Informe sobre estudio piloto de aspectos ecológicos del visón Americano (*Neovison vison*) exótico en la Isla Navarino, Chile

Ramiro D. Crego & Jaime E. Jiménez

2013

Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad del Norte de Texas, Denton, Texas, EEUU

Informe sobre estudio piloto de aspectos ecológicos del visón Americano (*Neovison vison*) exótico en Isla Navarino, Chile

Comment [JJ1]: Sugiero usar tipo de letra Arial, Verdana o Calibrí, que son más amigables de leer.

Deleted: la

Ramiro D. Crego[1] & Jaime E. Jiménez[1,2,3,4]

[1]Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad del Norte de Texas, Denton, Texas, EEUU

[2]Departamento de Filosofía y Estudios Religiosos, Universidad del Norte de Texas, Denton, Texas, EEUU

[3]Programa de Conservación Biocultural Sub-Antártica, Universidad del Norte de Texas, Denton, Texas, EEUU

[4]Instituto of Ecología y Biodiversidad, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile

Junio de 2013

INDICE

Página

Resumen 3

Introducción 5

Métodos 7

Área de estudio 7

Monitoreo con trampas cámara 7

Variables de hábitat 9

Análisis de datos 9

Resultados 11

Detección de visones 11

Detección de otra fauna 11

Periodo de actividad 12

Latencia a la detección inicial 12

Selección de hábitat 13

Discusión 14

Periodo de actividad y latencia a la detección inicial 15

Selección de hábitat 16

Una nueva amenaza para las aves del bosque 17

Recomendaciones de manejo 19

Agradecimientos 20

Literatura Citada 21

Tablas…. 26

Figuras… 34

Anexo…. 43

Deleted:

Deleted: Bibliografía

Resumen

Las especies invasoras son un componente importante del cambio global, afectando negativamente poblaciones de especies nativas, comunidades y ecosistemas a nivel mundial. Entre las áreas geográficas más afectadas se encuentran las islas, donde la introducción y establecimiento de mamíferos depredadores se considera una de las principales amenazas para la conservación de su biodiversidad. El visón americano (*Neovison vison*) es un mustélido de hábitos subacuáticos que recientemente ha colonizado la isla Navarino. En este informe reportamos un estudio piloto sobre aspectos ecológicos del visón llevado a cabo en la isla Navarino. El objetivo general fue obtener información sobre la presencia de visones en las zonas boscosas no examinadas previamente y evaluar la factibilidad del uso de trampas cámara como técnica de estudio. Los objetivos específicos fueron: 1.- Determinar el periodo de actividad de los visones; 2.- Examinar la latencia a la detección inicial de visones y especies de aves carroñeras; 3.- Estudiar la selección de hábitat por parte de los visones; y 4.- Comparar estas variables y abundancias relativas de visones entre dos sitios de la costa norte de isla Navarino.

Durante los meses de Febrero y Marzo de 2013 colocamos 30 y 30 trampas cámara cebadas con pescado fresco y enlatado en una grilla en la localidad de Puerto Navarino y en el Parque Etnobotánico Omora, respectivamente. Las cámaras estuvieron operativas 16 días por estación y espaciadas 500 m unas de otras. En cada estación medimos las siguientes variables de hábitat: distancia a castorera más cercana, distancia a la costa, altitud, tipo de hábitat, cobertura del estrato arbóreo y cobertura visual de la vegetación, número de troncos caídos y número de troncos en pie. Para analizar la relación entre la cantidad de detecciones de visones y el tipo de hábitat ajustamos modelos generales lineales con distribución binomial negativa. Detectamos la presencia de visones en el 46% de la totalidad de las cámaras instaladas. En total registramos la presencia de 6 especies de mamíferos y 13 de aves. Los visones presentaron una actividad principalmente nocturna. La latencia a la detección inicial fue menor para tiuques (*Milvago chimango*) que para visones. El método de estudio con trampas cámara para detectar la presencia de visones en la isla Navarino resultó ser adecuado. Obtuvimos un alto número de

Deleted: algunos

Formatted: Indent: First line: 0.5"

Deleted: ,

Deleted: tipo de hábitat

Comment [JJ2]: Cuantas? Mostrar los datos

Deleted: o

detecciones, lo cual sugiere que la abundancia de visones es alta y uniforme a lo largo de la costa norte de la Isla. Asimismo, los visones en Navarino además de utilizar las zonas costera y cursos de ríos, están haciendo uso de las zonas boscosas alejadas de los cuerpos de agua. La alta plasticidad del visón para adaptarse a nuevas condiciones y su eficiencia como depredador lo posicionan como una gran amenaza para la fauna nativa de la isla Navarino y en especial de las aves. Consideramos importante mejorar e incrementar el control de esta especie invasora, así como desarrollar nuevos estudios sobre la ecología del visón y la evaluación de sus impactos sobre la biota local.

Introducción

Las invasiones por especies exóticas son un componente muy significativo del cambio global y una de las principales causas de la actual pérdida de biodiversidad (Vitousek *et al.* 1997). Las especies invasoras afectan negativamente las poblaciones de especies nativas a tal punto que son consideradas la segunda mayor causa de extinciones, después de la pérdida de hábitat (Wilcove *et al.* 1998). Aunque la severidad de los efectos negativos han sido puestos en tela de juicio (Didham *et al.* 2005), ciertamente las disminuciones locales o extinción de sus presas no es el único efecto, ya que las especies exóticas también afectan la distribución, abundancia, comportamiento y el curso evolutivo de numerosas especies nativas, así como también la estructura y el normal funcionamiento de los ecosistemas que invaden (Vitousek *et al.* 1997).

Deleted: e

Entre las áreas más vulnerables a las invasiones biológicas se encuentran los sistemas de islas (Reaser *et al.* 2007, Sax *et al.* 2002, Sax & Gaines 2008). Si bien numerosas especies de plantas, vertebrados e invertebrados han sido introducidos y han llegado a naturalizarse en diversas islas (Atkinson 1996, Sax & Gaines 2008), es el establecimiento de mamíferos depredadores, sean estos herbívoros o carnívoros, son los que producen los mayores cambios ecológicos (Courchamp *et al.* 2003, Croll *et al.* 2005, Valenzuela *et al.* 2013). Debido al aislamiento evolutivo, que suele resultar en la falta de adaptación a la presencia de depredadores, las especies que habitan en islas suelen ser más vulnerables a la depredación. Entre los grupos más afectados se encuentran las aves, donde no es raro que ocurran extinciones locales o completas en el caso de especies endémicas (Atkinson 1996, Macdonald & Thom 2001, Sax *et al.* 2002).

Entre las regiones más prístinas del planeta, en el extremo sur de Sudamérica se encuentra la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos (Mittermeier *et al.* 2002). Esta reserva está compuesta por un extenso archipiélago que contiene grandes extensiones de bosque subantártico (Rozzi *et al.* 2006). Pese al gran remanente de vegetación nativa y la baja densidad-poblacional humana que le dan su condición de área prístina (Mittermeier *et al.* 2002), la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos no ha sido ajena a las

invasiones de especies dispersadas por el hombre y numerosas especies han logrado establecerse (Anderson *et al.* 2006, Valenzuela *et al.* 2013). Ciertamente, esto presupone una gran amenaza contra la conservación de esta valiosa zona del planeta.

El visón americano (*Neovison vison*) es un pequeño mustélido de hábitos subacuáticos, originario de América del Norte (Lariviere 1999). Debido a sus hábitos generalistas, altas tasas de reproducción y gran capacidad dispersora, junto con repetidos escapes o liberaciones intencionales desde granjas peleteras, esta especie ha logrado establecer poblaciones reproductivas en diversas zonas del globo (Lariviere 1999, Macdonald & Harrington 2003). Después de varios escapes en los años 1930, el visón ha logrado expandirse y establecerse a lo largo de los Andes Patagónicos, tanto del lado chileno como del argentino (Jaksic *et al.* 2002, Fasola *et al.* 2011). En el año 2001, el visón fue registrado por primera vez en la isla Navarino, dentro de la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos, aunque es probable que haya estado presente desde mediados de la década de los 90 (Rozzi & Sherriffs 2003).

Los efectos negativos del visón sobre la fauna nativa en cualquiera de los hábitats donde logra establecerse están bien documentados (Bonesi & Palazon 2007, Delibes *et al.* 2004). Del mismo modo, numerosos trabajos han estudiado el impacto de esta especie nueva para los ecosistemas de bosques Patagónicos sobre la fauna nativa, la dieta y su velocidad de dispersión (Gómez *et al.* 2010, Fasola *et al.* 2011, Medina-Vogel *et al.* 2013, Pescador *et al.* 2012, Previtali *et al.* 1993). En particular, varios estudios documentan la dieta, abundancia, efectos sobre las aves por la nueva y creciente población de visones de la isla Navarino, focalizados en los ambientes acuáticos y principalmente costeros (Ibarra *et al.* 2009, Schüttler *et al.* 2008, 2009, 2010). El Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) de la región de Magallanes y Antártica Chilena, se encuentra actualmente llevando a cabo un programa de control de la especie a través del programa Control de Fauna Dañina (Caicheo 2010, SAG-FONDEMA 2008). Sin embargo, dada la plasticidad adaptativa de esta especie y recientes documentaciones sobre desaparición de especies de bosque (Rozzi & Jiménez 2013) y documentados ataques sobre el carpintero magallánico (*Campephilus magellanicus*; Jiménez et al., enviado), es probable que el visón esté expandiendo su nicho y por ende la amenaza más allá de los ríos y la costa marítima.

Deleted: o

Deleted: Schüttler *et al.*

Deleted: Schüttler *et al.*

En este informe reportamos un estudio piloto sobre aspectos ecológicos del visón llevado a cabo en isla Navarino. El objetivo general de este estudio fue obtener información sobre la presencia de visones en las zonas boscosas no examinadas previamente y evaluar la factibilidad del uso de trampas cámara como técnica de estudio. Los objetivos específicos fueron: 1.- Determinar el periodo de actividad de los visones; 2.- Examinar la latencia a la detección inicial de visones y especies de aves carroñeras; 3.- Estudiar la selección de hábitat por parte de los visones; y 4.- comparar las abundancias relativas de los visones en dos áreas de la costa norte de la isla Navarino.

Métodos

Área de estudio

El estudio fue llevado a cabo en la isla Navarino (68°W, 55°S, 2.500 km^2), localizada al sur de la isla grande de Tierra del Fuego, Chile. La región corresponde a la ecoregión de Bosques Sub-Antárticos e incluye bosques perennes dominados por coigües de Magallanes (*Nothofagus betuloides*) y canelos (*Drimys winteri*), y bosques caducifolios dominados por lengas (*Nothofagus pumilio*) y ñirres (*Nothofagus antarctica*). Además, existen ambientes de humedal y turberas, arbustales, pastizales, y vegetación alto-andina (Rozzi *et al.* 2006). La isla presenta un paisaje montañoso, con alturas máximas que no superan los 1.000 msnm. El clima es oceánico y preponderantemente frio, con una temperatura media anual de 6°C y una fluctuación cercana a los 5°C. Las precipitaciones se distribuyen de manera uniforme a lo largo del año con una media anual de 467,3 mm (Pisano 1977).

