número de individuos capturados ocurrió en los días 1 y 5 (Figura 2b).

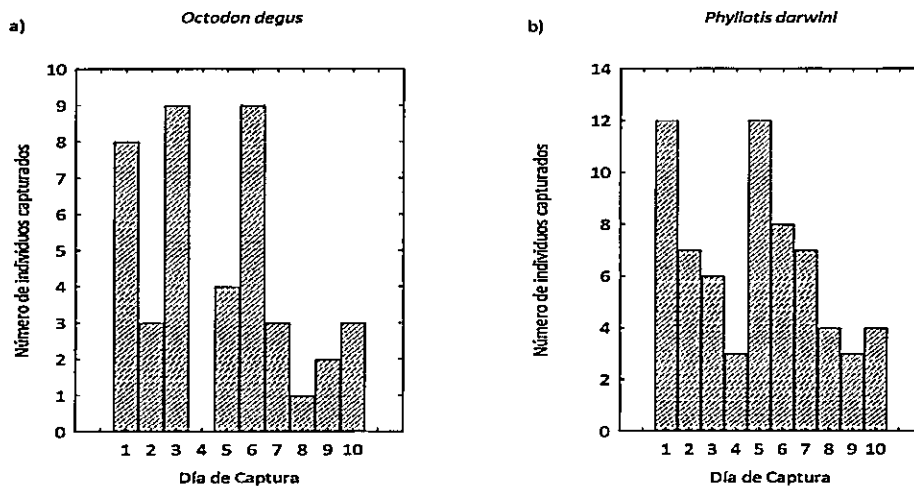


Figura 2.- Capturas realizadas en Rinconada de Maipú durante el mes de Diciembre de 2013 por un total de 10 días. Se muestra la cantidad de individuos capturados cada día para a) *Octodon degus* (N= 43) y b) *Phyllotis darwini* (N = 66).

### *Experimento de exploración de ambiente nuevo*

Previo a los análisis se evaluaron los posibles efectos del sexo y sitio de captura sobre la latencia de asomo, latencia de salida y tiempo total de exploración. En individuos de *O. degus* no se encontraron diferencias en los pesos de machos y hembras ( $F_{1,36} = 0,2024$ ;  $P = 0,656$ ), ni efectos del sitio de captura y sexo sobre las variables de interés ( $P > 0,05$ ; Tabla 1). En el caso de *P. darwini*, se encontraron diferencias en los pesos de los distintos sexos ( $F_{1,62} = 15,971$ ;  $P < 0,001$ ). Sin embargo, al incorporar el peso como covariable, no se encontraron diferencias en las variables conductuales asociadas al sexo o sitio de captura ( $P > 0,05$ ; Tabla 1). Adicionalmente se encontró una correlación positiva entre la latencia de asomo y el peso corporal en *O. degus* ( $R_s = 0,37$   $P = 0,02$   $N = 38$ ). Sin embargo, no se encontraron otras correlaciones significativas para las demás variables conductuales en ambas especies (todas  $P > 0,05$ ).

En el experimento de exploración, individuos de *O. degus* exhibieron variación en la latencias de asomo (Mediana = 81 s, rango 1-1513 s,  $N = 42$ ), latencia de salida (Mediana = 56 s, rango 0-841 s,  $N = 41$ ) donde los valores máximos (840 s) pertenecen a individuos que no abandonaron la madriguera ( $N = 4$ ) y tiempo total de exploración (Mediana = 717 s, rango 0-827 s,  $N = 41$ ). Adicionalmente se evaluó la relación que existe entre las variables utilizadas para caracterizar la exploración espacial y el día de captura (Figura 3). Sin embargo, en individuos de *O. degus*, no se encontraron



correlaciones significativas entre día de captura con la latencia de asomo, latencia de salida o tiempo total de exploración (Tabla 2).

**Tabla 1.** Efecto del Sexo y Sitio sobre las variables utilizadas para caracterizar la exploración espacial de individuos de *Octodon degus* y *Phyllotis darwini*.

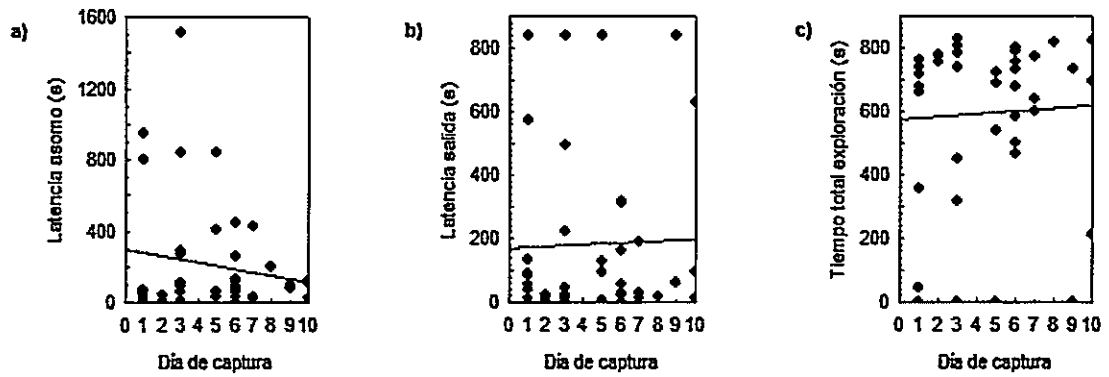
Especie	Covariable	Factor	Variable	g.l.	F	P
<i>Octodon degus</i>	-	Sexo	Peso	1,36	0,202	0,656
	-	Sexo	Latencia Asomo	1,40	2,574	0,116
	-	Sexo	Latencia Salida	1,39	0,008	0,928
	-	Sexo	Tiempo Total Exploración	1,39	0,080	0,779
	-	Sitio	Latencia Asomo	1,38	0,567	0,456
	-	Sitio	Latencia Salida	1,37	0,761	0,389
	-	Sitio	Tiempo Total Exploración	1,37	0,761	0,389
<i>Phyllotis darwini</i>	-	Sexo	Peso	1,62	15,971	<0,001
	Peso	Sexo	Latencia Asomo	1,61	1,792	0,186
	Peso	Sexo	Latencia Salida	1,61	0,109	0,742
	Peso	Sexo	Tiempo Total Exploración	1,60	0,776	0,382
	-	Sitio	Latencia Asomo	1,63	0,003	0,957
	-	Sitio	Latencia Salida	1,63	0,979	0,326
	-	Sitio	Tiempo Total Exploración	1,62	3,102	0,083

