

**Caracterización espacial y patrones de actividad en una colonia
de vizcachas (*Lagostomus maximus*) de la zona serrana del
centro de Córdoba**

Tesinista: **Cecilia B. Contarde**

Firma:

Director: Dr. Diego A. Guzmán

Firma:

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos

Instituto de Investigaciones Biológicas y Tecnológicas / CONICET – UNC

Universidad Nacional de Córdoba - Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Carrera de Ciencias Biológicas

2019

**Caracterización espacial y patrones de actividad en una colonia
de vizcachas (*Lagostomus maximus*) de la zona serrana del
centro de Córdoba**

Tribunal examinador:

Ricardo Torres

Firma:.....

Raúl Marín

Firma:

Susana Peluc

Firma:

Calificación:

Fecha:

INDICE

RESUMEN.....	- 3 -
INTRODUCCIÓN	- 4 -
MATERIALES Y MÉTODOS	- 9 -
Área de estudio.....	- 9 -
Censo de bocas y vizcacheras del vizcacheral	- 10 -
Caracterización de las vizcacheras	- 11 -
Caracterización de las bocas de las vizcacheras.....	- 12 -
Monitoreo de las bocas con cámaras trampa.....	- 12 -
Análisis de los eventos captados por las cámaras trampa	- 15 -
A) Cálculo del número mínimo de individuos por vizcachera:	- 15 -
B) Caracterización de actividad en la boca de las vizcacheras:	- 16 -
Validación del método de muestreo con cámaras trampa	- 19 -
Análisis estadístico.....	- 20 -
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	- 22 -
Censo de bocas y vizcacheras del vizcacheral.	- 22 -
Caracterización de las vizcacheras	- 25 -
Caracterización de las bocas de las vizcacheras.....	- 27 -
Monitoreo de las bocas con cámaras trampa.....	- 29 -
Análisis de los eventos captados por las cámaras trampa	- 29 -
A) Cálculo del número mínimo de individuos por vizcachera	- 29 -
B) Caracterización de la actividad en la boca de las vizcacheras.....	- 30 -
Validación del método de muestreo con cámaras trampa	- 36 -
CONCLUSIONES	- 38 -
BIBLIOGRAFIA.....	- 39 -

RESUMEN: La vizcacha (*Lagostomus maximus*) es un roedor nocturno gregario que vive en grupos sociales que comparten un sistema de madrigueras subterráneas denominada “vizcachera”, los grupos sociales a su vez se agrupan en colonias denominados “vizcacherales”. La especie es considerada ingeniera del ecosistema y pese a desconocerse su real incidencia sobre las actividades productivas, fue declarada plaga a nivel nacional en la Argentina en el año 1907. Debido al marcado retroceso poblacional de este herbívoro nativo, la población de la especie ha sido recientemente calificada como *Vulnerable* para la provincia de Córdoba y otras provincias argentinas. Contrasta su situación poblacional actual y su importante rol ecosistémico con la escasa información local disponible para la especie, los últimos estudios sobre la vizcacha en estado salvaje se remontan a 20 años atrás y se observó que en ninguno de ellos se encuentra representada la eco-región del Chaco Serrano, ambiente altamente amenazado debido al crecimiento urbanístico de sus ciudades y villas. Con el objetivo de avanzar en el conocimiento general sobre la especie y sus potenciales adaptaciones locales, en el presente trabajo de Tesina se realizó el relevamiento de bocas de madrigueras activas de un vizcacheral ubicado en la zona serrana del centro de Córdoba. En base a dicho relevamiento se evaluó la distribución espacial de las bocas activas de las vizcacheras y de las vizcacheras dentro de la colonia. En una segunda etapa y a partir de un enfoque metodológico *novel* (mediante la utilización de cámaras trampa), se estimó la densidad poblacional de la colonia, se realizó un etograma para las bocas activas monitoreadas y se estudio la dinámica de ocurrencia de los comportamientos registrados.

Los valores de densidad poblacional (mínimo 0,29 y máximo 6 individuos/boca activa) mostraron similitud con los de otras colonias ubicadas en el pastizal de altura de las Sierras Grandes, además, el número de bocas resultó ser un factor determinante para la distancia de separación entre vizcacheras. Mediante el monitoreo con cámaras trampa se lograron realizar registros de alta calidad ordenados en el tiempo, lo que nos permitió describir por primera vez dos comportamientos no reportados para la especie y la descripción de un patrón en la organización temporal de la actividad general de las vizcachas en las bocas de sus madrigueras, caracterizado por dos picos marcados de actividad durante la noche.

Palabras clave: *Lagostomus maximus*, mamífero fosorial, madrigueras subterráneas comunitarias, herbívoro nocturno, patrón de distribución, patrón de actividad.