Monitoreo con trampas cámara

Evaluamos la presencia, periodos de actividad y latencia a la detección inicial de visones en dos sitios de la Isla Navarino, durante los meses de Febrero y Marzo de 2013. Si bien el visón esta descrito como una especie subacuática (Lariviere 1999) y los estudios realizados en la zona se han concentrado en las zona costera de la isla y a cortas distancias de los cursos de agua (<100 m) (Schüttler *et al.* 2008, 2010, 2009), nuestra intención era evaluar la presencia de visones en zonas más centrales del bosque y alejadas de la

Deleted: algunos

Deleted: la

Deleted: ,

Formatted: Superscript

Deleted: Schüttler *et al.*

Deleted: Schüttler *et al.*

Deleted: ,

Deleted: s

costa y cuerpos de agua. Para ello utilizamos trampas cámara (Bushnell Trophy Cam, Modelo 119446), un método indirecto que permite estudiar especies evasivas, como los visones, de una manera no invasiva (Zúñiga & Jiménez 2010). Considerando las limitaciones logísticas y con el propósito de maximizar la heterogeneidad de ambientes de isla Navarino, definimos 2 grillas de hexágonos con 30 estaciones cada una. Cada estación estaba separada una de otra por una distancia de 500 m y en ambas grillas las trampas se ubicaron desde la costa hasta los 2.500 m de distancia de esta, en una disposición tal que minimizaba el efecto de borde (Fig. 1). La primera grilla la ubicamos en la zona de Puerto Navarino y luego movimos las cámaras a la segunda grilla localizada en el Parque Etnobotánico Omora y sitios adyacentes. Las cámaras estuvieron activas continuamente entre el 3 y el 21 de Febrero en Puerto Navarino y entre el 23 de Febrero el 21 de Marzo en el Parque Omora (Tabla 1). Para el estudio consideramos sólo los primeros 16 días. Cada estación fue cebada con pedazos de pescado fresco y enlatado. Debido a la dificultad para conseguir pescado fresco, algunas cámaras fueron cebadas sólo con pescado enlatado (n=22), otras sólo con pescado fresco (n=8) y las restantes con una combinación de pescado fresco y enlatado (n=30). En cada estación, colocamos una cámara en sitios que consideramos más apropiados para la detección de visones (e.g., senderos de animales, lugares con troncos pero con buena visibilidad a la cámara, etc.), a una altura de 30-50 cm sobre el nivel del suelo y a unos 2-4 m del cebo. Cada cámara fue configurada para funcionar de manera continua, realizar 3 disparos por detección y tener un periodo de latencia de 30 s entre cada nueva detección.

Deleted: o

Cabe destacar que en Puerto Navarino dos cámaras no funcionaron debido a que las baterías se desconectaron (Tabla 1). Además, en cada uno de los sitios hubo una cámara que funcionó mal y que agotó las baterías en un periodo menor a 7 días (Tabla 1). La información de estas 2 cámaras se utilizó para los análisis de presencia de visones y fauna, y para estimar los horarios de actividad del visón, pero no se consideraron para los cálculos de latencia a la detección y los modelos de selección de hábitat.

Variables de hábitat

Para relacionar la presencia de visones con las características del hábitat, en cada estación medimos varias variables de hábitat que nos parecieron importantes para los visones. Utilizando una unidad de

geoposicionamiento global, estimamos la altitud de cada estación. En cada punto medimos la cobertura del estrato arbóreo usando una grilla transparente de 100 casilleros (10 cm x 10 cm) la cual colocábamos a unos 10 cm del ojo del observador y mirando hacia arriba, contábamos los casilleros cubiertos por la copa de los arboles (Korhonen *et al.* 2006). También registramos el tipo principal de ambiente: bosque maduro, bosque secundario, arbustos o pastizales. Utilizando una cuerda definimos un circulo de 5 m de radio alrededor de cada estación, dentro del cual estimamos la cobertura de arbustos, rocas, gramíneas, herbáceas, suelo desnudo, raíces expuestas, cuerpo de agua y materia orgánica (hojas caídas, ramas y troncos caídos y pastos muertos). Para ello definimos 5 categorías: de 0 a 5%; de 6 a 25%; de 26 a 50%; de 51 a 75%; y de 76 a 100% de cobertura. Al interior del círculo también contamos la cantidad de troncos caídos y troncos en pie de más de 5 cm de diámetro. Debido a que los visones usan zonas con cobertura de vegetación para moverse y cazar (Lariviere 1999, Zuberogoitia *et al.* 2006), estimamos un índice de obstrucción visual horizontal de la vegetación asumiendo que los visones preferirían moverse por zonas donde la vegetación del suelo es más densa (Anexo, Fig. A). Para ello utilizamos un rectángulo de 46 x 15 cm simulando el tamaño aproximado de un visón, el cual estaba dividido en 8 secciones iguales. Con el observador ubicado en el centro de la estación y su visual a 1 m de altura sobre el suelo, colocamos el rectángulo de manera perpendicular a la vista de este y a una distancia de 5 m. Calculamos la cobertura visual como el número de las 8 secciones obstruidas por vegetación, en la dirección de cada uno de los puntos cardinales. El valor final de cobertura visual para cada estación se calculó como la media de las 4 observaciones.

Finalmente, utilizando la herramienta "regla" en Google Earth (Version 6.1, Google Inc., Mountain View, CA, USA) estimamos la distancia lineal de cada estación a la castorera más cercana y a la línea de costa. Debido a la falta de información cartográfica digital y a la imposibilidad de medir distancias a cursos de agua en el campo, dicha variable -que entendemos importante en el estudio de visones- no pudimos incluirla en el análisis.

Deleted: o

Deleted: y

Análisis de los datos

1. Periodo de actividad

Para cada detección obtenida con la cámara para cualquier especie, consideramos 2 detecciones independientes una de la otra si el periodo entre detecciones fue mayor a 60 min. Calculamos el periodo de actividad de los visones como la cantidad de detecciones detectadas a lo largo de las 24 horas del día.

2. Latencia a la detección inicial

Calculamos el periodo de latencia de cada cámara a la detección inicial como el lapso de días (24 hs) transcurridos desde la instalación de la cámara a la primera detección (Gompper *et al.* 2006). Este es un estimador de abundancia relativa (Gompper *et al.* 2006) que nos permite disponer de un índice de abundancia relativa de visones para poder hacer un seguimiento futuro de la población, comparar abundancias relativas entre sitios, así como también comparar respuesta de los visones a los cebos y de especies carroñeras como tiuques (*Milvago chimango*) y caranchos (*Polyborus plancus*). Si la probabilidad de detección es homogénea para cada individuo de la población y estas son independientes unas de otras, entonces la probabilidad de detectar un individuo en corto tiempo incrementará a medida que incremente la población.

3. Selección de hábitat

Para analizar la relación entre la presencia o ausencia de visones en cada estación y las características del hábitat, primero investigamos la respuesta de las variables a la presencia y ausencia de visones de manera visual. Luego ajustamos modelos lineales generales (GLM) (McCullagh & Nelder 1989) para relacionar la cantidad de detecciones de visones con las características macro de hábitat. Seleccionamos para el análisis 6 variables predictoras: distancia a castorera, distancia a la costa, altitud, cobertura del estrato arbóreo, tipo de hábitat (bosque primario; bosque secundario; arbustos y pastizales) y cobertura visual de la vegetación. Supusimos una distribución binomial negativa para considerar la sobredispersión de los datos usando una función de enlace logarítmica (McCullagh & Nelder 1989). Para seleccionar los modelos competitivos más apropiados utilizamos el Criterio de Información Akaike

corregido para tamaños muestréales pequeños (AICc) (Burnham & Anderson 2002). Seleccionamos los modelos con una diferencia del valor de AICc menor a 2 y promediamos sus parámetros para obtener los resultados finales. Realizamos todos los análisis utilizando el programa R (Versión: 2.14.1, R Development Core Team 2011) y los paquetes MASS y MuMin.

Resultados

Detección de visones

Detectamos la presencia de visones en el 46% de la totalidad de las cámaras instaladas operativas: 13 de 28 (46%) en Puerto Navarino (Fig. 2) y 14 de 30 (46%) en Omora (Fig. 3). En Omora se registró una mayor cantidad de detecciones por cámara que en Puerto Navarino (Tabla 2) (Fig. 4).

Detección de otra fauna

Si bien instalamos las trampas cámara con el objetivo de monitorear la actividad de los visones exóticos en la Isla, numerosas otras especies fueron detectadas. Se registró una sola especie de mamífero nativo, 4 otras especies de mamíferos exóticos además del visón (caballos, vacas, cerdos y perros baguales) y una persona (Tabal 2). Igualmente se registró 13 especies de aves nativas (Tabla 2).

La especie de mamífero nativo correspondió a un roedor, el cual no pudimos distinguir con seguridad, pero sospechamos que se trataba de *Abrothrix xanthorhinus*. El 84% de las detecciones de esta especie ocurrió en la estación PNC10, mientras que el resto se repartieron en otras 3 estaciones en Puerto Navarino. Creemos importante destacar la detección de 3 perros baguales (*Canis lupus familiaris*) en la zona de Puerto Navarino. Asimismo, de 4 cerdos (*Sus crofa*) fotografiados. El individuo detectado en Puerto Navarino se trataría de un cerdo asilvestrado, mientras que los individuos detectados en Omora pertenecerían a un poblador de la zona. Numerosos vacunos (*Bos taurus*) fueron detectadas tanto en Puerto Navarino como también en Omora (Tabla 2).

Los tiuques fueron las aves que presentaron mayor detectabilidad, con un total de 123 detecciones y fueron detectados en el 41% de las estaciones operativas (Tabla 2). Si bien en sólo el 16% de las

estaciones, visones y tiuques fueron registrados en la misma cámara, un análisis de homogeneidad nos muestra que las observaciones fueron independientes entre si (X^2= 0,412, gl= 1, p= 0,52), lo cual sugiere que no existe una relación entre la presencia de visones y tiuques.

Chincoles (*Zonotrichia capensis*) y zorzales (*Turdus falcklandii*) también fueron registrados con una alta frecuencia en las cámaras. El 32 y 34% de las estaciones operativas los registró, respectivamente (Tabla 2). Es ambos casos, tanto las detecciones de chincoles y visones (Prueba de contingencia, X^2= 0,007, gl=1, p= 0,93), como las de zorzales y visones (Prueba de contingencia, X^2=0,902, gl= 1, p= 0,34) fueron independientes. Nuevamente, los datos no sugieren una relación entre la presencia de visones y la presencia o ausencia de estas aves y viceversa.

Un individuo de carpintero magallánico (*Campephilus magellanicus*) macho fue registrado en Omora (Estación OC19), y otros dos individuos, un macho y una hembra, fueron registrados en la estación OC07, pero fuera de los 16 días de muestreo determinados para los análisis de este estudio (Anexo, Fig. B). Ambas cámaras también fueron visitadas por visones.

Periodo de actividad

Los visones presentaron un periodo de actividad principalmente nocturno, con dos picos de actividad, a las 5 y a las 23 h. Si bien fueron activos principalmente durante la noche entre las 21 y 7 h, el registro muestra cierto grado de actividad durante las horas de la tarde, entre las 13 y 19 h, quedando un periodo de menos actividad en la mañana entre las 9 y 11 h (Fig. 5).