Los individuos de *P. darwini* también exhibieron variación en la latencia de asomo (Mediana = 98 s, rango 15-906 s, N = 66) y latencia de salida de la madriguera (Mediana = 19 s, rango 0-660 s, N = 66) donde el valor máximo (660 s) también corresponde a individuos (N=4) que no abandonaron la madriguera durante todo el experimento. También se observó variación en el tiempo total de exploración (Mediana = 584 s, rango 0-656 s, N = 65). Al evaluar la relación que existe entre la exploración espacial y el día de captura (Figura 3) en *Phyllotis darwini*, tampoco se encontraron correlaciones significativas entre día de captura con la latencia de asomo, latencia de salida o tiempo total de exploración (Tabla 2).

**Tabla 2.-** Correlaciones de Spearman ( $R_s$ ) entre el día de captura (atrapabilidad) y variables utilizadas para caracterizar la conducta de exploración espacial en *Octodon degus* y *Phyllotis darwini*.

Especie	Variable 1	Variable 2	$R_s$	P	N
<i>Octodon degus</i>	Día de captura	Latencia Asomo	0,12942	0,41	42
	Día de captura	Latencia Salida	0,00645	0,97	41
	Día de captura	Tiempo Total Exploración	0,07492	0,64	41
<i>Phyllotis darwini</i>	Día de captura	Latencia Asomo	0,07527	0,55	66
	Día de captura	Latencia Salida	0,01912	0,88	66
	Día de captura	Tiempo Total Exploración	0,07416	0,56	65

*Octodon degus*



*Phyllotis darwini*

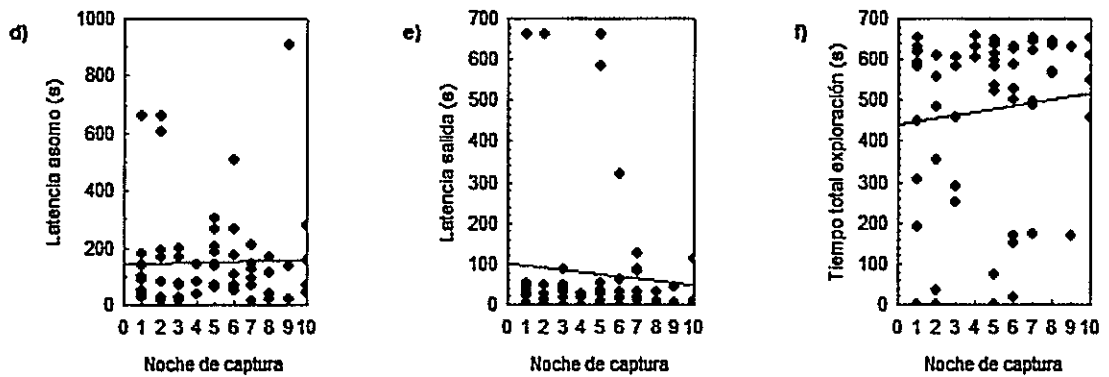


Figura 3.- Relación entre exploración espacial y atrapabilidad. Se muestra la relación entre el día de captura con: latencia de asomo, latencia de salida y tiempo total de exploración en individuos de *Octodon degus* (a,b,c) y *Phyllotis darwini* (d,e,f).

### *Experimento exploración de objeto nuevo*

Siguiendo el mismo procedimiento que el utilizado para el experimento de exploración de ambiente nuevo, como no se encontraron diferencias de peso entre sexos, se evaluaron los efectos del sexo y sitio sobre las variables conductuales en *O. degus*. No se encontraron diferencias en la latencia a traspasar la mitad de la jaula, latencia a 3 cm del objeto nuevo y tiempo total a menos de 3 cm, que pudiese ser atribuido a esos factores ( $P > 0,05$ ; Tabla 3). En el caso de *P. darwini*, donde ya se encontraron previamente diferencias en los pesos de ambos sexos, tampoco se encontraron diferencias entre sexos al incorporar el peso corporal como covariable ni diferencias en la conducta de los individuos de esta especie capturados en los distintos sitios ( $P > 0,05$ ; Tabla 3). Adicionalmente, no se encontraron correlaciones entre el peso y las variables conductuales de ambas especies ( $P > 0,05$ , para todas las variables).

Durante la observación preliminar de los videos conductuales, se constató que un gran número de individuos de ambas especies no se acercaron a menos de 3 cm del objeto nuevo durante el tiempo establecido para el experimento. A pesar de ello, se observó que presentaban variabilidad en acercamientos a distintas distancias desde donde observaban el objeto nuevo.

**Tabla 3.-** Efecto del Sexo y Sitio sobre las variables utilizadas para caracterizar la conducta de exploración de objetos nuevos en *Octodon degus* y *Phyllotis darwini*.

Especie	Covariable	Factor	Variable	g.l	F	P
<i>Octodon degus</i>	-	Sexo	Peso	1,37	0,162	0,690
	-	Sexo	Latencia a mitad jaula	1,39	1,412	0,242
	-	Sexo	Latencia a 3 cm	1,39	1,204	0,279
	-	Sexo	Tiempo total a 3 cm	1,37	0,092	0,763
	-	Sitio	Latencia a mitad jaula	1,39	0,005	0,944
	-	Sitio	Latencia a 3 cm	1,39	0,477	0,494
	-	Sitio	Tiempo total a 3 cm	1,37	1,140	0,293
<i>Phyllotis darwini</i>	-	Sexo	Peso	1,63	16,398	<0,001
	Peso	Sexo	Latencia a mitad jaula	1,62	0,582	0,448
	Peso	Sexo	Latencia a 3 cm	1,62	0,003	0,957
	Peso	Sexo	Tiempo total a 3 cm	1,62	0,004	0,950
	-	Sitio	Latencia a mitad jaula	1,64	1,030	0,314
	-	Sitio	Latencia a 3 cm	1,64	2,282	0,136
	-	Sitio	Tiempo total a 3 cm	1,64	0,000	0,987

