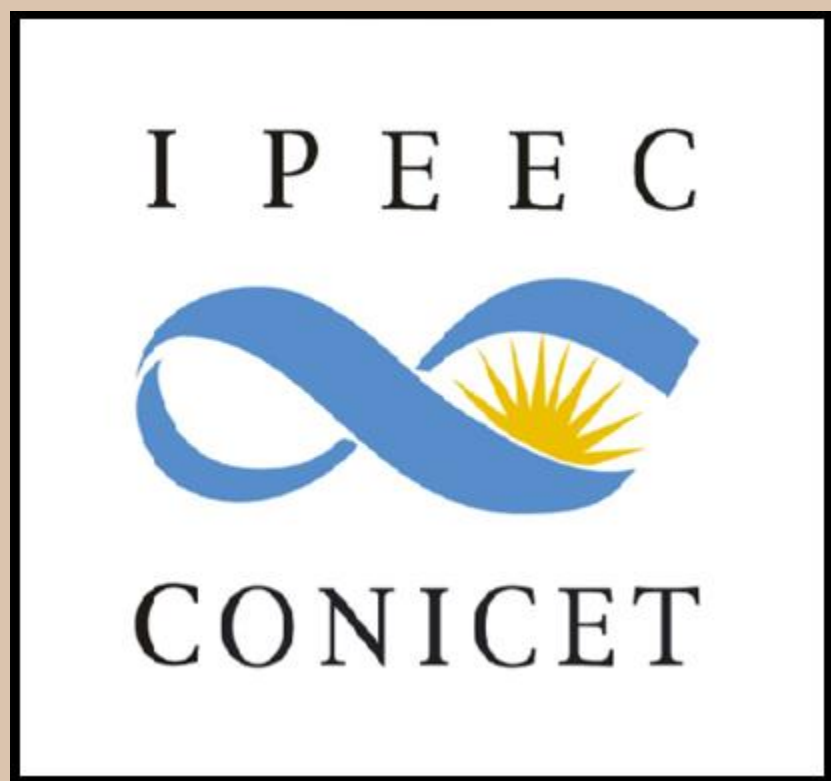




ESTIMACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE MARAS *Dolichotis patagonum* Y ANÁLISIS DE SU DISTRIBUCIÓN ESPACIAL EN PENÍNSULA VALDÉS: INFLUENCIA DE VARIABLES ECOLÓGICAS Y DE ORIGEN ANTRÓPICO



Antun, Milagros ¹; Baldi, Ricardo ^{1,2}

¹ Instituto Patagónico para el Estudio de los Ecosistemas Continentales, CENPAT - CONICET; ² Programa Estepa Patagónica y Andina, Wildlife Conservation Society

Introducción: La comprensión de la variación espacial en la abundancia de especies autóctonas y de los factores que las afectan es esencial para evaluar su estado de conservación (Fischer y Lindenmayer 2006). La mara (*Dolichotis patagonum*) es uno de los roedores caviomorfos de mayor tamaño, y es una especie endémica de la Argentina. Su área de distribución comprende las zonas áridas, y en particular las provincias fitogeográficas del Monte y Patagonia (Taber 1987, Kufner y Chambouleyron 1991, Campos et al. 2001) las cuales han sufrido modificaciones en la estructura del paisaje, principalmente por la producción agrícola y ganadera (Baldi 2007, Rodríguez 2009). La mara ha sido categorizada como “Casi Amenazada” (IUCN 2016) debido a la pérdida de hábitat y a su declinación numérica. Sin embargo, no existen estimaciones de abundancia a escala poblacional, lo cual es una limitante a la hora de implementar acciones de conservación. El desarrollo de herramientas estadísticas combinado con sistemas de información geográfica permiten modelar y predecir la variación espacial a diferentes escalas. Entre ellos, los Modelos de Superficie de Densidad (MSD) permiten evaluar la distribución y abundancia, integrando la metodología tradicional de muestreos de distancia a la línea de marcha con modelos aditivos generalizados (GAM).