Latencia a la detección inicial

Calculamos la latencia a la detección inicial para el visón y el tiuque, excluyendo los caranchos, para los cuales obtuvimos sólo 6 detecciones. Los visones presentaron una distribución de la latencia a la detección inicial uniforme (Fig. 6A), con entre 2 y 5 detecciones por día en los primeros 5 días de actividad de las trampas cámara. Luego la cantidad de primeras detecciones decae hasta el día 14 en el cual hubo 3 detecciones. Por su parte, los tiuques presentaron una rápida respuesta a los cebos apareciendo en el 75% de las primeras detecciones dentro de los primeros 4 días del funcionamiento de

Deleted: contingencia

Deleted: Prueba de contingencia,

Deleted: ningún tipo de

Deleted: *h*

Deleted: , e

Deleted: X-cuadrado

Deleted: oras

Deleted: s

Deleted: s

Deleted: s

las cámaras (Fig. 6B). En promedio los tiuques obtuvieron una latencia inicial a la detección de 2,64 (±0,79 Error Estándar) días, mientras que en los visones fue de 5,26 (±0,43 Error Estándar) días.

Si bien la latencia a la detección inicial de visones fue levemente mayor para el Parque Omora comparada con Puerto Navarino (5,86 versus 4,17 días, Fig. 7), dicha diferencia no resultó ser significativa (Prueba de Rangos de Wilcoxon, W= 104,5, p= 0,2986).

El 75% de las cámaras cebadas sólo con pescado fresco (6 de 8) detectó presencia de visones, mientras que el 41% de las cámaras cebadas con pescado enlatado (9 de 22), y el 37% de las cámaras cebadas con combinación de pescado fresco y enlatado (11de 30) registraron visones. Suponiendo que el pescado fresco prevalece sobre el enlatado debido a que tiene mayor durabilidad como atrayente y no se seca tan rápidamente, realizamos un test de independencia para ver si estos 3 tipos de cebos, pescado fresco, pescado enlatado, o el uso de ambos combinados, tenían algún efecto sobre la detectabilidad de visones. Observamos que la detección de visones fue independiente del tipo de cebo usado (Prueba de contingencia, X^2= 3,86, gl= 2, p= 0,14). Del mismo modo, no observamos diferencias en la latencia a la detección inicial entre los 3 tipos de cebos por parte de los visones (Prueba de Kruskal-Wallis, H= 0,5, gl= 2, p= 0,78) (Fig. 8). Estos resultados deben tomarse con precaución ya que el tamaño de la muestra fue bajo, el diseño no fue al azar, ni la proporción de cámaras con cada sebo fue igual en los dos sitios, ya que el tipo de cebo dependió de la disponibilidad de pescado fresco.

Selección de hábitat

En un primer análisis de las distintas variables medidas, no se observó una tendencia clara a la presencia o ausencia de visones (Tabla 3). Solo la cobertura de gramíneas fue significativamente menor para la presencia de visones que para la ausencia y la cobertura de raíces expuestas fue mayor para la presencia de visones que para la ausencia, aunque en este último caso en ninguna de las 56 estaciones consideradas la cobertura de raíces expuestas fue mayor al rango 6-25% y el nivel de significancia es marginal (p = 0.04). Es difícil encontrar una explicación biológica a la mayor detección de visones a menor cobertura de gramíneas, y creemos necesario modificar y revisar las variables de micro-hábitat medidas en torno a la cámara, ya que estos resultados no mostraron una tendencia clara.

Obtuvimos 5 modelos con un mejor ajuste (Tabla 4). Todos estos modelos incluyeron las variables distancia a castorera, tipo de hábitat y cobertura visual de la vegetación. Las otras tres variables, distancia a la costa, altitud, cobertura del estrato arbóreo, no tuvieron un efecto en predecir la detección o no de visones. Basado en el promedio de los coeficientes de los 5 modelos, sólo los arbustos y pastizales presentaron una significancia negativa sobre la detección de visones (Tabla 5). Estos resultados sugieren que los visones no tienen una preferencia definida por las variables estimadas. Sin embargo, pareciera que los visones evitan las áreas abiertas tales como las aéreas cubiertas por arbustales y pastizales (En Tabla 5: Coeficiente: -2,068, p= 0,026) en preferencia de los bosques (Fig. 9).

Discusión

Es importante poder entender la ecología de las especies invasoras para poder diseñar e implementar programas de control y erradicación apropiados. El método de estudio con trampas cámara para detectar la presencia de visones en la isla Navarino resultó ser adecuado. Si bien el método más común es el estudio de signos como huellas y fecas, esta metodología funciona bien para las zonas costeras o las costas de ríos y arroyos, donde el sustrato permite localizar los signos con cierta facilidad (Schüttler *et al.* 2010). Pero encontrar signos en un ambiente tan heterogéneo como el interior del bosque es más dificultoso y las probabilidades de detección de signos seguramente resultan menores en el bosque comparado a las orillas. Se ha demostrado que las estimaciones de abundancias relativas con el uso de signos o el trampeo vivo suele estar sujeto a grandes sesgos resultando en estimaciones imprecisas (Zuberogoitia *et al.* 2006b). En este caso las trampas cámara resultaron ser muy eficaces para detectar la presencia de visones en distintos tipos de ambientes, arrojando gran cantidad de datos con un bajo esfuerzo. Si bien no tenemos datos de abundancia comparables a estimaciones previas, obtuvimos un alto número de detecciones, lo cual sugiere que la población de visones se encuentra saludable y quizás en aumento, tal como lo sugiriera (Schüttler *et al.* 2010). La abundancia parece ser alta y uniforme a lo largo

de la costa norte de la Isla, al menos en los lugares evaluados. Estos datos estimados parecían servir como una buena línea de base para estimar la tendencia poblacional del visón en Navarino a futuro.

Deleted: y e

Deleted: resultaran

Periodo de actividad y latencia a la detección inicial

Los visones son mayormente nocturnos, pero es frecuente que presenten actividad diurna. Por ejemplo, Zuberogoitia *et al.* (2006) registraron entre 40 y 50% de visones activos durante las horas del día, aunque no presentaron datos nocturnos. Se ha planteado que la actividad del visón estaría relacionada con la actividad y disponibilidad de sus presas (Lariviere 1999). Nosotros encontramos que los visones fueron más activos durante la noche, y coincidiendo con un estudio en Polonia, los visones presentaron picos de actividad en la madrugada y al atardecer (Brzeziński *et al.* 2010). Sin embargo, a diferencia de este estudio, los visones en Navarino presentaron menor actividad diurna, registrando < 25% de todas las detecciones entre las 9 y 19 h, mientras que en Polonia Brzeziński *et al.* (2010) registraron entre el 20 y 30% de sus animales con actividad durante las horas del día.

Deleted: s

Deleted: e

Con el fin de obtener un parámetro de abundancia relativa que sirviera como base para el control de la población de visones calculamos el índice de latencia a la detección inicial (Gompper *et al.* 2006). En base a éste índice no detectamos diferencias en los tiempos de latencia entre las zonas de Puerto Navarino y Omora, lo cual sugiere que la población de visones sería similar en estos dos sitios. Esto también se corresponde con la similitud en las proporciones de cámaras que detectaron visones en cada sitio. Además, calculamos la latencia de detección para los tiuques. Estos presentaron en promedio un menor tiempo hasta la primera detección (Tiuques = 2,64 versus visones = 5,26), lo cual muestra su gran abundancia y/o movilidad y capacidad de detectar los cebos (también fueron los animales con mayores detecciones fotográficas). Si bien obtuvimos una alta respuesta de los tiuques a los cebos, la presencia de tiuques y visones o viceversa en una misma estación fueron eventos independientes por lo que no estuvieron relacionados.

Deleted: a

Para cebar las estaciones utilizamos pescado fresco y pescado enlatado o una combinación de ambos según la disponibilidad. El tipo de cebo utilizado en cada estación no fue azaroso, así como tampoco la proporción de pescado fresco y enlatado utilizado entre los 2 sitios de muestreo, por lo que las

comparaciones de efectividad entre un cebo y otro no son estadísticamente correctas y nuestros resultados deben tomarse con precaución. Las cámaras cebadas sólo con pescado fresco resultaron ser las más eficientes a la hora de detectar la presencia de visones, coincidiendo con los resultados de Davis *et al.* (2012). Sin embargo, el número de estaciones fue el más bajo con sólo 8 en total. Pudimos observar que la combinación de pescado fresco y enlatado mostró similares resultados que el pescado enlatado, y la detección de visones fue independiente del tipo de cebo utilizado. Debido a que el pescado enlatado se seca y pierde olor muy rápidamente, hubiéramos esperado obtener mayor éxito con la combinación de pescado fresco y enlatado, siendo que el pescado fresco permanece más tiempo emanando olor. Esto muestra que el alto grado de eficiencia de los cebos de sólo pescado fresco se deba, probablemente, solo al bajo número muestreado. Podemos concluir en base a nuestros resultados que en caso de estar disponible, el pescado fresco es preferible, pero el pescado enlatado no deja de ser eficiente como cebo para visones.

Deleted: ,

Deleted: s

Deleted: o

Deleted: o

Selección de hábitat

En este estudio no encontramos ningún patrón claro en la preferencia de hábitat por parte de los visones. Tal como fuera descrito anteriormente, los visones en Navarino parecen ser generalistas en cuanto a la preferencia por alguna característica del hábitat. Esta gran amplitud de nicho se deba probablemente a la falta de competidores naturales (Schüttler *et al.* 2010).

Los resultados del modelo, mostraron en la misma línea que otros estudios, que en general los visones eluden las áreas abiertas en preferencia de lugares más heterogéneos donde poder ocultarse (Bonesi *et al.* 2006, Halliwell & Macdonald 1996, Schüttler *et al.* 2010). Sin embargo, a diferencia de otros estudios, nosotros encontramos una preferencia de las áreas boscosas por sobre los sectores con arbustos y pastizales (Previtali et al. 1993, Zabala et al. 2007). Pese a los hábitos subacuáticos del visón, nosotros obtuvimos una gran cantidad de detecciones en las zonas boscosas y a importantes distancias de cursos de agua. Es por esto que pensamos que en Navarino los visones dependen menos de los cursos o cuerpos de agua que en otras localidades, patrón que amerita un examen más detallado en el futuro y que pudiera no ser trivial al aplicar medidas de control. Otros estudios han documentado la actividad de

Comment [JJ3]: Indicarlas.

No es posible para esto hacer un histograma con la distancia a la costa (o cursos de agua) vrs la proporción de cámaras y la proporción de cámaras con registros de visón?

visones en zonas terrestres lejos de los cursos de agua. Por ejemplo, Brzeziński *et al.* (2010) encontraron que durante la primavera los visones pasaban un 35% del tiempo en bosques a distancias de hasta 1500 m del curso de agua. En este estudio, esta es la primera vez que se reporta el uso de bosques por parte de los visones en Sudamérica. Sin embargo, un estudio con un muestreo estratificado, con igual cantidad de cámaras por tipo de hábitat será necesario para profundizar más el entendimiento de la selección de hábitat.

Al igual que Schüttler *et al.* (2010), nuestros resultados no mostraron una relación significativa entre las castoreras y la actividad de visones. Esto contradice otros resultados en Europa donde encontraron que los visones hacen uso de las castoreras (Sidorovich et al. 1996, Zurowski & Kammler 1987). Schüttler *et al.* (2010) atribuyeron esto a la menor probabilidad de detección de fecas en las castoreras, sugiriendo que los visones si usan las castoreras, pero ellos no pudieron encontrar signos. Este estudio confirma los resultados de Schüttler *et al.* (2010), apuntando a que no fue un problema del tipo de evidencia. Quizás exista una explicación ecológica, siendo la falta de alimento el factor por el cual los visones no utilicen estas zonas en Navarino, a diferencia de los estudios en Europa donde los ríos poseen una mayor variedad y abundancia de especies dulciacuícolas.