En *O. degus* (N = 41) la latencia a traspasar la mitad de la jaula más cercana al objeto nuevo (sector 2) (Mediana = 363 s) fluctuó entre individuos que se movilizaron inmediatamente desde el ingreso del objeto nuevo (Latencia a traspasar la mitad de la jaula = 0 s; N = 1) e individuos que nunca se acercaron (Latencia a traspasar la mitad de la jaula = 600 s, N = 12). También presentaron variabilidad en la latencia a un acercamiento de 3 cm del objeto nuevo (Mediana = 600 s, Rango = 21-600 s, N = 41), y el tiempo total a 3 cm del objeto nuevo (Mediana = 0 s, Rango = 0-22 s, N = 41). Adicionalmente, se encontró que en promedio los individuos de esta especie pasaban una cantidad muy superior de tiempo en el sector 1 en relación a lo esperado por azar, y un menor tiempo en los sectores 2 y 3, que lo esperado ( $X^2_{(2)} = 416,7870$ ;  $P < 0.01$ ).



Al correlacionar el día de captura (atrapabilidad) con estas variables en *O. degus*, se encontró que individuos capturados antes presentaron menores latencias a traspasar la mitad de la jaula (Figura 4b; Tabla 4) y a menos de 3 cm del objeto nuevo (Figura 4c; Tabla 4) aunque no se encontró una correlación significativa entre el día de captura y el tiempo total a menos de 3 cm (Figura 4a; Tabla 4).

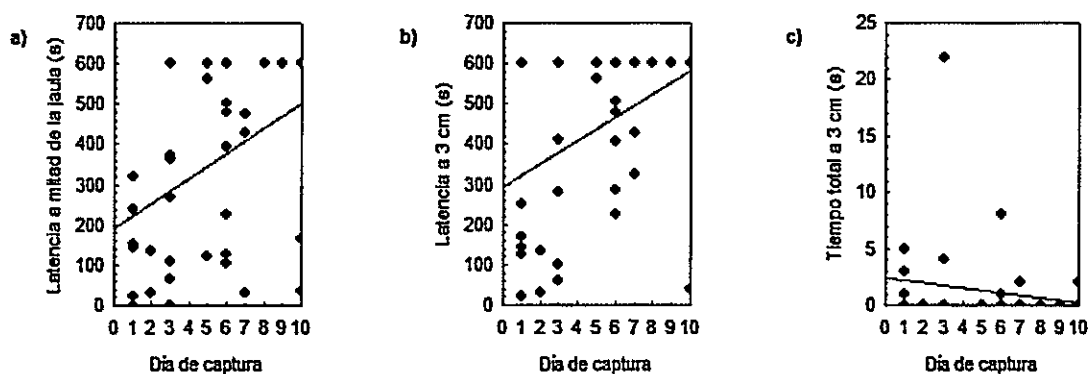
Al igual que lo observado en *O. degus*, *P. darwini* exhibió una conducta de acercamiento que varió en su distancia del objeto nuevo. Ello se observa en la variabilidad observada en la latencia a traspasar la mitad de la jaula (Mediana = 182 s, Rango = 0-600 s, N = 67), latencia a 3 cm del objeto nuevo (Mediana = 317 s, Rango = 8-600 s, N = 67) y tiempo total a menos de 3 cm (Mediana = 3 s, Rango = 0-285 s, N = 67). *P. darwini* pasó la mayor parte del tiempo en el sector 1, disminuyendo así el tiempo que estuvo en el sector 2 y 3 de la jaula, difiriendo significativamente de lo esperado por azar en relación a la ubicación espacial en el tiempo ( $X^2_{(2)} = 175,3454$ ;  $P < 0,01$ )

Para esta especie, no se encontraron correlaciones significativas entre la atrapabilidad y las variables conductuales de exploración de objetos nuevos. (Figura 4; Tabla 4).

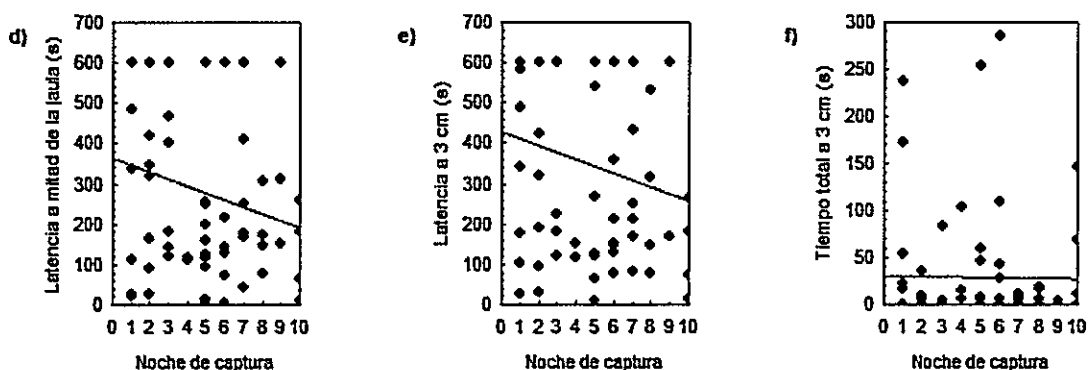
**Tabla 4.-** Correlaciones de Spearman ( $R_s$ ) entre el día de captura (atrapabilidad) y variables utilizadas para caracterizar la exploración de objeto nuevo en *Octodon degus* y *Phyllotis darwini*. En rojo se muestran las correlaciones significativas.

Especie	Variable 1	Variable 2	$R_s$	P	N
<i>Octodon degus</i>	Día de captura	Latencia a traspasar la mitad de la jaula	0,368389	0,017	41
	Día de captura	Latencia a 3 cm	0,34503	0,027	41
	Día de captura	Tiempo a menos de 3 cm	-0,20529	0,209	39
<i>Phyllotis darwini</i>	Día de captura	Latencia a traspasar la mitad de la jaula	-0,15745	0,203	67
	Día de captura	Latencia a 3 cm	-0,18498	0,133	67
	Día de captura	Tiempo a menos de 3 cm	0,098286	0,428	67

### *Octodon degus*



### *Phyllotis darwini*



**Figura 4.-** Relación entre exploración de objeto nuevo y atrapabilidad. Se muestra la relación entre el día de captura con: latencia a traspasar la mitad de la jaula, latencia a un acercamiento igual o inferior 3 cm y tiempo total en una cercanía igual o inferior a 3 cm del objeto nuevo, para las dos especies utilizadas en este estudio: *Octodon degus* (a,b,c) y *Phyllotis darwini* (d,e,f).