Objetivos: 1) Estimar la abundancia de la población de maras en el Área Natural Protegida Península Valdés (PV), (2) generar un mapa de la variación espacial en abundancia, y (3) evaluar las variables ecológicas y de origen antrópico que la afectan.

Materiales y métodos:

Área de estudio: PV comprende una superficie de 4000 km² y se ubica en el noreste de la provincia de Chubut (Fig.1a). La mayor parte del área corresponde a establecimientos privados, cuya principal actividad productiva es la ganadería ovina. La precipitación media anual es de 210 mm. Las estepas arbustivas predominan en el norte del área, mientras que en la zona centro-sur predominan las estepas arbustivo-herbáceas y las estepas herbáceas, que brindan una mayor oferta de especies de valor forrajero para los ovinos domésticos, y consecuentemente soportan una mayor carga ganadera.

Trabajo de campo: Entre marzo y mayo de 2015, 2016 y 2017 se realizaron relevamientos terrestres de maras utilizando la metodología *Distance sampling*, (Buckland et al. 1993). Se efectuaron observaciones desde un vehículo tipo *pick-up*, relevando un total de 1103.4 km. El esfuerzo de muestreo y su alcance espacial nos permite asumir que abarcamos la heterogeneidad del paisaje de PV (Fig.1a).

Análisis de datos: Cada transecta se dividió en segmentos de 1,8 km de largo y 2 km de ancho (Hedley et al. 2004; Miller et al. 2013; Fig.1b). Se obtuvieron 613 segmentos y en cada uno se identificó el número de individuos observado. Se plantearon cuatro modelos de la función de detección (Thomas et al. 2010) y a partir del Criterio de Información de Akaike, los gráficos quantile-quantile y el test de Cramer-von Mises se seleccionó el modelo de mejor ajuste (Fig.2).

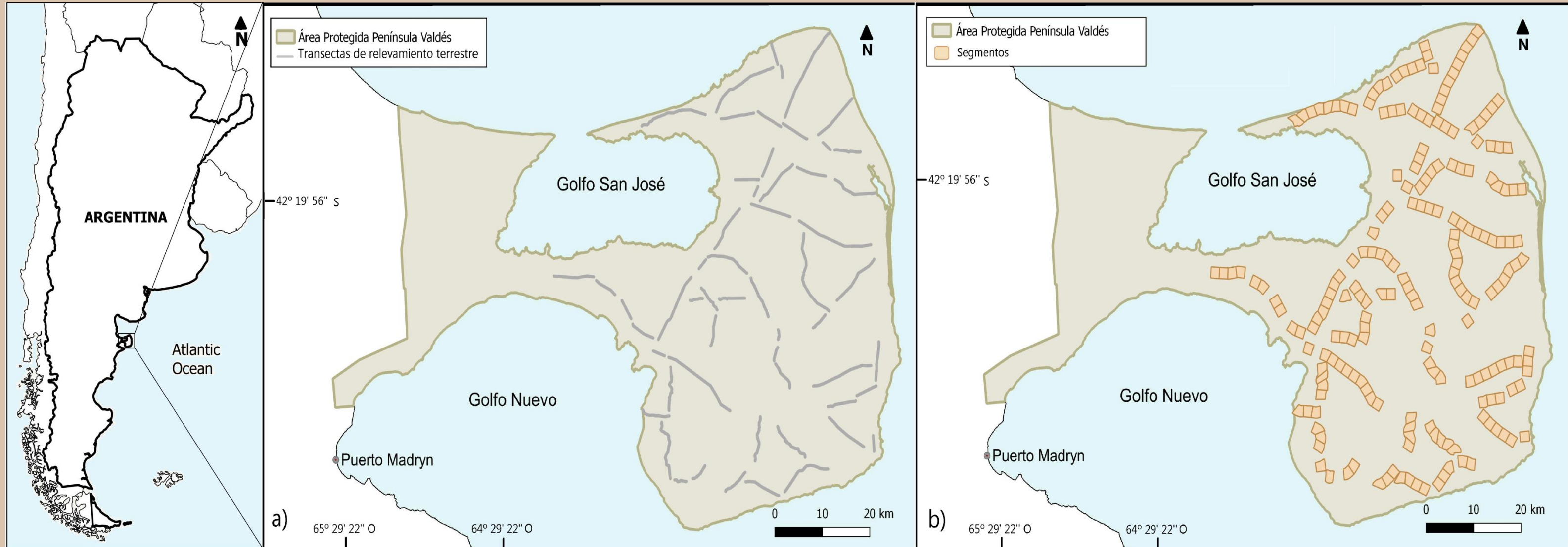


Figura 1. (a) Ubicación del área de estudio. Disposición de las transectas relevadas. (b) Segmentos generados para cada transecta.