La selección de hábitat por parte del visón ha sido asociada a diversos factores, entre ellos, riesgo de depredación y competencia interespecífica, pero parece que la abundancia y distribución de las presas juega un papel importante (Halliwell & Macdonald 1996, Yamaguchi *et al.* 2003, Zabala *et al.* 2007). La plasticidad adaptativa y dieta generalista del visón probablemente le permiten adaptarse a gran cantidad de hábitats, preferentemente donde hay más abundancia de presas. Es probable que en Navarino la abundancia de presas sea un factor determinante en la selección de hábitat, lo cual explicaría en parte el porqué los visones elijen adentrarse en el bosque. De ser cierto, esto aumenta la amenaza de depredación sobre las aves de bosque. Esta hipótesis amerita ser estudiada en un futuro cercano.

Deleted: import

Deleted: a

Una nueva amenaza para las aves del bosque

El hecho de que el visón no tenga competidores ni enemigos naturales en isla Navarino, lo coloca como un nuevo depredador tope en un ecosistema donde la mayoría de las presas son ingenuas a la depredación.

La evolución de las aves en territorios libre de depredadores terrestres podría resultar en la falta de comportamientos antidepredatorios (Schüttler *et al.* 2009). De hecho, ciertas aves que en el continente suelen anidar a cierta altura del suelo, en Navarino lo hacen con frecuencia sobre el suelo (Rozzi & Jiménez 2013). Del mismo modo, se ha observado que en Tierra del Fuego, donde existen depredadores naturales tales como zorros, las aves son un ítem secundario en la diera del visón, seguramente debido a que las aves presentan comportamientos antidepredatorios (Gómez *et al.* 2010). Sin embargo, las aves representan un ítem importante en la dieta del visón en la isla Navarino, entre un 20 y un 43% de la biomasa consumida, dependiendo de la época del año (Ibarra *et al.* 2009, Schüttler *et al.* 2008). Nosotros detectamos gran cantidad de aves en el suelo (un total de 240 detecciones de aves) que son potenciales presas de visones, al mismo tiempo que una marcada actividad de estos en las zonas boscosas de la isla. Asimismo, en dos estaciones detectamos la presencia de carpinteros sobre troncos en el suelo, donde también obtuvimos detecciones de visones. Disponemos de otra evidencia producto de estudios de telemetría y de observaciones directas, que los visones efectivamente pueden depredar sobre carpinteros. Hipotetizamos que debido la falta de presas en los ríos de la isla y la saturación de territorios con visones en las costas, éstos estarían están expandiendo sus nichos hacia las zonas boscosas lejos de los cursos de agua. Dada la gran plasticidad ecológica del visón, esta especie invasora es sin duda una nueva amenaza no sólo para las aves que anidan en la costa (Schüttler *et al.* 2009), sino también para las aves que habitan el bosque, y en especial para el carpintero magallánico, con todo lo que esto implica dada la importancia ecológica de esta ave así como en la cultura y la economía de la isla a través del ecoturismo (Jiménez *et al.*, enviado).

Consideramos fundamental incrementar el conocimiento sobre la ecología del visón en isla Navarino. Este estudio piloto arrojó nueva información a partir de la cual se definirán nuevas líneas de investigación para conocer más sobre el efecto de los visones en la comunidad de aves del bosque, entender mejor su uso del hábitat, con el fin de poder mejorar las estrategias, y los planes de control y erradicación del visón.

Deleted: o

Deleted: a

Recomendaciones de manejo

Programas de control y manejo en otras zonas del mundo muestran que si bien la erradicación de visones en zonas continentales es difícil (Bonesi & Palazon 2007), en islas es más factible. Los programas de trampeo son efectivos cuando están bien programados y se hacen a largo plazo. Varios ejemplos en Europa muestran que las poblaciones del visón se pueden mantener controladas (Melero et al. 2010) o incluso llegar a ser erradicadas (Bonesi & Palazon 2007, Bryce *et al.* 2011).

En este estudio, además de visones documentamos la presencia de otras especies exóticas para la isla como son los perros y cerdos. También avistamos un gato asilvestrado recorriendo las estaciones. La existencia de estos animales es otra gran amenaza para la fauna nativa (Schüttler *et al.* 2009). Sin embargo, la baja detección podría indicar que las acciones de control por parte del SAG sobre estas especies están siendo efectivas, ya que 28 perros y 25 cerdos fueron eliminados en el año 2007 (SAG-FONDEMA 2008). Continuar con estos programas de control resulta primordial para evitar que estos animales aumenten sus tamaños poblacionales.

Aunque hoy en día los programas de control del visón están focalizados principalmente sobre la línea de costa de la isla Navarino y en menor medida sobre los cursos de agua de los principales ríos (Caicheo 2010, SAG-FONDEMA 2008), nuestros resultados indican que es importante comenzar a contemplar los bosques como zonas de trampeo activo. Los visones representan una gran amenaza para las aves del bosque, y en especial para el carpintero magallánico (Jiménez *et al.*, datos no publicados), una especie carismática y ecológicamente importante para el funcionamiento del ecosistema de la isla Navarino. Ampliar los planes de control parece ser crucial para evitar la extinción local de esta y otras especies de aves.

Es importante también lograr implementar a futuro un diseño que permita estimar las abundancias relativas de visones, con el fin de lograr cuantificar de manera objetiva la efectividad de los trampeos en la isla. Creemos que el uso de cámaras trampa es una buena metodología ya que son fáciles de operar y pueden acumular información en el tiempo al poder dejarse activas durante todo el año con un mínimo de esfuerzo, ya que estas cámaras poseen gran eficiencia en el uso de energía y por lo tanto un bajo consumo

de baterías. Los costos de adquisición inicial de las unidades se amortizan rápidamente con la gran información que generan y que no se puede obtener de otra forma.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado por el Programa de Conservación Biocultural Subantártico de la Universidad de North Texas y de la Universidad de Magallanes. Agradecemos el apoyo del Parque Omora así como al Instituto de Ecología y Biodiversidad. Deseamos expresar nuestros agradecimientos a Sebastián Medina, Francisca Bustamante, Irán Román, Daniel Casado, Nastassja Noell y en especial de Omar Barroso por su colaboración en los trabajos de campo. También queremos expresar nuestra gratitud a Cristian Soto del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) por compartir sus conocimientos en cuanto a los visones en la isla y proveernos de los informes que ellos elaboraron, asi como a un pescador local que nos proveyó de pescado fresco.

Deleted: y

Literatura Citada

Anderson, C.B., R. Rozzi, J.C. Torres-Mura, S.M. McGehee, M.F. Sherriffs, E. Schüttler & A.D. Rosemond. 2006. Exotic vertebrate fauna in the remote and pristine Sub-Antarctic Cape Horn archipelago, Chile. *Biodiversity and Conservation* 15: 3295–3313.

Atkinson, I. 1996. Introductions of wildlife as a cause of species extinctions. *Wildlife Biology* 2: 135–141.

Bonesi, L. & S. Palazon. 2007. The American mink in Europe: status, impacts, and control. *Biological Conservation* 134: 470–483.

Bonesi, L., L.A. Harrington, T. Maran, V.E. Sidorovich & D.W. Macdonald. 2006. Demography of three populations of American mink *Mustela vison* in Europe. *Mammal Review* 36: 98–106.

Bryce, R., M.K. Oliver, L. Davies, H. Gray, J. Urquhart & X. Lambin. 2011. Turning back the tide of American mink invasion at an unprecedented scale through community participation and adaptive management. *Biological Conservation* 144: 575–583.

Brzeziński, M., M. Marzec & M. Żmihorski. 2010. Spatial distribution, activity, habitat selection of American mink (*Neovison vison*) and polecats (*Mustela putorius*) inhabiting the vicinity of eutrophic lakes in NE Poland. *Folia Zoologica* 59: 183–191.

Burnham, K.P. & D.R. Anderson. 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. 2nd ed. Springer-Verlag, New York, U.S.A.

Caicheo, A.M. 2010. Plan de acción para el control del visón norteamericano (*Neovison vison*), especie invasora en la isla Navarino, Reserva de Biosfera Cabo de Hornos, XIIª Región, Chile. Puerto Williams, Chile.

Courchamp, F., J-L. Chapuis & M. Pascal. 2003. Mammal invaders on islands: impact, control and control impact. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 78: 347–383.

Deleted: Bibliografía

Formatted: English (U.S.)

Deleted:

Deleted:

Deleted:

Deleted: g

Deleted:

Deleted: ,

Deleted:

Formatted: English (U.S.)

Comment [JJ4]: Intuitivamente me parece que esto debería ser al revés????

Moved (insertion) [1]

Deleted: ,

Deleted:

Deleted: a.

Deleted:

Deleted: ,

Deleted:

Formatted: Font: Italic

Moved up [1]: Bonesi, L., & S. Palazon. 2007. The American mink in Europe: status, impacts, and control. *Biological Conservation* 134: 470–483.¶

Deleted:

Deleted: ,

Deleted: ,

Deleted: .

Deleted:

Deleted: ,

Deleted:

Formatted: Superscript

Deleted:

Formatted: English (U.S.)

Deleted:

Formatted: Superscript

Deleted: ,

Formatted: Font: Italic

Deleted: *r*

Formatted: Font: Italic

Croll, D.A., J.L. Maron, J.A. Estes, E.M. Danner & G.V. Byrd. 2005. Introduced predators transform subarctic islands from grassland to tundra. *Science* 307: 1959–1961.

Davis, E.F., C.B. Anderson, A.E.J. Valenzuela, J.L. Cabello & N. Soto. 2012. American mink (*Neovison vison*) trapping in the Cape Horn Biosphere Reserve: enhancing current trap systems to control an invasive predator. *Acta Zoologica Fennica* 49: 18–22.

Delibes, M., M. Clavero, J. Prenda, M. del C. Blázquez & P. Ferreras. 2004. Potential impact of an exotic mammal on rocky intertidal communities of northwestern Spain. *Biological Invasions* 6: 213–219.

Didham, R.K., J.M. Tylianakis, M.A. Hutchison, R.M. Ewers & N.J. Gemmell. 2005. Are invasive species the drivers of ecological change? *Trends in Ecology & Evolution* 20: 470–474.

Fasola, L., J. Muzio & C. Chehébar. 2011. Range expansion and prey use of American mink in Argentinean Patagonia: dilemmas for conservation. *European Journal of Wildlife Research* 57: 283–294.

Gomez, J.J., A.C. Gozzi, D.W. Macdonald, E. Gallo, D. Centrón & M.H. Cassini. 2010. Interactions of exotic and native carnivores in an ecotone, the coast of the Beagle Channel, Argentina. *Polar Biology* 33: 1371–1378.

Gompper, M., R. Kays & J. Ray. 2006. A comparison of noninvasive techniques to survey carnivore communities in northeastern North America. *Wildlife Society Bulletin* 34: 1142–1151.

Halliwell, E. & D. Macdonald. 1996. American mink *Mustela vison* in the Upper Thames catchment: relationship with selected prey species and den availability. *Biological Conservation* 76: 51–56.

Ibarra, J.T., L. Fasola, D.W. Macdonald, R. Rozzi & C. Bonacic. 2009. Invasive American mink *Mustela vison* in wetlands of the Cape Horn Biosphere Reserve, southern Chile: what are they eating? *Oryx* 43: 87–90.