## DISCUSIÓN

En esta tesis se evaluó la relación entre la conducta de exploración espacial y neofobia frente a objetos nuevos con la atrapabilidad de especies de roedores con diferentes períodos de actividad, *O. degus* y *P. darwini*. Ambas especies exhibieron una conducta de exploración espacial similar, con pequeñas latencias de asomo y de salida de la madriguera. Por otro lado, se observó que la mayoría de los individuos de ambas especies se mantuvieron principalmente en la zona más lejana al objeto nuevo, difiriendo significativamente de lo esperado por azar, sugiriendo que la conducta observada sería provocada por una reacción de neofobia en respuesta a la presencia del objeto.

### *Conducta de exploración espacial y atrapabilidad*

El experimento de exploración espacial fue realizado para cuantificar las respuestas conductuales de los individuos de *O. degus* y *P. darwini* frente a un entorno desconocido. Ambas especies exhiben conductas similares, observándose que la mayoría de los individuos pasaron la mayor parte del tiempo explorando la arena experimental. En el caso de *O. degus*, estudios previos sugieren que la conducta de

exploración espacial podría presentar una distribución bimodal, donde la mayoría de los individuos fueran altamente exploradores y una proporción mucho menor (24%) presentaría una conducta de exploración espacial significativamente inferior, sin la presencia de fenotipos intermedios (Butler 2012). Esta predominancia de fenotipos extremos en la conducta de exploración espacial se ha descrito para otras especies (Bergeron et al. 2013) y es posible que la distribución de este rasgo en *P. darwini* siga una distribución similar a la propuesta para *O. degus*, aunque se requiere de un mayor número de individuos para evaluar la existencia de dos fenotipos dentro de ambas especies y análisis adicionales para realizar comparaciones interespecíficas. De ser así, es posible que los fenotipos altamente exploradores de *O. degus* y *P. darwini*, se vean favorecidos en términos de supervivencia y/o reproducción en contraste a fenotipos menos exploradores dentro de las poblaciones de estudio. También es posible que durante el desarrollo de esta tesis, no se lograra la captura de individuos escasamente exploradores.

En relación a los resultados obtenidos, dado que no se observó una relación entre la conducta de exploración espacial y la atrapabilidad y asumiendo que la caracterización de la exploración espacial realizada durante los experimentos fuese representativa de esta conducta en condiciones naturales, implicaría que la atrapabilidad es la misma para los distintos fenotipos conductuales. De lo anterior se concluye que sería posible realizar capturas por un menor número de días sin obtener una muestra sesgada con animales más o menos exploradores. Otros trabajos han encontrado una relación

entre la atrapabilidad y la conducta de exploración espacial. Por ejemplo, en un trabajo reciente realizado con ardillas (*Tamias striatus*) machos caracterizados como exploradores rápidos, presentaban una mayor probabilidad de ser capturados, y hembras caracterizadas de igual forma eran capturadas a mayores distancias desde el centro de su ámbito de hogar (Montiglio et al. 2012). Sin embargo, en este estudio, todos los individuos ya habían sido identificados y capturados en años anteriores, pudiendo comparar a individuos capturados versus no capturados para determinar la atrapabilidad. En esta tesis, no se encontró una relación entre la exploración espacial y la atrapabilidad, aun así, existe la posibilidad que individuos no capturados pudiesen presentar una conducta de exploración inferior. Un estudio de largo plazo permitiría la identificación de todos los individuos que componen una población, ayudando a esclarecer dicha idea.

Si bien no se encontró una relación entre la conducta de exploración espacial y la atrapabilidad en *O. degus* y *P. darwini*, no es posible descartar la idea de que pudiesen existir otros factores que podrían enmascarar una relación entre dichas variables. Por ejemplo, se desconoce el estado fisiológico inicial de los individuos de ambas especies y la disponibilidad de alimentos en su medio ambiente o, si la falta de alimento en algunos casos podría haber sido una motivación lo suficientemente fuerte para asumir mayores riesgos (Lima y Dill 1990). Un estudio reciente realizado en *O. degus* (Lapointe et al. 2015), sugiere que no existirían diferencias en la probabilidad de recaptura al menos entre individuos con distintas respuestas fisiológicas asociadas al estrés. Sin

embargo, en este mismo estudio las hembras lactantes (periodo de mayor demanda energética (Veloso y Bozinovic 2000), fueron recapturadas significativamente más que los machos de esta población, apoyando al menos la idea de que distintos estados fisiológicos y/o reproductivos asociados a la obtención de alimento podrían tener efectos sobre la atrapabilidad.

#### *Conducta de exploración de objeto nuevo y atrapabilidad*

El experimento de exploración espacial fue realizado para cuantificar las respuestas neofóbicas en individuos de *O. degus* y *P. darwini* frente a un objeto desconocido. En ambas especies, los individuos se ubicaron mayoritariamente en el sector más alejado del objeto nuevo, la cual difiere significativamente del azar. Esto sugiere que la presencia de un objeto desconocido dentro de un ambiente familiar generaría reacciones neofóbicas en ambas especies. En relación al bajo porcentaje de individuos que se acercaron al objeto nuevo (*O. degus* = 48.8%; *P. darwini* = 64.2 %), es posible sugerir que en estas especies 10 minutos no son suficientes para disminuir las reacciones neofóbicas y generar un grado de habituación necesario para la exploración del objeto nuevo. Sin embargo, a pesar de la escasa interacción generalizada de los individuos de ambas especies con el objeto nuevo, en concordancia con lo esperado, la conducta asociada a la exploración de objeto nuevo se relaciona con el día de captura

en *O. degus*, donde individuos capturados en los primeros días (mayor atrapabilidad) exhibieron menores grados de neofobia respecto a los capturados con posterioridad. Este patrón no fue encontrado en *P. darwini*.