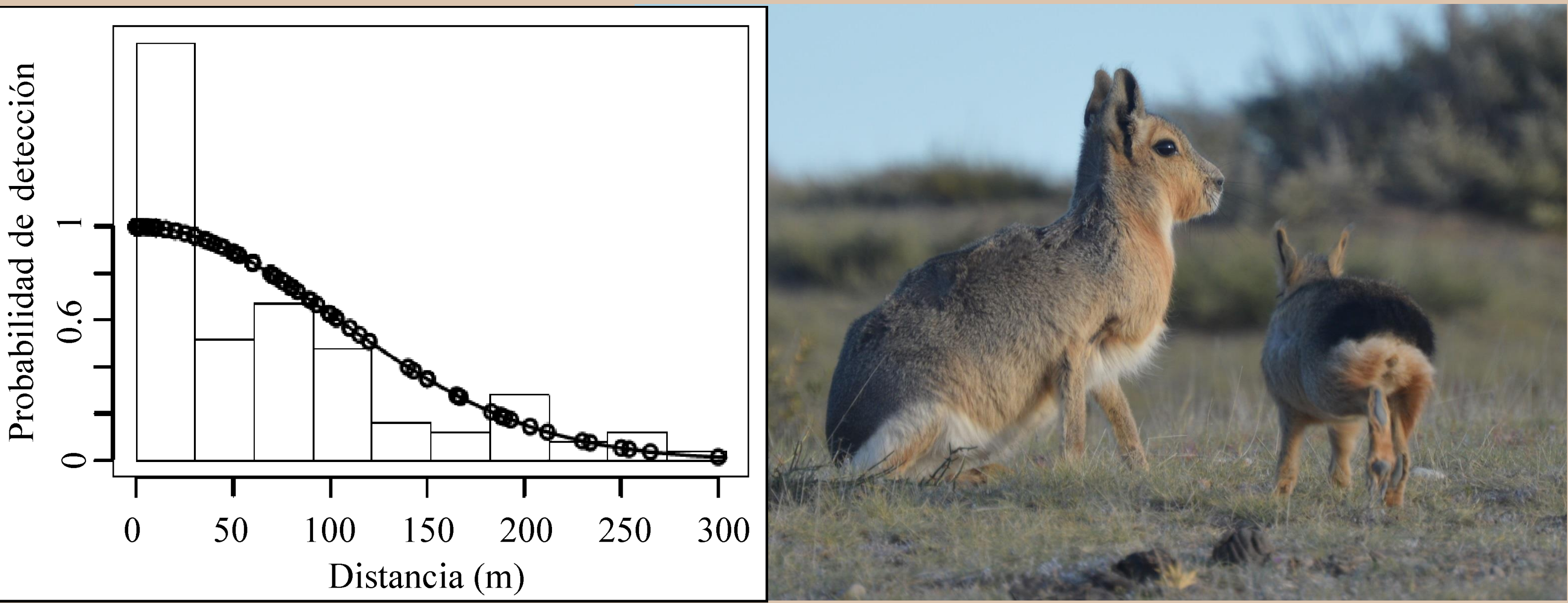


Figura 2. Función de probabilidad de detección seleccionada (Media-normal, línea continua) ajustada a las observaciones (círculos). Las barras representan a las observaciones agrupadas en intervalos de distancia a la línea de marcha.

Se seleccionaron potenciales predictores (Tabla 1) que reflejan las variables ecológicas y de origen antrópico. Se dividió el área de estudio en una grilla de 866 celdas de 4 km², sobre la que se proyectaron los segmentos y se superpuso la capa ráster de cada variable predictora.