Jaksic, F., J. Iriarte, J.E. Jiménez & D. Martínez. 2002. Invaders without frontiers: cross-border invasions of exotic mammals. *Biological Invasions* 4: 157–173.

Korhonen, L., K. Korhonen, M. Rautiainen & P. Stenberg. 2006. Estimation of forest canopy cover: a comparison of field measurement techniques. *Silva Fennica* 40: 577–588.

Deleted:
Deleted:
Deleted:
Deleted:
Deleted: ,
Deleted:
Formatted ...
Deleted:
Deleted:
Deleted:
Deleted:
Deleted:
Deleted: ,
Deleted: ,
Deleted:
Deleted:
Deleted:
Deleted:
Deleted: ,
Deleted:
Formatted ...
Deleted: *e*
Deleted: *e*
Formatted ...
Deleted: ,
Formatted ...
Deleted:
Deleted:
Deleted:
Deleted: ,
Deleted:
Deleted: ,
Deleted: ,
Formatted ...
Formatted ...
Deleted:
Deleted:
Deleted: ,
Formatted ...
Deleted:
Deleted: ,
Deleted: *i*
Deleted: ,

Lariviere, S. 1999. *Mustela vison*. *Mammalian Species* 608: 1–9.

Macdonald, D. & L. Harrington. 2003. The American mink: the triumph and tragedy of adaptation out of context. *New Zealand Journal of Zoology* 30: 421–441.

Macdonald, D.W. & M. Thom. 2001. Alien carnivores: unwelcome experiments in ecological theory. Pp. 93–122 *in* Gittleman, J., S. Funk, D. Macdonald & R. Wayne (eds). Carnivore Conservation. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

McCullagh, P. & J.A. Nelder. 1989. Generalized Linear Models. Chapman & Hall, London.

Medina-Vogel, G., M. Barros, J. F. Organ & L. Bonesi. 2013. Coexistence between the southern river otter and the alien invasive North American mink in marine habitats of southern Chile. *Journal of Zoology* 290: 27–34.

Melero, Y., S. Palazón, L. Bonesi & J. Gosàlbez. 2010. Relative abundance of culled and not culled American mink populations in northeast Spain and their potential distribution: are culling campaigns effective? *Biological Invasions* 12: 3877–3885.

Mittermeier, R.A., C. Mittermeier, P. Robles-Gil, J. Pilgrim, G. Fonseca, T. Brook & W. Konstant. 2002. Wilderness: Earth's last wild places. CEMEX–Conservation International, Washington, D.C., USA.

Pescador, M., S. Díaz & S. Peris. 2012. Abundances of waterbird species on lakes in Argentine Patagonia as a function of season, lake size and the presence of mink. *Hydrobiologia* 697: 111–125.

Pisano, E. 1977. Fitogeografía de Fuego-Patagonia chilena. I. Comunidades vegetales entre las latitudes 52° y 56° S. *Anales del Instituto de la Patagonia* 8: 121–250.

Previtali, A., M.H. Cassini & D.W. Macdonald. 1993. Habitat use and diet of the American mink (*Mustela vison*) in Argentinian Patagonia. *Journal of Zoology* 246: 482–486.

R Development Core Team. 2011. R: A language and environment for statistical computing. Available at ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.R-project.org/.

Reaser, J.K., L.A. Meyerson, Q. Cronk, M. De Poorter, L.G. Eldrege, E. Green, M. Kairo, P. Latasi, R.N. Mack, J. Mauremootoo, D. O'Dowd, W. Orapa, S. Sastroutomo, A. Saunders, C. Shine, S. Thrainsson

Formatted: Font: Italic

Deleted: ,

Deleted:

Deleted: ,

Formatted: Font: Italic

Deleted: *e*

Deleted: ,

Deleted: ,

Deleted:

Formatted: Spanish (International Sort)

Deleted: ,

Comment [JJ5]: Esta bien el acento asi como esta?

Formatted: Spanish (International Sort)

Deleted: ,

Formatted: Spanish (International Sort)

Deleted:

Deleted: ,

Formatted: Spanish (International Sort)

Deleted: ,

Deleted:

Deleted: ,

Deleted:

Deleted: .

Deleted: . *Lond.*

Deleted:

Deleted: .

Deleted: a

Deleted:

Deleted:

Deleted: ,

& L. Vaiutu. 2007. Ecological and socioeconomic impacts of invasive alien species in island ecosystems. *Environmental Conservation* 34: 1–14.

Rozzi, R., & J.E. Jiménez. 2013. Magellanic Sub-Antarctic ornithology, first decade of bird studies at the Omora Ethnobotanical Park, Cape Horn Biosphere Reserve. University of North Texas press, Denton, TX, USA.

Rozzi, R., F. Massardo, C.B. Anderson, K. Heidinger & J.A. Silander. 2006. Ten principles for biocultural conservation at the southern tip of the Americas: the approach of the Omora Ethnobotanical Park. *Ecology and Society* 11: 43-70.

Rozzi, R., F. Massardo, A. Berghöfer, C. Anderson, A. Mansilla, M. Mansilla, J. Plana, U. Berghöfer, P. Araya & E. Barros. 2006. Cape Horn Biosphere Reserve: nomination document for the incorporation of the Cape Horn Archipelago territory into the Word Biosphere Reserve Network. MaB Program–UNESCO. Ediciones de la Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile.

Rozzi, R. & M.F. Sherriffs. 2003. El visón (*Mustela vison* Schreber, Carnivora: Mustelidae), un nuevo mamífero exótico para la Isla Navarino. *Anales del Instituto de la Patagonia* 31: 97–104.

SAG-FONDEMA. 2008. Programa control del visón en la provincia Antártica chilena. Punta Arenas, Chile.

Sax, D. & S. Gaines. 2008. Species invasions and extinction: the future of native biodiversity on islands. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105: 11490–11497.

Sax, D.F., S.D. Gaines & J.H. Brown. 2002. Species invasions exceed extinctions on islands worldwide: a comparative study of plants and birds. *The American Naturalist* 160: 766–83.

Schüttler, E., J. Cárcamo & R. Rozzi. 2008. Diet of the American mink *Mustela vison* and its potential impact on the native fauna of Navarino Island, Cape Horn Biosphere Reserve, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 81: 585–598.

Schüttler, E., J.T. Ibarra, B. Gruber, R. Rozzi & K. Jax. 2010. Abundance and habitat preferences of the southernmost population of mink: implications for managing a recent island invasion. *Biodiversity and Conservation* 19: 725–743.

Deleted:
Formatted: Spanish (International Sort)
Deleted:
Deleted: ,
Deleted:
Deleted: P
Deleted: B
Deleted: C
Deleted: S
Deleted: T
Deleted: A
Deleted: ,
Deleted: ,
Deleted:
Deleted: i
Deleted: o
Formatted: English (U.S.)
Deleted:
Deleted:
Deleted: ,
Deleted:
Deleted: Sax, D., & S. Gaines. 2008. Species invasions and extinction: the future of native biodiversity on islands. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105: 11490–11497.¶
Deleted: a
Deleted: a
Deleted: ,
Formatted: Font: Italic
Deleted:
Deleted:
Deleted:
Deleted: ,

Schüttler, E., R. Klenke, S. McGehee, R. Rozzi & K. Jax. 2009. Vulnerability of ground-nesting waterbirds to predation by invasive American mink in the Cape Horn Biosphere Reserve, Chile. *Biological Conservation* 142: 1450–1460.

Sidorovich, V., B. Jedrzejewska & W. Jedrzejewski. 1996. Winter distribution and abundance of mustelids and beavers in the river valleys of Białowieza Primeval Forest. *Acta Theriologica* 41: 155–170.

Valenzuela, A.F.J., C.B. Anderson, L. Fasola & J.L. Cabello. 2013. Linking invasive exotic vertebrates and their ecosystem impacts in Tierra del Fuego to test theory and determine action. *Acta Oecologica* XXX: 1-9.

Vitousek, P., C. D'Antonio, L. Loope, M. Rejmánek & R. Westbrooks. 1997. Introduced species: a significant component of human-caused global change. *New Zealand Journal of Zoology* 21: 1–16.

Wilcove, D.S., D. Rothstein, J. Dubow, A. Phillips & E. Losos. 1998. Threats to imperiled quantifying species in the United States. *BioScience* 48: 607–615.

Yamaguchi, N., S. Ruston & D.W. Macdonald. 2003. Habitat preferences of feral American mink in the Upper Thames. *Journal of Mammalogy* 84: 1356–1373.

Zabala, J., I. Zuberogoitia & J.A. Martínez-Climent. 2007. Winter habitat preferences of feral American mink *Mustela vison* in Biscay, Northern Iberian Peninsula. *Acta Theriologica* 52: 27–36.

Zuberogoitia, I., J. Zabala & J.A. Martínez. 2006. Diurnal activity and observations of the hunting and ranging behaviour of the American mink (*Mustela vison*) la vison. *Mammalia* 2006: 310–312.

Zúñiga, A.H. & J.E. Jiménez. 2010. Uso de técnicas no invasivas en el estudio ecológico de carnívoros: un análisis cuantitativo. *Gestión Ambiental* 19: 67–96.

Zurowski, W. & J. Kammler. 1987. American mink (*Mustela vison* Schreber, 1777) in beaver's sites. *Przeglad Zoology* 31: 513–521.

Deleted: ,
Deleted: i
Deleted:
Deleted:
Deleted:
Deleted: ,
Deleted:
Deleted: xx
Deleted: ,
Deleted:
Deleted: ,
Deleted: I
Deleted: Q
Deleted: S
Deleted: ,
Deleted:
Formatted: Spanish (International Sort)
Deleted: ,
Deleted:
Deleted: c
Formatted: Font: Italic
Deleted:
Formatted: Spanish (International Sort)
Deleted: ,
Deleted:
Deleted: xx
Deleted:
Deleted: ,
Deleted:
Deleted: ,

Tabla 1. Sitio, coordenadas geográficas, fecha de instalación y retiro, días de actividad, cebo utilizado y altitud de las 60 estaciones de trampas cámara para el estudio del visón exótico en isla Navarino, Chile.