Los resultados obtenidos en *O. degus*, sugieren que podría ser más probable la inclusión de individuos más neofóbicos dentro de estudios que incluyan ejemplares obtenidos mediante captura más aún si el periodo de captura es realizado por un periodo corto de tiempo. Esto último, se suma a la evidencia entregada por otros autores que han propuesto que al realizar capturas de ejemplares (de diversos taxa) para realizar estudios ecológicos, es posible que no se estén obteniendo muestras aleatorias de la población debido a que ciertos tipos conductuales tienen mayor probabilidad de ser incluidos (Simonetti 1986, Biro y Dingemanse 2009, Biro y Sampson 2015). Esto podría afectar los resultados de estudios de otras conductas debido a que se ha visto que la neofobia se podría relacionar con otros aspectos como el grado de defensa de nido (Krams et al. 2014), propensión al riesgo (Sih et al. 2004, Dammhahn y Almeling 2012) y dominancia (Mettler y Shivik 2007, An et al. 2011) o bien, con otros aspectos no conductuales como el estado fisiológico (Greenberg y Mettke-Hofmann 2001). Si es así, podría surgir la problemática de obtener una muestra sesgada hacia ciertos tipos conductuales, morfológicos o fisiológicos a través de una mayor inclusión de individuos con un menor grado de neofobia y abarcar de esta forma a un amplio y desconocido espectro de estudios de áreas de las ciencias biológicas que pudiesen extraer conclusiones violando los supuestos de utilización de una muestra

representativa y aleatoria de la población (Biro y Dingemanse 2009, Carter et al. 2012, Biro 2013). Debido a que los efectos de la neofobia debiesen ir disminuyendo junto con la habituación al objeto (Chapillon y Roullet 1997), para intentar mitigar los posibles sesgos asociados a la neofobia, propongo la realización de un periodo de habituación, previo a la captura de animales, donde se sitúen las trampas en el sitio de estudio un tiempo antes de la realización de capturas, como se ha propuesto previamente (Wilson et al. 1996).

Contrario a lo esperado en *P. darwini* no se encontró una relación entre el grado de neofobia y la atrapabilidad. Esto sugiere que podría no existir un patrón general y variar entre las especies de pequeños mamíferos, lo que podría implicar que otros factores, además de la neofobia, podrían tener una mayor influencia sobre la atrapabilidad. Tal vez uno de los factores que pudiese influir en ello se podría relacionar con diferencias interespecificas asociadas a distintas estrategias de forrajeo y conductas de toma de riesgo asociado a la obtención de alimento (Mettke-Hofmann et al. 2002). Adicionalmente pueden existir diferencias en qué tan atractivo es el cebo (Astúa et al. 2006) para los individuos de *P. darwini* y *O. degus*, donde un mayor atractivo pudiese implicar una mayor motivación por conseguirlo y algún grado de supresión de las reacciones neofóbicas. Finalmente, es posible que existan diferencias entre *O. degus* y *P. darwini* en el grado de neofobia evocado por la trampa. Además se desconoce el tipo y grado de visibilidad que poseen los individuos de *P. darwini*, especie de hábitos



nocturnos, y la capacidad que tienen para diferenciar colores, formas y profundidad de los objetos en condiciones de oscuridad, de manera que también existe la posibilidad de que la trampa haya sido percibida visualmente de forma distinta entre ambas especies (Vega-Zuniga et al. 2013). Se ha visto que distintos tipos de objetos generan respuestas conductuales diferentes y que además esto podría variar entre especies (Mettke-Hofmann et al. 2006). Un ejemplo de ello es el estudio de Heinrich et al. (1995) donde los cuervos (*Corvus corax*) exhiben latencias cortas de acercamientos hacia objetos pequeños y redondeados y latencias largas hacia objetos largos y delgados u objetos grandes. Es posible a su vez, que la respuesta generada por la trampa sea distinta a la observada con el objeto nuevo utilizado en los experimentos, por lo cual propongo que futuros estudios asociados a esta pregunta, debiesen incluir un amplio espectro de objetos para la caracterización general del grado de neofobia a nivel individual y de esta forma poder evaluar su relación con la atrapabilidad.

Por otro lado, futuros estudios de exploración de objetos nuevos en *O. degus* y *P. darwini* debiesen desarrollarse por un tiempo superior al utilizado en esta tesis, ya que, aunque es adecuado para algunas especies (e.g. Wilson y Godin 2009), es posible que no haya sido suficiente para nuestros modelos de estudio debido a que un gran número de individuos de las especies estudiadas no exhibieron acercamientos al objeto durante el tiempo establecido. A pesar de que a ellos se les asignó el valor de latencia máxima, acorde al tiempo total del experimento, permitiendo inferir que correspondían a los individuos más neofóbicos dentro de nuestro grupo experimental,

posiblemente se podría obtener un mayor detalle de la variabilidad intra-específica en el grado de neofobia si se les permitiese a los animales habituarse a la presencia del objeto nuevo por un tiempo mayor al utilizado, lo cual a su vez, podría influir sobre la fortaleza de la relación entre neofobia y atrapabilidad.

Este y otros trabajos han demostrado que algunas especies de roedores muestran tendencias de exploración de ambientes y de objetos que no son predictivas entre sí, donde se ha visto que individuos expuestos a ambientes totalmente desconocidos presentan pequeñas latencias de exploración pero que al situar un objeto desconocido en su ambiente familiar podían tardar horas e incluso días en el primer acercamiento (Barnett 1958, Cowan 1977). En concordancia con estos estudios y los resultados obtenidos en esta tesis, propongo que investigaciones futuras deberían evaluar la exploración espacial y conducta de exploración de objetos de forma separada, sin englobarlos bajo una misma conducta de exploración, más aún si es que se buscan relaciones entre la conducta de exploración con otros factores, como ya se ha hecho (Herborn et al. 2010).