Variables	Descripción
Media del NDVI	Media del Índice Diferencial de Vegetación Normalizado por celda, correspondiente a primavera y verano de 2015, 2016 y 2017. Imágenes satelitales MODIS.
CV NDVI	Coefficiente de variación del Índice Diferencial de Vegetación Normalizado. Promedio por celda entre 2010 - 2014.
CV altitud	Coefficiente de variación de la altitud (m.s.n.m.) por celda. Shutter Radar Topography Mission (SRTM)
Dist. a fte de agua	Distancia a la fuente de agua permanente más cercana (metros)
Dist. a puesto	Distancia al puesto ganadero (con habitantes permanentes) más cercano (metros)
Densidad ovina	Número de ovinos por área de manejo, obtenida a partir de entrevistas a puesteros durante los relevamientos de campo (ovinos.km ⁻²)
Longitud	Longitud geográfica proyectada en metros (zona 20 UTM)
Latitud	Latitud geográfica proyectada en metros (zona 20 UTM)

Tabla 1. Potenciales variables predictoras ecológicas y de origen antrópico.

Las abundancias estimadas en cada segmento se asociaron a las variables predictoras, ajustando un GAM. Se evaluaron las distribuciones Tweedie, binomial negativa y quasi-Poisson. Para cada distribución se construyó un modelo inicial que contenía todas las variables predictoras, y se obtuvo un modelo final removiendo aquellas no significativas (con $p > 0.05$; Marra y Wood, 2011). Luego, a partir del análisis del gráfico de los residuales de los modelos finales, se seleccionó el MSD de mejor ajuste y se generó el mapa de abundancia de maras en el área de estudio (Fig. 3a). A su vez, se calculó la incertidumbre del modelo (Williams et al. 2011), se graficó el mapa del coeficiente de variación (CV) para cada celda de predicción (Fig.3b) y el histograma de frecuencias asociado (Fig.4). Los efectos de las variables significativas se evaluaron a partir del gráfico de las «smooth functions» (Fig.5). Los análisis se llevaron a cabo utilizando los paquetes ‘mgcv’, ‘ggplot2’ y ‘dsm’ del software R.