Sitio	PtoID	UTM		Fecha	Fecha	Días	Cebo	Altitud	Observaciones
		N	E	instalación	retiro	activa			
Puerto Navarino	PNC01	544339	3913223	2-Feb-13	19-Feb-13	16	pescado fresco y enlatado	27	
	PNC02	544283	3912728	2-Feb-13	19-Feb-13	16	pescado fresco y enlatado	14	
	PNC03	544325	3912211	2-Feb-13	19-Feb-13	16	pescado fresco y enlatado	38	
	PNC04	544329	3911720	2-Feb-13	19-Feb-13	16	pescado fresco y enlatado	152	
	PNC05	544756	3912995	2-Feb-13	19-Feb-13	16	pescado fresco y enlatado	24	
	PNC06	544768	3912448	2-Feb-13	19-Feb-13	16	pescado fresco y enlatado	15	
	PNC07	544757	3911966	2-Feb-13	19-Feb-13	0	pescado fresco y enlatado	133	Cámara no funcionó
	PNC08	544780	3911469	2-Feb-13	19-Feb-13	16	pescado fresco y enlatado	302	
	PNC09	545194	3912698	3-Feb-13	21-Feb-13	17	pescado enlatado	42	
	PNC10	545090	3912244	3-Feb-13	21-Feb-13	17	pescado enlatado	54	
	PNC11	545183	3911800	3-Feb-13	21-Feb-13	17	pescado enlatado	159	
	PNC12	545626	3912972	4-Feb-13	21-Feb-13	16	pescado enlatado	1	
	PNC13	545629	3912465	4-Feb-13	21-Feb-13	16	pescado enlatado	29	
	PNC14	545631	3911945	4-Feb-13	21-Feb-13	16	pescado enlatado	126	
	PNC15	545621	3911455	4-Feb-13	21-Feb-13	16	pescado enlatado	244	
	PNC16	546055	3913221	4-Feb-13	21-Feb-13	7	pescado enlatado	4	Cámara agotó batería
	PNC17	546034	3912721	4-Feb-13	21-Feb-13	16	pescado enlatado	8	
	PNC18	546053	3912224	4-Feb-13	21-Feb-13	0	pescado enlatado	61	Cámara no funcionó
	PNC19	546057	3911723	4-Feb-13	21-Feb-13	16	pescado enlatado	244	
	PNC20	546479	3912982	3-Feb-13	20-Feb-13	16	pescado enlatado	2	
	PNC21	546484	3912481	3-Feb-13	20-Feb-13	16	pescado enlatado	30	
	PNC22	546499	3911988	3-Feb-13	20-Feb-13	16	pescado enlatado	142	
	PNC23	546501	3911453	3-Feb-13	20-Feb-13	16	pescado enlatado	307	
	PNC24	546934	3913212	3-Feb-13	20-Feb-13	16	pescado enlatado	9	
	PNC25	546924	3912710	3-Feb-13	20-Feb-13	16	pescado enlatado	38	

Deleted: la

Deleted: I

	PNC26	546917	3912214	3-Feb-13	20-Feb-13	16	pescado enlatado	128	
	PNC27	546894	3911721	3-Feb-13	20-Feb-13	16	pescado enlatado	278	
	PNC28	547358	3912968	3-Feb-13	20-Feb-13	16	pescado enlatado	101	
	PNC29	547363	3912457	3-Feb-13	20-Feb-13	16	pescado enlatado	68	
	PNC30	547344	3911952	3-Feb-13	20-Feb-13	16	pescado enlatado	128	
Parque Omora	OC01	584149	3910689	23-Feb-13	20-Mar-13	24	pescado fresco y enlatado	34	
	OC02	584195	3910205	23-Feb-13	21-Mar-13	25	pescado fresco y enlatado	178	
	OC03	583732	3910965	24-Feb-13	20-Mar-13	23	pescado fresco y enlatado	25	
	OC04	584603	3910959	23-Feb-13	20-Mar-13	24	pescado fresco y enlatado	5	
	OC05	584570	3910485	23-Feb-13	21-Mar-13	25	pescado fresco y enlatado	60	
	OC06	584600	3909960	23-Feb-13	21-Mar-13	25	pescado fresco y enlatado	231	
	OC07	585029	3910724	23-Feb-13	20-Mar-13	24	pescado fresco y enlatado	17	
	OC08	585015	3910225	23-Feb-13	21-Mar-13	25	pescado fresco y enlatado	101	
	OC09	584989	3909763	23-Feb-13	21-Mar-13	25	pescado fresco y enlatado	261	
	OC10	585474	3910951	23-Feb-13	20-Mar-13	24	pescado fresco y enlatado	3	
	OC11	585473	3910480	24-Feb-13	20-Mar-13	23	pescado fresco y enlatado	48	
	OC12	585460	3909973	23-Feb-13	21-Mar-13	25	pescado fresco y enlatado	132	
	OC13	585478	3909466	23-Feb-13	21-Mar-13	25	pescado fresco y enlatado	402	
	OC14	585891	3910718	24-Feb-13	20-Mar-13	23	pescado fresco y enlatado	25	
	OC15	585902	3910215	24-Feb-13	21-Mar-13	24	pescado fresco y enlatado	100	
	OC16	585935	3909703	25-Feb-13	21-Mar-13	23	pescado fresco	233	
	OC17	585917	3909184	25-Feb-13	21-Mar-13	23	pescado fresco	187	
	OC18	586360	3911922	24-Feb-13	20-Mar-13	23	pescado fresco y enlatado	16	
	OC19	586326	3911466	24-Feb-13	20-Mar-13	23	pescado fresco y enlatado	9	
	OC20	586322	3910957	24-Feb-13	20-Mar-13	23	pescado fresco y enlatado	14	
	OC21	586334	3910472	24-Feb-13	20-Mar-13	23	pescado fresco y enlatado	21	
	OC22	586323	3909980	25-Feb-13	21-Mar-13	23	pescado fresco	137	
	OC23	586335	3909442	25-Feb-13	21-Mar-13	23	pescado fresco	124	
	OC24	586707	3912130	24-Feb-13	20-Mar-13	5	pescado fresco y enlatado	23	Cámara agotó batería
	OC25	586756	3911711	24-Feb-13	20-Mar-13	23	pescado fresco y enlatado	5	
	OC26	586774	3911215	24-Feb-13	20-Mar-13	23	pescado fresco y enlatado	24	

OC27	586775	3910695	25-Feb-13	20-Mar-13	22	pescado fresco	23
OC28	586771	3910214	25-Feb-13	20-Mar-13	22	pescado fresco	72
OC29	586826	3909691	25-Feb-13	21-Mar-13	23	pescado fresco	114
OC30	586752	3909205	25-Feb-13	21-Mar-13	23	pescado fresco	185

Tabla 2. Visitas de fauna detectada (>60 min entre detecciones de la misma especie en la misma estación) usando trampas cámara en 58 estaciones localizadas en la isla Navarino, entre el 3 de Febrero y el 11 de Marzo de 2013. Para el análisis se consideraron 16 días, obteniendo un total de 439 noches trampa para Puerto Navarino y 469 noches trampa para Omora (Una trampa en Puerto Navarino funcionó 7 días y una trampa en Omora funcionó 5 días).

Especies	Puerto Navarino			Omora			Total		
	Visitas detectadas	% cámaras con detecciones	Visitas detectadas /100 trampas*noche	Visitas detectadas	% cámaras con detecciones	Visitas detectadas /100 trampas*noche	Visitas detectadas	% cámaras con detecciones	Visitas detectadas /100 trampas*noche
Mamíferos									
Vison (*Neovison vison*)	32	46	7,3	46	46	9,8	78		8,6
Vacuno (*Bos taurus*)	12	18	2,7	25	20	5,3	37		4,1
Cerdo (*Sus crofa*)	1	4	0,2	2	3	0,4	3		0,3
Caballo (*Eqqus domesticus*)	0	0	0,0	1	3	0,2	1		0,1
Perro (*Canis lupus familiaris*)	3	4	0,7	0	0	0,0	3		0,3
Personas	0	4	0,0	1	3	0,2	1		0,1
Roedor *	42	7	9,6	1	3	0,2	43		4,7
Aves									
Bandurria (*Theristicus melanopis*)	5	7	1,1	4	10	0,9	9		1,0
Carancho (*Caracara plancus*)	4	7	0,9	2	3	0,4	6		0,7
Carpintero magallánico (*Campephilus magellanicus*)	0	0	0,0	1	3	0,2	1		0,1
Caiquén (*Chloephaga picta*)	0	0	0,0	4	3	0,9	4		0,4
Tiuque (*Milvago chimango*)	35	36	8,0	88	43	18,8	123		13,5
Chincol (*Zonotrichia capensis*)	36	50	8,2	9	13	1,9	45		5,0
Cometocino patagónico (*Phrygilus patagonicus*)	2	7	0,5	0	0	0,0	2		0,2

Deleted: o

Deleted: o

Comment [JJ6]: Ojo con los márgenes

Comment [JJ7]: Esta columna no tiene datos?

Comment [JJ8]: Ojo que en texto usas Polyborus

Deleted: *h*

Jote (*Cathartes aura*)	2	4	0,5	0	0	0,0	2	0,2
Rayadito (*Aphrastura spinicauda*)	0	0	0,0	2	3	0,4	2	0,2
Chercán (*Troglodytes aedon*)	4	4	0,9	0	0	0,0	4	0,4
Churrete (*Cinclodes fuscus*)	0	0	0,0	3	3	0,6	3	0,3
Zorzal (*Turdus falcklandii*)	14	32	3,2	16	33	3,4	30	3,3
Peuquito (*Accipiter chilensis*)	1	4	0,2	0	0	0,0	1	0,1
Aves no determinadas	4	7	0,9	4	10	0,9	8	0,9

* Especie no determinada (posiblemente se trate de *Abrothrix xanthorhinus*)

Tabla 3. Respuesta de distintas variables a la presencia/ausencia de detecciones de visones por las trampas cámara durante Febrero y Marzo de 2013, en isla Navarino, Chile.

	Presencia de visón				Ausencia de visón				Prueba de rangos de Wilcoxon
	Promedio	Error estándar	Min.	Máx.	Promedio	Error estándar	Min.	Máx.	
Altitud (metros)	97,65	17,47	3	402	98,57	16,36	1	307	p=0,94
Pendiente (grados)	16,54	1,98	0	45	23,00	2,91	0	40	p=0,11
Nro. de troncos caídos	27,85	3,73	2	51	24,57	2,64	0	66	p=0,58
Nro. de troncos en pie	16,65	3,54	0	83	14,46	3,48	2	76	p=0.26
Obstrucción visual de la vegetación (%)	64	4	0	100	60	4	0	100	p=0,63
% cobertura **									
Arbustos	0,62	0,15	0	3	0,77	0,16	0	2	p= 0,59
Rocas	0,35	0,12	0	1	0,47	0,09	0	2	p=0,22
Gramíneas	0,77	0,15	0	1	1,37	0,19	0	3	p=0,01*
Herbáceas	2,27	0,25	1	4	2,17	0,20	0	4	p=0,77
Suelo desnudo	0,08	0,05	0	1	0,20	0,07	0	1	p=0,19
Raíces expuestas	0,85	0,07	0	2	0,60	0,10	0	1	p=0,04*
Agua	0,12	0,06	0	1	0,07	0,05	0	1	p=0,5
Materia orgánica	2,27	0,23	1	4	2,03	0,21	0	4	p=0,3
Dosel arbóreo (%)	72,73	6,17	0	100	65,60	6,30	0	100	p=0,5
Distancia Costa (m)	312,50	47,30	18	1785	300,67	39,75	10	2005	p=0,6
Distancia Castorera (m)	801,85	117,75	0	871	734,07	87,03	4	926	p=0,9

* Indica significancia a un α= 0,05

** 5 categorías: 0: 0-5%; 1: 6-25%; 2: 26-50%; 3: 51-75%; 4: 76-100% de cobertura.

Deleted: -
Deleted:
Deleted: a
Deleted: -
Deleted: a
Deleted: -
Deleted: a
Deleted: -
Deleted: a
Deleted: y
Deleted: -
Deleted: a

Tabla 4. Listado de modelos competitivos (ΔAICc < 2) usados para investigar la preferencia de hábitat por parte de los visones en isla Navarino, durante Febrero y Marzo de 2013.