En conclusión, los resultados sugieren que la conducta de exploración espacial no se relaciona con la atrapabilidad de *O. degus* y *P. darwini*, pero que, al menos en *O. degus*, existen diferencias conductuales asociadas a la atrapabilidad, donde sería más probable la captura de individuos con un menor grado de neofobia. Ello podría resultar en un muestreo sesgado hacia individuos más neofóbicos y posiblemente hacia otros rasgos ligados. Para evaluar si este patrón es compartido por otras especies de

pequeños mamíferos, o si existen diferencias que puedan ser explicadas por otros factores como la estructura social o patrones de actividad, es necesario evaluar en un mayor número de especies. Adicionalmente, un estudio comparativo de la relación entre atrapabilidad y neofobia entre poblaciones de *O. degus* u otra especie, permitiría evaluar la consistencia de esta relación. Entender como varía esta relación tanto dentro como entre especies, permitiría generar predicciones sobre sesgos muestrales hacia individuos más y menos neofóbicos y de otros rasgos asociados, y podría ayudar a planificar el trabajo de campo considerando, por ejemplo, un determinado tiempo de habituación.

## REFERENCIAS

- Agüero, T. 1989. Patrones de uso del espacio por micromamíferos: ¿Un artefacto de técnica? Universidad de Chile, Santiago.
- An, Y. S., B. Kriengwatana, A. E. Newman, E. A. MacDougall-Shackleton, y S. A. MacDougall-Shackleton. 2011. Social rank, neophobia and observational learning in black-capped chickadees. *Behaviour* **148**:55-69.
- Astúa, D., R. T. Moura, C. E. V. Grelle, y M. T. Fonseca. 2006. Influence of baits, trap type and position for small mammal capture in a Brazilian lowland Atlantic Forest. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* **19**:31-44.
- Bacigalupe, L. D., E. L. Rezende, G. J. Kenagy, y F. Bozinovic. 2003. Activity and space use by degus: A trade-off between thermal conditions and food availability? *Journal of Mammalogy* **84**:311-318.
- Barnett, S. A. 1958. Exploratory behaviour. *British Journal of Psychology* **49**:289-310.
- Bergeron, P., P. O. Montiglio, D. Reale, M. M. Humphries, O. Gimenez, y D. Garant. 2013. Disruptive viability selection on adult exploratory behaviour in eastern chipmunks. *Journal of Evolutionary Biology* **26**:766-774.
- Biondi, L. M., M. S. Bo, y A. I. Vassallo. 2010. Inter-individual and age differences in exploration, neophobia and problem-solving ability in a Neotropical raptor (*Milvago chimango*). *Animal Cognition* **13**:701-710.
- Biro, P. A. 2013. Are most samples of animals systematically biased? Consistent individual trait differences bias samples despite random sampling. *Oecologia* **171**:339-345.
- Biro, P. A., y N. J. Dingemanse. 2009. Sampling bias resulting from animal personality. *Trends in Ecology & Evolution* **24**:66-67.
- Biro, P. A., y P. Sampson. 2015. Fishing directly selects on growth rate via behaviour: implications of growth-selection that is independent of size. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* **282**.
- Blumstein, D. T., J. Daniel, y C. Evans. 2010. JWatcher Software.
- Bozinovic, F., M. Rosenmann, y C. Veloso. 1988. Behavioral thermoregulation in *Phyllotis darwini* (Rodentia: Cricetidae) effects of ambient-temperature, nest use, and huddling on energy expenditure. *Revista Chilena de Historia Natural* **61**:81-86.
- Brunton, C. F. A., D. W. Macdonald, y A. P. Buckle. 1993. Behavioral resistance towards poison baits in brown-rats, *Rattus norvegicus*. *Applied Animal Behaviour Science*

- 38:159-174.
- Butler, N. 2012. Caracterización de la conducta exploratoria en una población de *Octodon degus* de la Zona Central de Chile y su relación con ectoparásitos y endoparásitos gastrointestinales. Memoria para optar al Título Profesional de Médico Veterinario. Departamento de Ciencias Biológicas Animales, Universidad de Chile, Santiago.
- Carter, A. J., y W. E. Feeney. 2012. Taking a comparative approach: analysing personality as a multivariate behavioural response across species. *Plos One* 7:e42440.
- Carter, A. J., R. Heinsohn, A. W. Goldizen, y P. A. Biro. 2012. Boldness, trappability and sampling bias in wild lizards. *Animal Behaviour* 83:1051-1058.
- Cowan, P. E. 1977. Neophobia and neophilia new object and new place reactions of three *Rattus* species. *Journal of Comparative & Physiological Psychology* 91:63-71.
- Chapillon, P., y P. Roulet. 1997. Habituation and memorization of spatial objects' configurations in mice from weaning to adulthood. *Behavioural Processes* 39:249-256.
- Chitty, D., y D. A. Kempson. 1949. Prebaiting small mammals and a new design of live trap. *Ecology* 30:536-542.
- Dammhahn, M., y L. Almeling. 2012. Is risk taking during foraging a personality trait? A field test for cross-context consistency in boldness. *Animal Behaviour* 84:1131-1139.
- Decker, R. A., y B. D. Griffen. 2012. Correlating context-specific boldness and physiological condition of female sand fiddler crabs (*Uca pugilator*). *Journal of Ethology* 30:403-412.
- Dingemanse, N. J., C. Both, P. J. Drent, K. Van Oers, y A. J. Van Noordwijk. 2002. Repeatability and heritability of exploratory behaviour in great tits from the wild. *Animal Behaviour* 64:929-938.
- Dingemanse, N. J., y D. Reale. 2005. Natural selection and animal personality. *Behaviour* 142:1159-1184.
- Ebensperger, L. A., A. S. Chesh, R. A. Castro, L. O. Tolhuysen, V. Quirici, J. R. Burger, R. Sobrero, y L. D. Hayes. 2011. Burrow limitations and group living in the communally rearing rodent, *Octodon degus*. *Journal of Mammalogy* 92:21-30.
- Ebensperger, L. A., y J. A. Simonetti. 1996. Microclimate and microhabitat selection in nocturnal rodents of central Chile: a test between biophysical and experimental approaches. *Mammalia* 60:195-209.
- Ensminger, A. L., y D. F. Westneat. 2012. Individual and Sex Differences in Habituation and Neophobia in House Sparrows (*Passer domesticus*). *Ethology* 118:1085-1095.
- Fulk, G. W. 1976. Notes on the Activity, Reproduction, and Social Behavior of *Octodon degus*. *Journal of Mammalogy* 57:495-505.
- Garamszegi, L. Z., M. Eens, y T. Janos. 2009. Behavioural syndromes and trappability in