INTRODUCCIÓN

La vizcacha (*Lagostomus maximus*) es un herbívoro nocturno nativo de Sudamérica perteneciente a la familia Chinchillidae (Rodentia). En su distribución histórica, la especie se encontraba ampliamente representada en el norte y centro de Argentina, y parte de Paraguay y Bolivia (Jackson et al., 1996; Llanos y Crespo, 1952; Spotorno y Patton, 2015). Dentro de Argentina se ha reportado su presencia en gran diversidad de hábitats, como son las eco-regiones (sensu R. Burkart et al. 1999) del Chaco Húmedo, Chaco Seco, Espinal, Monte de Llanuras y Mesetas, Pampa y Monte de Sierras y Bolsones (Álvarez y Martínez 2006). Son características importantes para explicar la amplia distribución histórica de esta especie el hecho de ser herbívoros generalistas, su capacidad para construir madrigueras subterráneas y su habilidad para hacerlo en diversos tipos de suelos (Llanos y Crespo 1952, Giuliatti y Jackson 1986, Branch et al. 1994b).

Los machos adultos de esta especie pesan entre 5 a 8 kg y las hembras adultas de 3 a 4,5 kg, con una vida media estimada de entre 7 a 8 años (Jackson et al., 1996; Llanos y Crespo, 1952). La vizcacha se alimenta de una gran variedad de pastos, hierbas, arbustos bajos, semillas y frutos, con marcada preferencia por pastos (Bontti et al., 1999; Branch et al., 1994a; Giuliatti y Veneciano, 2005; Jackson et al., 1996; Llanos y Crespo, 1952; Navarro et al., 1997; Pereira et al., 2003; Puig et al., 1998), además de poseer hábitos coprófagos (Clauss et al., 2007; Hagen et al., 2015; Jackson et al., 1996; Puig et al., 1998).

La vizcacha es un roedor gregario, viviendo en grupos sociales de 6 a 33 individuos, conformados en general por 1 a 3 machos adultos, hembras emparentadas y juveniles, que comparten un sistema de madrigueras subterráneas denominada “vizcachera” (Llanos y Crespo 1952, Branch 1993a, Giuliatti y Veneciano, 2005, Hudson, 1895). En cada vizcachera se encuentra un macho adulto dominante llamado vizcachón, al que se subordinan los machos jóvenes (Giuliatti y Veneciano, 2005; Llanos y Crespo, 1952). Todos los individuos de una misma vizcachera tienen acceso a todos los compartimientos del sistema (Branch, 1993c) y comparten un rango de acción común que para una colonia ubicada en una localidad de la provincia de La Pampa fue de 1,29 ha promedio (Branch, 1993a). La vizcacha además de ser una especie con una estructura familiar definida es una especie colonial, estas colonias están constituidas por un conjunto de grupos familiares agrupados a una escala espacial mayor, denominadas vizcacherales, y en ellas se verifica

solo un solapamiento parcial de los territorios entre los grupos familiares vecinos (Branch 1993a). En el interior de la vizcachera se crea un microclima templado y húmedo, con temperatura media de 21°C y variaciones anuales que no superan los 10°C (Giulietti y Veneciano, 2005; Llanos y Crespo, 1952).

Esta especie es considerada ingeniera del ecosistema (Branch et al., 1999; Branch et al., 1996; Villarreal et al., 2008), creando diferencias a nivel local y regional, tanto de la diversidad de especies como de la complejidad estructural del paisaje. Debido al pastoreo y construcción de madrigueras, la vizcacha produce patrones espaciales en cuanto a la composición, biomasa y cantidad de nutrientes disponibles en la vegetación (Arias et al., 2003; Branch et al., 1999; Branch et al., 1996; Spotorno y Patton, 2015; Villarreal et al., 2008). Para un adecuado manejo de ambientes naturales se necesita contar con la mayor cantidad posible de conocimientos acerca del funcionamiento del ecosistema y sus componentes. En este marco, es importante destacar que se desconoce el rol ecosistémico de la mayoría de los herbívoros nativos de Argentina, algunos autores (Rendel 1990, Navarro et al. 1996) identifican este desconocimiento como una de las principales razones que propicia la reducción de dichas poblaciones regionales hasta niveles donde pueden considerarse ecológicamente extintas (lo que sucede cuando el papel ecológico de una especie pasa a ser despreciable en un determinado hábitat) (Novaro et al., 2000). Así, pese a desconocerse la real incidencia de la vizcacha sobre las actividades productivas, fue declarada plaga a nivel nacional en el año 1907 (Llanos y Crespo 1952, Rendel 1990), estatus que fue refrendado para la especie en varias legislaciones provinciales. En Córdoba, provincia donde se desarrolló el presente trabajo es considerada plaga desde el año 1885 (Ley provincial 1005 artículo 247), conservando ese status en reglamentaciones posteriores (Decreto 6373/79, año 1979). Sin embargo, recientemente ha sido considerada Vulnerable en la provincia (Abba et al. 2018). Por otro lado, desde el Departamento de Flora y Fauna de la Secretaría de Ambiente y Cambio Climático (SACC) de la Provincia de Córdoba, como respuesta a la disminución poblacional de la especie en la provincia, decidió desde el año 2015 vedar la caza de vizcachas en Córdoba y, amparándose en el Art. 20 de la Ley Nacional 22.421 y el en Art 3 del Decreto Nacional 666/97, comenzó a aplicar las medidas necesarias para asegurar su repoblación. Esta situación coloca a la vizcacha en un estado ambiguo, por un lado, por ser plaga, los propietarios de campos tendrían el deber de