Modelo	Parámetros estimados	AICc	ΔAICc	Peso
TH	4	178,97	0,00	0,26
OVV + TH	5	179,16	0,19	0,24
DC + TH	5	180,04	1,07	0,15
Modelo nulo	2	180,25	1,29	0,14
OVV + DC + TH	6	180,63	1,66	0,11

Modelo completo: DC + Distancia costa + Altura + Cobertura arbórea + TH + OVV

Variables: TH: tipo de hábitat; OVV: obstrucción visual de vegetación; DC: distancia a castorera

Tabla 5. Coeficientes, errores estándar ajustados, valor p de significancia e importancia de las variables promediadas de la lista de modelos competitivos que explican la preferencia de hábitat de los visones en isla Navarino durante Febrero y Marzo de 2013. Las variables de tipo de hábitat están comparadas a la variable de base: bosque maduro.

Variable	Coeficiente	Error estándar ajustado	*p*	Importancia
TH Bosque Secundario	0,299	0,488	0,539	0,85
TH Arbustos y Pastizales	-2,068	0,932	0,026*	0,85
OVV	1,675	1,119	0,134	0,39
DC	0,001	0,001	0,257	0,30

Variables: TH: tipo de hábitat; OVV: obstrucción visual de vegetación; DC: distancia a castorera

* Indica significancia a un α= 0,05

Figura 1. Sitios de instalación de las trampas cámara entre el 2 de Febrero y el 11 de Marzo de 2013 en isla Navarino, Chile. A: Puerto Navarino; B: Parque Etnobotánico Omora.

Comment [JJ9]: A y B no están marcados

Deleted: -

Deleted: -

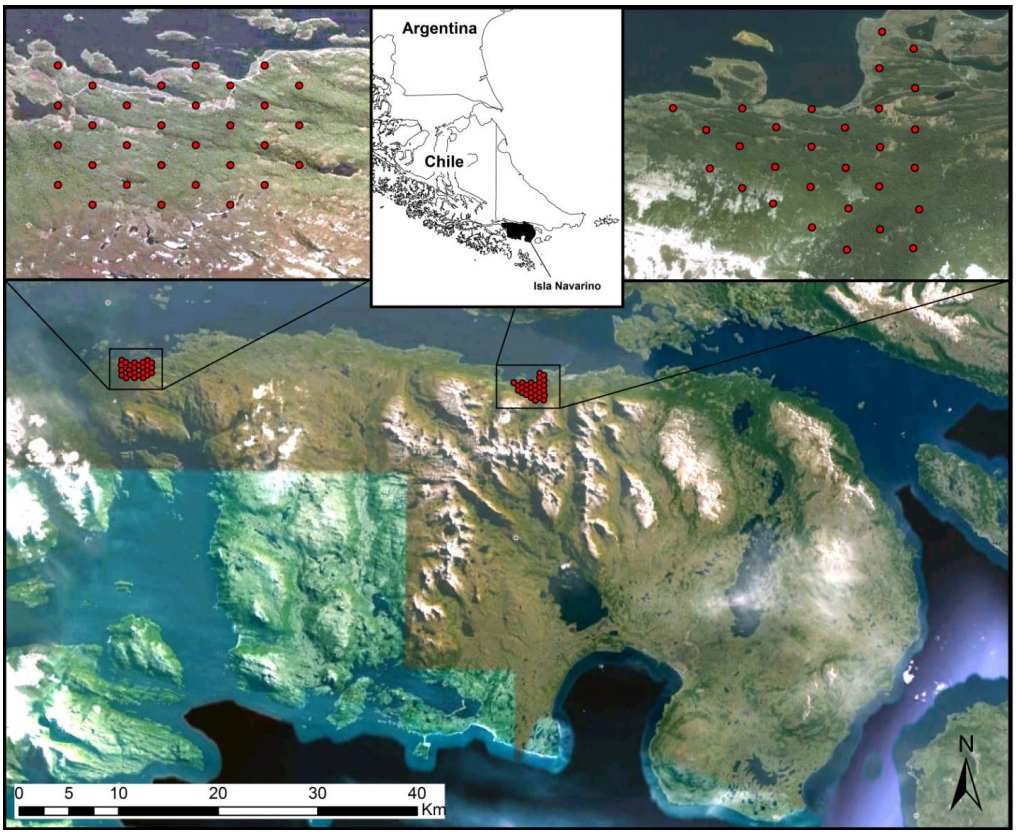


Figura 2. Presencia/ausencia de visones registrados por trampas cámara localizadas en Puerto Navarino. El número corresponde al número de estación.

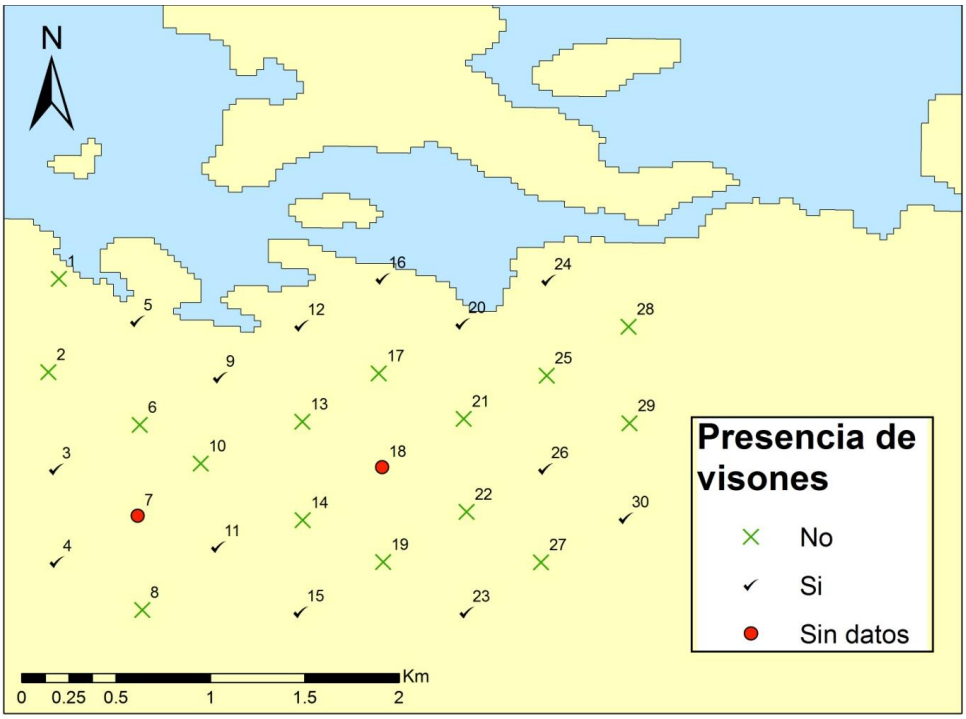


Figura 3. Presencia/ausencia de visones registrados por trampas cámara localizadas en el Parque Etnobotánico Omora. El número corresponde al número de estación.

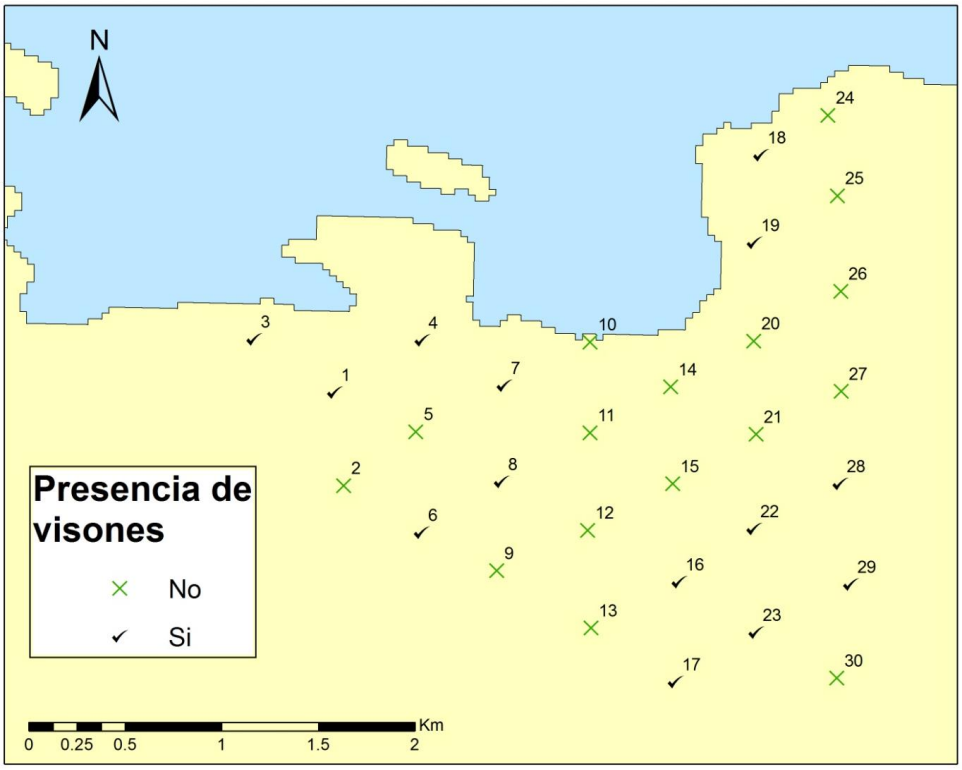


Figura 4. Cantidad de detecciones de visones registrados por cada trampa cámara en isla Navarino durante 16 días de operación en los meses de Febrero y Marzo de 2013. En esta figura están excluidas 4 cámaras que no funcionaron apropiadamente.

Deleted: la

Deleted: I

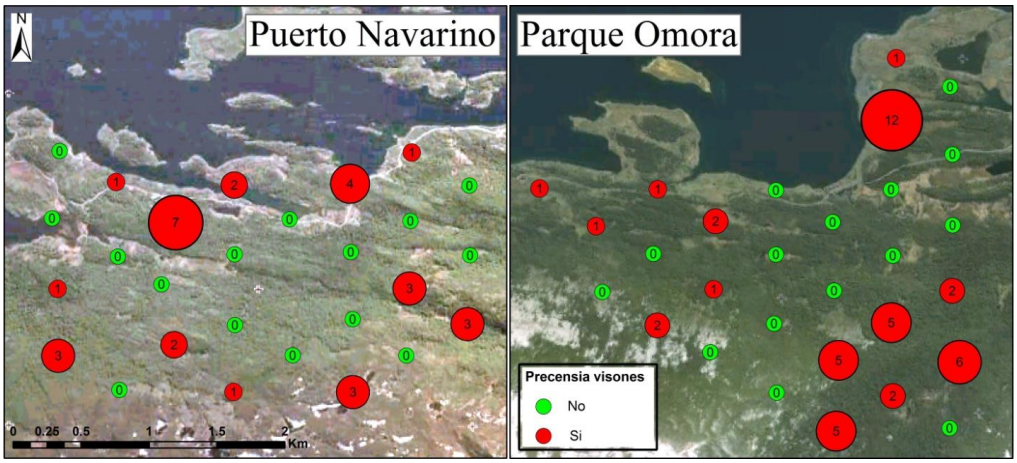


Figura 5. Horarios de actividad de visones estimados como número de detecciones en trampas cámara, entre el 2 de Febrero y el 11 de Marzo de 2013 en isla Navarino, Chile.