- free-living collared flycatchers, *Ficedula albicollis*. *Animal Behaviour* **77**:803-812.
- Greenberg, R. 1983. The role of neophobia in determining the degree of foraging specialization in some migrant warblers. *The American Naturalist* **122**:444-453.
- Greenberg, R. 1990. Feeding neophobia and ecological plasticity- A test of the hypothesis with captive sparrows. *Animal Behaviour* **39**:375-379.
- Greenberg, R., y C. Mettke-Hofmann. 2001. Ecological aspects of neophobia and neophilia in birds. *Current Ornithology* **16**:119-178.
- Guillette, L. M., A. R. Reddon, P. L. Hurd, y C. B. Sturdy. 2009. Exploration of a novel space is associated with individual differences in learning speed in black-capped chickadees, *Poecile atricapillus*. *Behavioral Processes* **82**:265-270.
- Heinrich, B., J. Marzluff, y W. Adams. 1995. Fear and food recognition in naive common ravens. *The Auk* **112**:499-503.
- Herborn, K. A., R. Macleod, W. T. S. Miles, A. N. B. Schofield, L. Alexander, y K. E. Arnold. 2010. Personality in captivity reflects personality in the wild. *Animal Behaviour* **79**:835-843.
- Iriarte, A. 2008. *Mamíferos de Chile*, Barcelona, España.
- Iriarte, J. A., L. C. Contreras, y F. M. Jaksic. 1989. A long-term study of a small-mammal assemblage in the central Chilean matorral. *Journal of Mammalogy* **70**:79-87.
- Jacobs, G. H., J. B. Calderone, J. A. Fenwick, K. Krogh, y G. A. Williams. 2003. Visual adaptations in a diurnal rodent, *Octodon degus*. *Journal of Comparative Physiology a-Neuroethology Sensory Neural and Behavioral Physiology* **189**:347-361.
- Johnson, Z., L. Brent, J. C. Alvarenga, A. G. Comuzzie, W. Shelledy, S. Ramirez, L. Cox, M. C. Mahaney, Y. Y. Huang, J. J. Mann, J. R. Kaplan, y J. Rogers. 2015. Genetic Influences on Response to Novel Objects and Dimensions of Personality in Papio Baboons. *Behavior Genetics* **45**:215-227.
- Jones, K. A., y J. G. J. Godin. 2010. Are fast explorers slow reactors? Linking personality type and anti-predator behaviour. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* **277**:625-632.
- Kenagy, G. J., R. F. Nespolo, R. A. Vásquez, y F. Bozinovic. 2002a. Daily and seasonal limits of time and temperature to activity of degus. *Revista Chilena de Historia Natural* **75**:567-581.
- Kenagy, G. J., R. A. Vásquez, B. M. Barnes, y F. Bozinovic. 2004. Microstructure of summer activity bouts of degus in a thermally heterogeneous habitat. *Journal of Mammalogy* **85**:260-267.
- Kenagy, G. J., R. A. Vásquez, R. F. Nespolo, y F. Bozinovic. 2002b. A time-energy analysis of daytime surface activity in degus, *Octodon degus*. *Revista Chilena de Historia Natural* **75**:149-156.
- Korpela, K. 2011. Sex influences rat personality more than geographical origin. *Applied Animal Behaviour Science* **133**:95-100.
- Krams, I. A., J. Vrublevska, T. Sepp, M. Abolins-Abols, M. J. Rantala, P. Mierauskas, y T. Krama. 2014. Sex-Specific Associations Between Nest Defence, Exploration and

- Breathing Rate in Breeding Pied Flycatchers. *Ethology* **120**:492-501.
- Lapointe, M. A., C. M. Bauer, L. A. Ebensperger, J. M. Reed, y L. M. Romero. 2015. Livetrapping is not biased by the endocrine stress response: a preliminary study in the degu (*Octodon degus*).
- Lessa, E., R. Ojeda, y C. Bidau. 2008. *Octodon degus*. IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1.
- Lima, S. L., y L. M. Dill. 1990. Behavioral decisions made under the risk of predation - A review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie* **68**:619-640.
- Mella, J. E., J. A. Simonetti, A. E. Spotorno, y L. C. Contreras. 2002. Diversidad y conservación de los mamíferos chilenos. Pages 151-183 in G. Ceballos y J. A. Simonetti, editors. *Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales*. CONABIO-UNAM, México D.F.
- Meserve, P. L., B. K. Lang, y B. D. Patterson. 1988. Trophic relationships of small mammals in a Chilean temperate rainforest. *Journal of Mammalogy* **69**:721-730.
- Mettke-Hofmann, C., C. Ebert, T. Schmidt, S. Steiger, y S. Stieb. 2005. Personality traits in resident and migratory warbler species. *Behaviour* **142**:1357-1375.
- Mettke-Hofmann, C., S. Lorentzen, E. Schlicht, J. Schneider, y F. Werner. 2009. Spatial Neophilia and Spatial Neophobia in Resident and Migratory Warblers (*Sylvia*). *Ethology* **115**:482-492.
- Mettke-Hofmann, C., K. C. Rowe, T. J. Hayden, y V. Canoine. 2006. Effects of experience and object complexity on exploration in garden warblers (*Sylvia borin*). *Journal of Zoology* **268**:405-413.
- Mettke-Hofmann, C., H. Winkler, y B. Leisler. 2002. The significance of ecological factors for exploration and neophobia in parrots. *Ethology* **108**:249-272.
- Mettler, A. E., y J. A. Shivik. 2007. Dominance and neophobia in coyote (*Canis latrans*) breeding pairs. *Applied Animal Behaviour Science* **102**:85-94.
- Montiglio, P. O., D. Garant, F. Pelletier, y D. Reale. 2012. Personality differences are related to long-term stress reactivity in a population of wild eastern chipmunks, *Tamias striatus*. *Animal Behaviour* **84**:1071-1079.
- Moyes, C. D., y P. M. Schulte. 2007. *Principios de fisiología animal*. Pearson educación, Madrid.
- Pantoja, J. 2011. Efectividad de diferentes tipos de trampas para pequeños mamíferos en Chile Central. Tesis, Universidad de Chile, Santiago.
- Patterson, B., y G. D'Elia. 2008. *Phyllotis darwini*. IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1.
- Quinn, G. P., y M. J. Keough. 2002. *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge University Press, New York.
- Reale, D. 2007. What do we really know about selection on personality? *European Journal of Personality* **21**:618-620.
- Reale, D., S. M. Reader, D. Sol, P. T. McDougall, y N. J. Dingemans. 2007. Integrating animal temperament within ecology and evolution. *Biological Reviews* **82**:291-