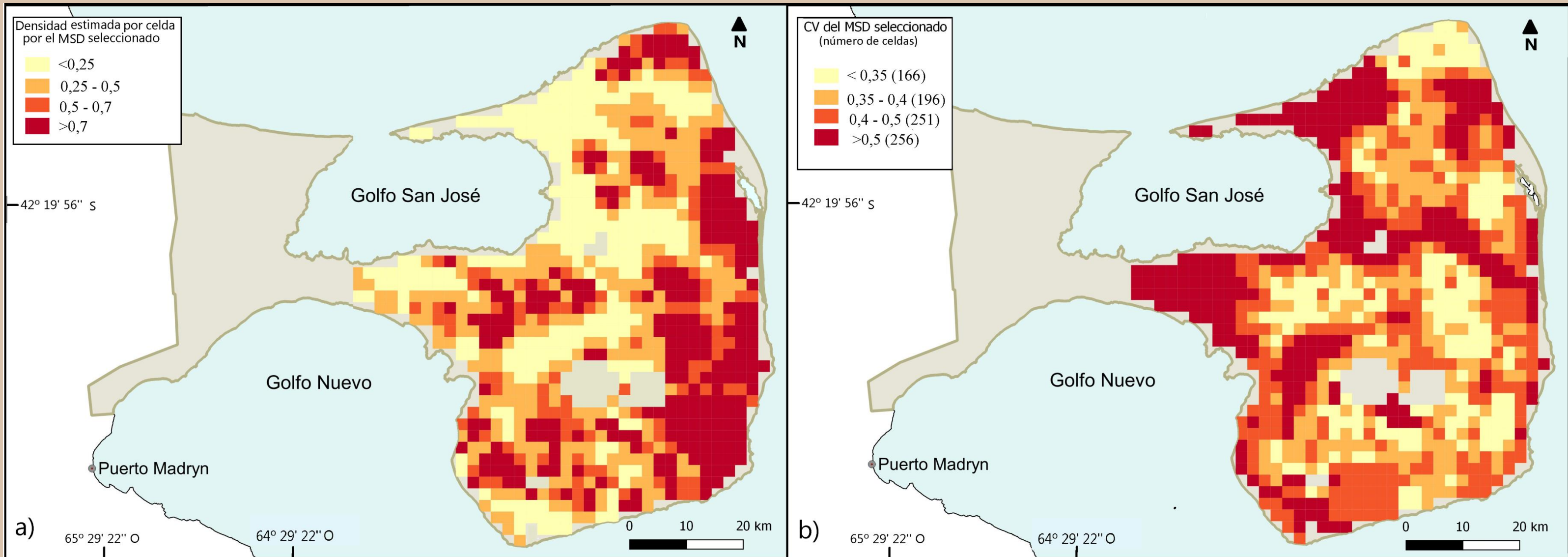


Figura 3. (a) Distribución espacial de la densidad de maras estimada por el MSD de mejor ajuste. (b) Coeficiente de variación por celda obtenido por el método de propagación.

Resultados: Se registraron 119 observaciones de maras totalizando 316 individuos. El MSD estimó una densidad promedio de 0,7 maras/km² ($\pm 0,14$; $n = 2439$ maras). La abundancia por celda varió entre 0 y 10,7 maras/km² (Fig.3a), mientras que el coeficiente de variación por celda fue menor a mayor densidad de maras (Fig.3b). El 96,5 % de las celdas presentó un CV <1 (Fig.4). La variación en la abundancia fue explicada por la distancia al puesto habitado más cercano, la carga ovina, y la longitud geográfica (Fig.5).