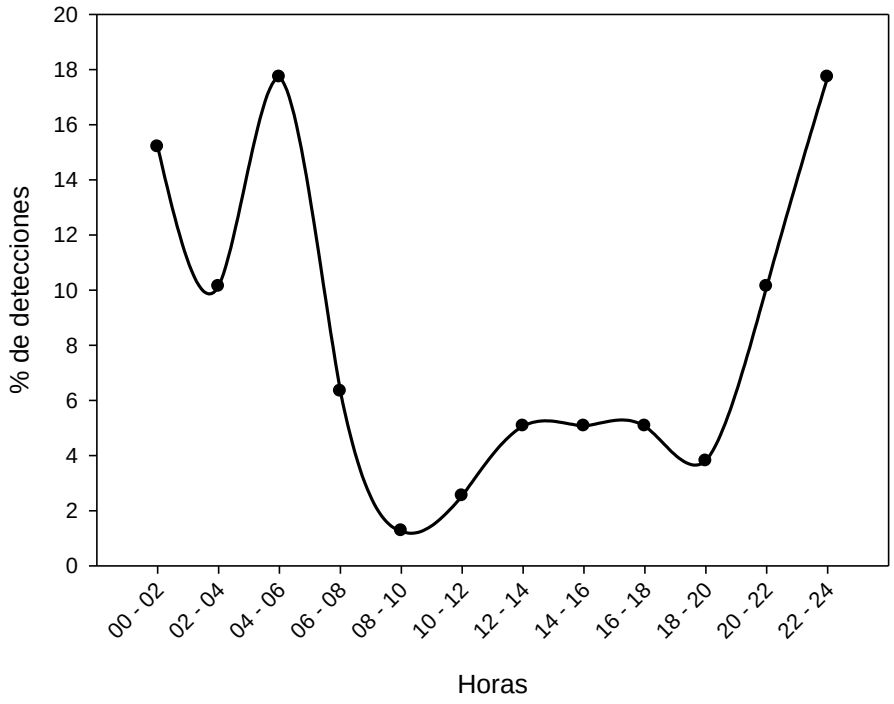


Figura 6. Tiempo de latencia a la detección inicial, medida como el tiempo en días transcurrido desde la instalación de la cámara trampa a la primera detección de visones (A) y tiuques (B), durante Febrero y Marzo de 2013, en isla Navarino, Chile.

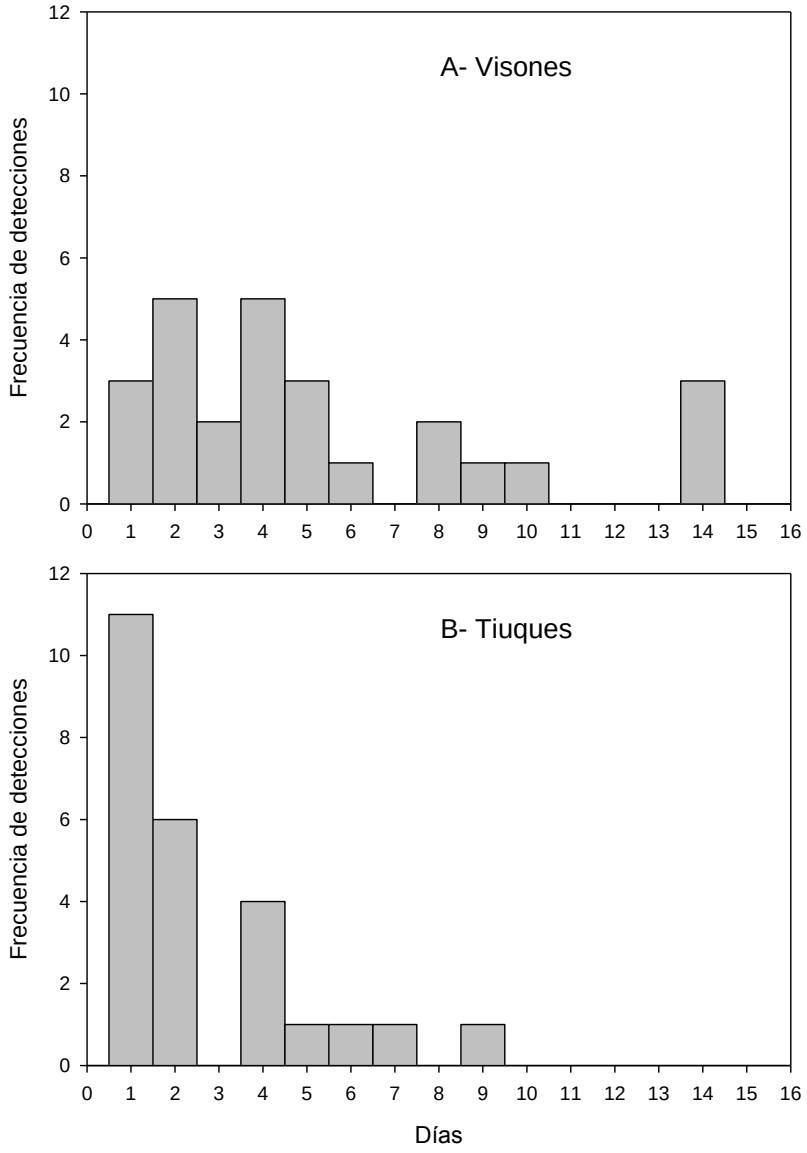


Figura 7. Promedio de latencia a la detección inicial (± 1 Error estándar) de visones calculado para Puerto Navarino (PNC) y Parque Etnobotánico Omora (OC), durante Febrero y Marzo de 2013.

Deleted: O

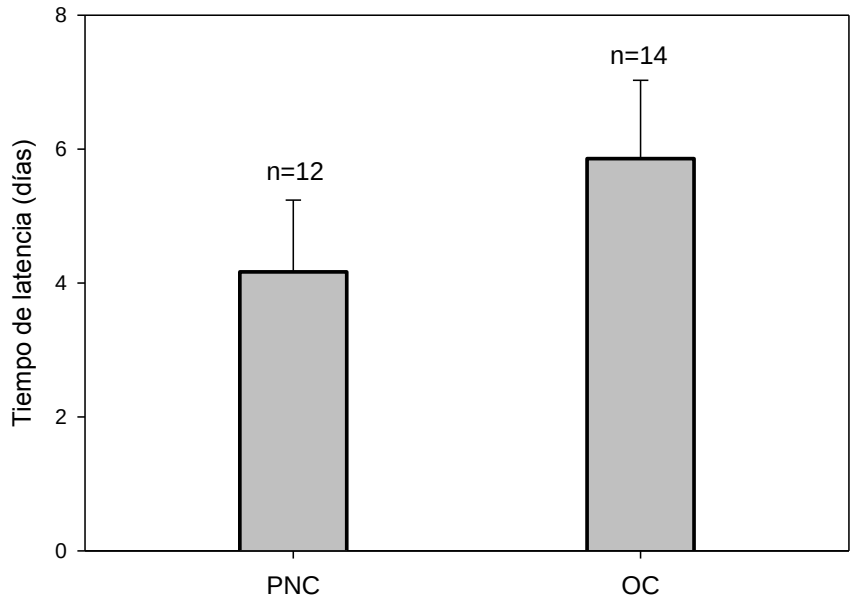


Figura 8. Promedio de latencia a la detección inicial (± 1 Error estándar) de visones para 3 tipos distintos de cebos: pescado enlatado, pescado fresco, y combinación de ambos, durante Febrero y Marzo de 2013, en isla Navarino, Chile.

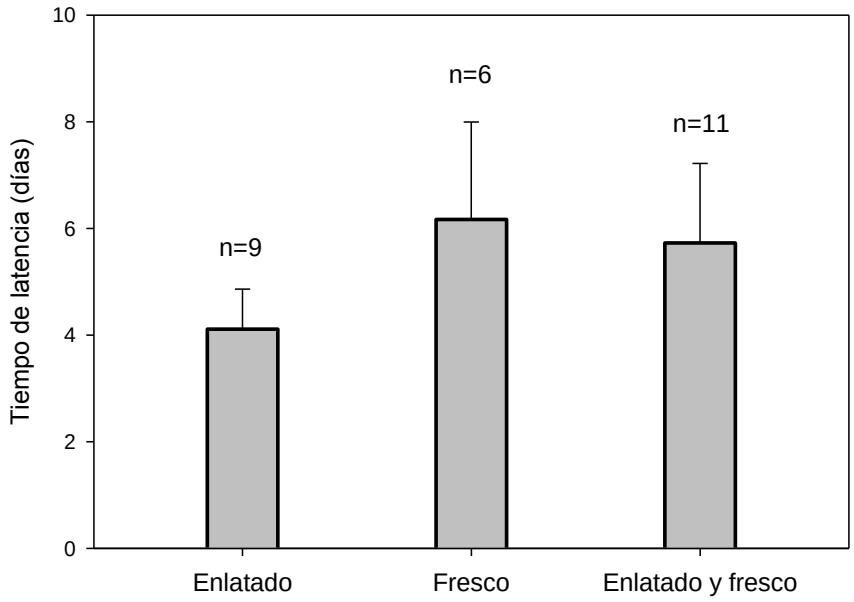
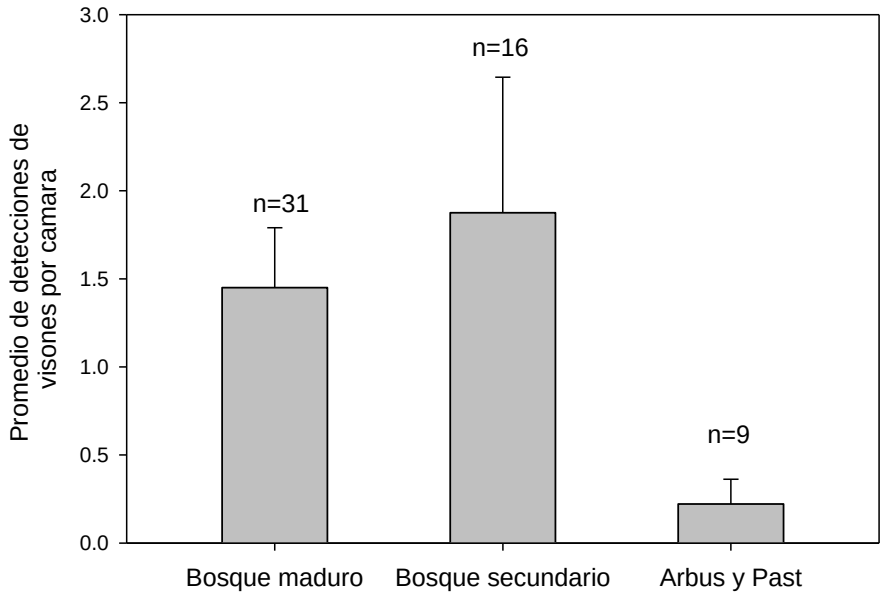


Figura 8. Promedio (± 1 Error estándar) de cantidad de detecciones por trampa cámara para cada tipo de hábitat: bosque maduro, bosque secundario, y arbustos y pastizales, durante Febrero y Marzo de 2013, en isla Navarino, Chile.



Anexo

Figura A. Ejemplo fotográfico que ilustra la estimación de la variable obstrucción visual de la vegetación.

Figura B. Presencia de visones y carpinteros magallánicos en la misma estación registradas en dos estaciones del Parque Etnobotánico Omora: A- Estación OC19 y B- Estación OC07. Las fotos muestran fecha y hora en que fueron registradas. Las flechas rojas muestran la posición de dos ejemplares, macho y hembra, de carpintero magallánico.

Deleted: tomadas

Deleted: tom

Deleted: s

Figura C. Las siguientes fotos muestran la instalación de las trampas cámara en el campo.