- Renner, M. J., A. J. Bennett, y J. C. White. 1992. Age and sex as factors influencing spontaneous exploration and object investigation by preadult rats (*Rattus norvegicus*). *Journal of Comparative Psychology* **106**:217-227.
- Sih, A., A. Bell, y J. C. Johnson. 2004. Behavioral syndromes: an ecological and evolutionary overview. *Trends in Ecology & Evolution* **19**:372-378.
- Simonetti, J. A. 1986. Heterogeneity of recaptures in Chilean small mammals. *Revista Chilena de Historia Natural* **59**:59-63.
- Simonetti, J. A., y G. Montenegro. 1981. Food preferences by *Octodon degus* (Rodentia: Caviomorpha): their role in the Chilean matorral composition. *Oecologia (Berlin)* **52**:189-190.
- Simonetti, J. A., y R. D. Otaíza. 1982. Ecología de micromamíferos de Chile central: una revisión. *Publicación Ocasional, Museo Nacional de Historia Natural (Chile)* **38**:61-103.
- Temme, M., y W. B. Jackson. 1979. Criteria for trap evaluation. *American Society of Testing Materials Special Technical Publication* **680**:58-67.
- van Dongen, W. F. D., K. Maldonado, P. Sabat, y R. A. Vasquez. 2010. Geographic variation in the repeatability of a personality trait. *Behavioral Ecology* **21**:1243-1250.
- Vásquez, R. A. 1994. Assessment of predation risk via illumination level - facultative central place foraging in the cricetid rodent *Phyllotis darwini*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* **34**:375-381.
- Vásquez, R. A. 1996. Patch utilization by three species of Chilean rodents differing in body size and mode of locomotion. *Ecology* **77**:2343-2351.
- Vásquez, R. A., L. A. Ebensperger, y F. Bozinovic. 2002. The influence of habitat on travel speed, intermittent locomotion, and vigilance in a diurnal rodent. *Behavioral Ecology* **13**:182-187.
- Vásquez, R. A., B. Grossi, y I. N. Márquez. 2006. On the value of information: studying changes in patch assessment abilities through learning. *Oikos* **112**:298-310.
- Vega-Zuniga, T., F. S. Medina, F. Fredes, C. Zuniga, D. Severin, A. G. Palacios, H. J. Karten, y J. Mpodozis. 2013. Does Nocturnality Drive Binocular Vision? Octodontine Rodents as a Case Study. *Plos One* **8**.
- Veloso, C., y F. Bozinovic. 2000. Effect of food quality on the energetics of reproduction in a precocial rodent, *Octodon degus*. *Journal of Mammalogy* **81**:971-978.
- Villavicencio, C. P., I. Natalia Marquez, R. Quispe, y R. A. Vasquez. 2009. Familiarity and phenotypic similarity influence kin discrimination in the social rodent *Octodon degus*. *Animal Behaviour* **78**:377-384.
- Wallace, R. J. 1988. Latency measures indicate new place neophobia in *Rattus* species. *Behavioural Processes* **17**:63-67.
- Wallace, R. J., y S. A. Barnett. 1990. Avoidance of New Objects by the Black Rat (*Rattus rattus*) in Relation to Object Presentation and Object Change. *International Journal of Comparative Psychology* **3**:253-285.



- Wilson, A. D. M., T. R. Binder, K. P. McGrath, S. J. Cooke, y J. G. J. Godin. 2011. Capture technique and fish personality: angling targets timid bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **68**:749-757.
- Wilson, A. D. M., y J. G. J. Godin. 2009. Boldness and behavioral syndromes in the bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*. *Behavioral Ecology* **20**:231-237.
- Wilson, D. E., F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran, y M. Foster. 1996. *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for mammals* Washington, D.C.
- Wilson, D. S. 1998. Adaptive individual differences within single populations. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences* **353**:199-205.
- Winkler, H., y B. Leisler. 1999. Exploration and curiosity in birds: functions and mechanisms. Pages 915-932 *in* *Proceedings of the 22nd International Ornithological Congress, Durban*.
- Ylonen, H., J. Jacob, y B. P. Kotler. 2003. Trappability of rodents in single-capture and multiple capture traps in arid and open environments: Why don't Ugglan traps work? *Annales Zoologici Fennici* **40**:537-541.

**ANEXOS**

## 1) Certificado Comité de Ética Universidad de Chile



Santiago, 12 de diciembre de 2014

### *Integrantes del Comité de Ética*

Dr. Eduardo Friedman  
Dra. Victoria Guixé  
Dra. Madeleine Lamborot  
Dr. Marco Méndez  
Dr. Roberto Morales  
Dr. Aurelio San Martín  
Dr. Cecilia Vergara

El Comité de Ética de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile es responsable de vigilar que las investigaciones desarrolladas en nuestra Facultad resguarden las dimensiones de Bioética y Bioseguridad.

Hemos revisado el proyecto "*Efecto de la conducta exploratoria y neofobia en el éxito de captura de dos roedores endémicos de Chile.*". Presentado por la Srta. M. J. Frugone, correspondiente a su tesis de Magíster, la que se realizará bajo la dirección del Dr. Rodrigo Vásquez, investigador del Departamento de Ciencias Ecológicas de esta Facultad.

Como resultado de este análisis hemos constatado que las metodologías propuestas están de acuerdo con las normas internacionalmente aceptadas y el proyecto presentado cumple con las normas establecidas por este Comité.



Dr. Marco Méndez  
Presidente Comité de Ética  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Chile  
[mmendez@uchile.cl](mailto:mmendez@uchile.cl)  
56-2-29787399