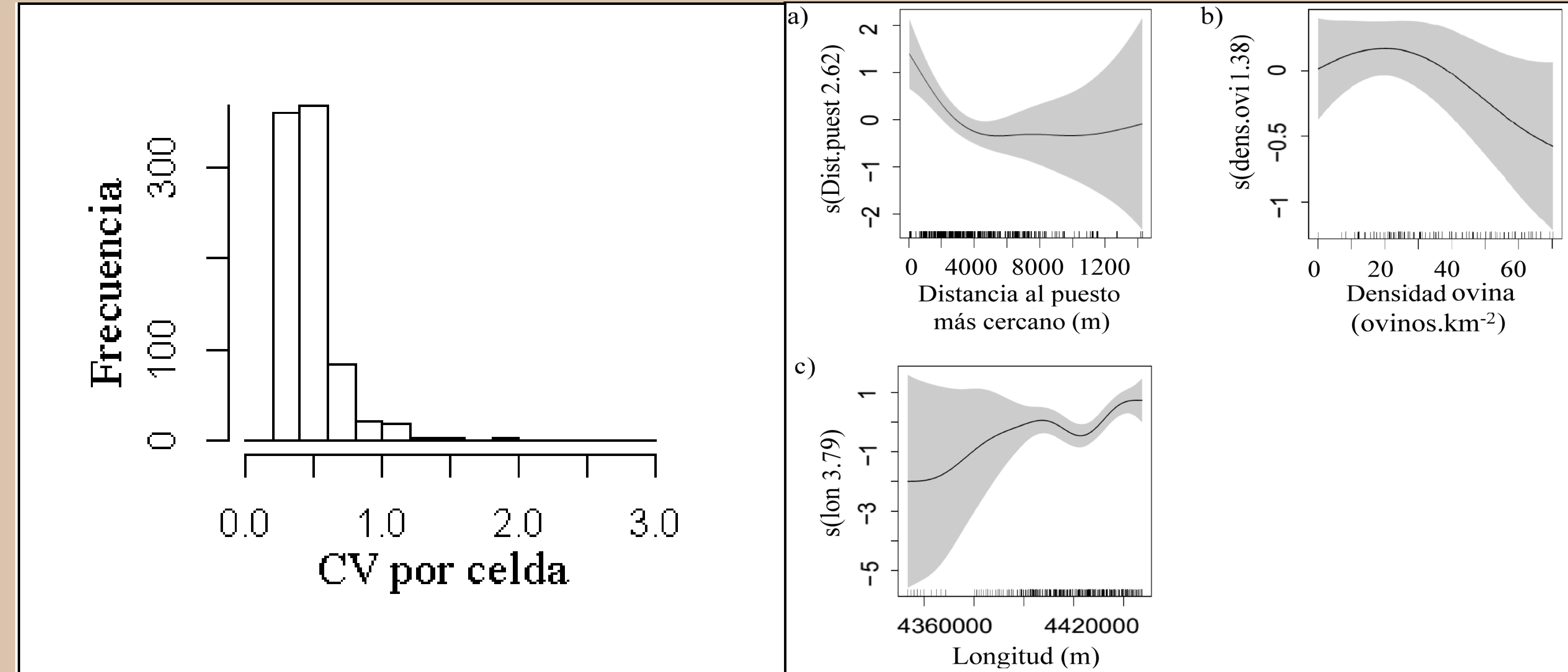


Figura 4. Distribución del coeficiente de variación (CV) asociado a la estimación de abundancia por celda.

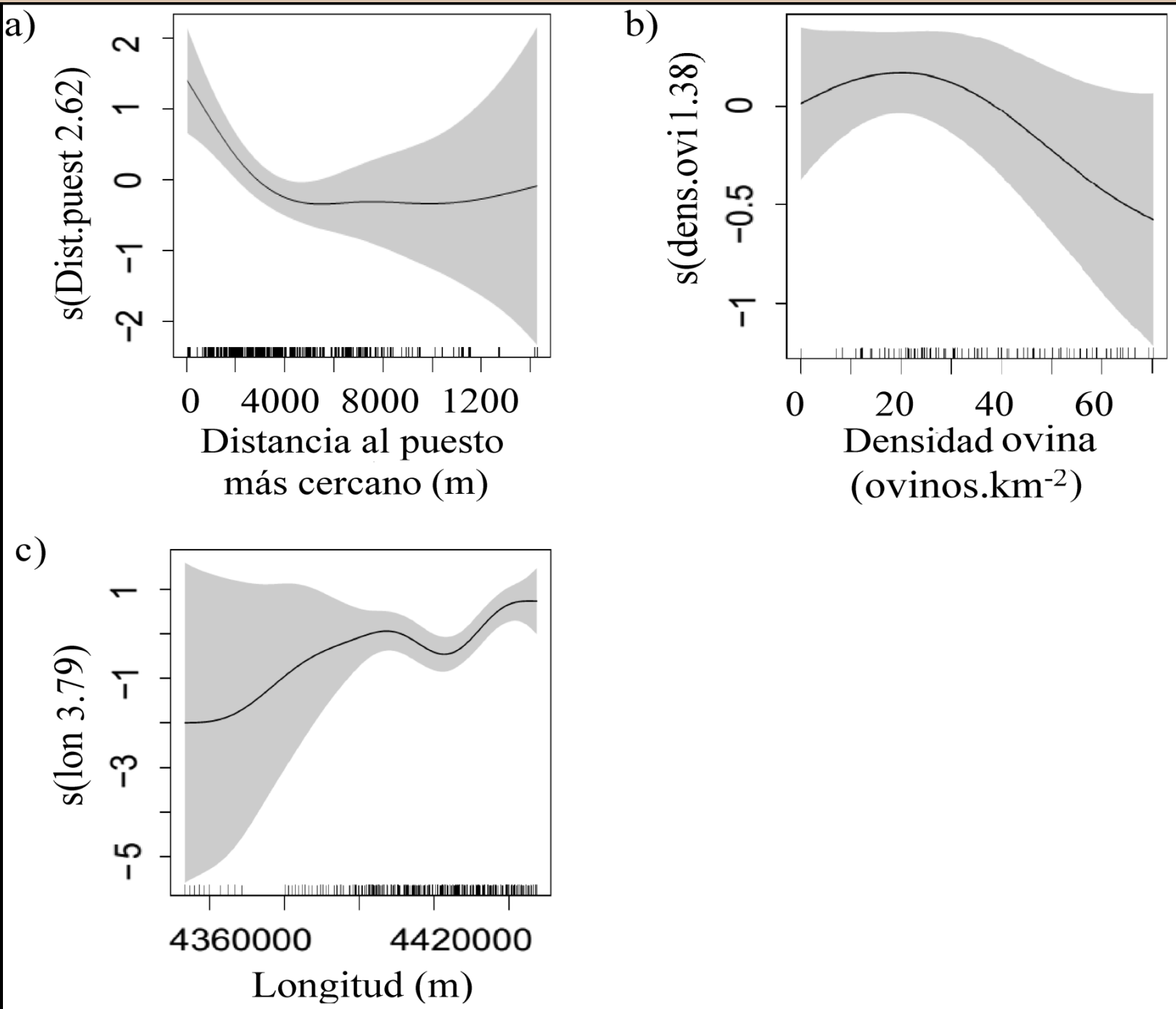


Figura 5. Efecto parcial de cada variable predictora sobre la abundancia de maras.

Conclusiones: Los MSD permitieron obtener la primera estimación de abundancia de maras en PV. Nuestros resultados sugieren que la mara es más abundante cuando la densidad de ovinos es relativamente baja (<25 ovinos.km⁻², densidad promedio para PV); y que se ve favorecida por la presencia de puestos ganaderos. Sugerimos incorporar el uso de los MSD como herramientas para estudiar la abundancia de la especie en otras áreas de su rango de distribución, como así también para evaluar su estructura espacial e identificar las variables que la afectan.

Agradecimientos: Wildlife Conservation Society, Fundación Vida Silvestre Argentina, Centro Nacional Patagónico - CONICET, Administración de Parques Nacionales-Parque Interjurisdiccional Marino Costero Patagonia Austral, propietarios y trabajadores rurales de PV. Gracias a Alejandro Arias, German Solveira, Alexis Inchazu, Juan Canio, Gabriel Cortinovis, Rafael Lorenzo, Cristal Parmigiani, Sofía Alderete, Daniel Udrizar, Romina D'Agostino, Virginia Alonso Roldán, y Nahuel Dichiera.

Bibliografía:
Baldi, R. 2007. Breeding success of the endemic mara *Dolichotis patagonum* in relation to habitat selection: Conservation implications. *Journal of Arid Environments* 68:9–19.
Buckland S.T., Anderson D.R., Burnham K.P., y Laake J.L. 1993. *Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Chapman and Hall, London.
Campos, C. M., M. F. Tognelli, y R. a Ojeda. 2001. *Dolichotis patagonum*. *Mammalian Species* 652:1–5.
Fischer, J., y D. B. Lindenmayer. 2006. Beyond fragmentation: the continuum model for fauna research and conservation in human-modified landscapes. *Oikos* 112:473–480.
Hedley, S.L. y Buckland, S.T. (2004) Spatial models for line transect sampling. 565 *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 9, 181–199.
Kufner, M. B. y M. Chambouleyron. 1991. Actividad espacial de *Dolichotis patagonum* en relación a la estructura de la vegetación en el Monte Argentino. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 26:249–255.
Miller D.L., Louise Burst M.L., Rexstad E.A. y Thomas L. 2013. Spatial models for distance sampling data: recent developments and future directions. *Methods in Ecology and Evolution*.
Rodríguez, D. 2009. Modeling habitat use of the threatened and endemic mara (*Dolichotis patagonum*, Rodentia, Caviidae) in agricultural landscapes of Monte Desert. *Journal of Arid Environments* 73:444–448.
Taber, A. B. 1987. The Behavioral Ecology of the Mara, *Dolichotis patagonum*. Oxford University.
Thomas, L., S. T. Buckland, E. A. Rexstad, J. L. Laake, S. Strindberg, S. L. Hedley, J. R.B. Bishop, T. A. Marques y K. P. Burnham. 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* 47: 5–14.
Williams, R., Hedley, S.L., Branch, T.A., Bravington, M.V., Zerbini, A.N. y Findlay, K.P. (2011) Chilean blue whales as a case study to illustrate methods to estimate abundance and evaluate conservation status of rare species. *Conservation Biology*, 25, 526–535.