controlarlas mediante medios mecánicos y/o químicos, pero por el otro es una especie que la SACC intenta proteger. Debido a los permisos de caza irrestrictos y las campañas de erradicación promovidas tanto por entes nacionales como provinciales, las vizcachas han sufrido extinciones locales en numerosas áreas de la Argentina (Rendel 1990, Barberis et al. 2015).

Las especies que alteran sus ecosistemas nativos lo suficiente como para entrar en conflicto con los intereses humanos muy probablemente desempeñan un papel clave en el mantenimiento de los procesos ecológicos y en la configuración de los patrones de diversidad biológica en dichos ambientes. Por lo tanto, las operaciones de control de “especies plaga” que se dirigen a ingenieros ecosistémicos pueden tener consecuencias mucho más amplias para un ecosistema que la simple reducción en la población de la especie blanco, por esta razón comprender la biología, el comportamiento y por lo tanto el rol ecológico de los ingenieros ecosistémicos nativos es fundamental para evaluar los impactos a nivel ambiental que resultarían de la pérdida de dicha especie y para promover argumentos convincentes para su preservación en vista de los conflictos que a menudo crean con los intereses humanos (Branch et al. 2002).

De lo expuesto en esta introducción contrasta el hecho de que a pesar del potencial rol ecosistémico de este herbívoro nativo sobre los ambientes en los que habita y de su reportado retroceso poblacional, los últimos estudios sobre la vizcacha en estado salvaje (de una bibliografía de por si escasa) se remontan a 20 años atrás, en consecuencia y como resultado de su amplia distribución geográfica podrían estar sucediendo extinciones locales de la especie en ambientes (eco-regiones) donde los patrones de uso de hábitat y las adaptaciones locales de esas poblaciones nunca fueron estudiadas. En este contexto, y de acuerdo a nuestro conocimiento, para la provincia de Córdoba se han reportado solo tres estudios (Fernandez 1949, Navarro et al. 1997, Arzamendia 2001), además de las temáticas diversas que estos abordan en ninguno de ellos se encuentra representada la eco-región del Chaco serrano. Dentro de esta región fitogeográfica la zona serrana del centro de Córdoba surge como un ambiente altamente amenazado al considerar los datos relacionados al crecimiento urbanístico de sus ciudades y villas (fuente: <https://www.opendatacordoba.org/>). **Por lo presentado en el párrafo precedente nos propusimos como primer objetivo de este trabajo la realización de un censo**

poblacional indirecto de un vizcachera ubicado en dicha zona serrana, para ello como objetivo específico se realizó el recuento y geolocalización de sus madrigueras activas.

Los patrones espaciales en la distribución de los animales (y de sus madrigueras en el caso de las especies fosoriales) pueden estar determinados por la distribución temporal o espacial de los recursos, el riesgo de ser predados o la competencia intraespecífica. Para algunas especies los beneficios de vivir en grupos excederían los costos de la competencia intergrupal condición que en general se sustenta en desarrollo de sistemas sociales complejos, sistemas que entre sus mecanismos cuentan con métodos efectivos para disminuir dicha competencia. De la observación de grupos de vizcachas se ha advertido que tanto machos como hembras defienden su territorio contra intrusos, siendo la mayoría de los eventos agonistas (algunos de ellos muy violentos) dirigidos a individuos de grupos no vecinos. La presencia de individuos de grupos vecinos en los límites del territorio en general son más toleradas, no así los intentos de dichos vecinos de ingresar en algunas de las cuevas de la vizcachera del grupo (Branch 1993b, Branch 1993a). Para que la territorialidad evolucione los costos de defender un determinado territorio deben ser compensados por los beneficios que se obtienen al poder acceder a sus recursos limitantes (Ostfeld 1985), en consecuencia podríamos inferir que el territorio que es defendido por cada grupo familiar de vizcachas deberá tener para ellas un valor importante y que grupos familiares de mayor número de individuos deberán defender territorios más grandes. **Como segundo objetivo, nos propusimos entonces estudiar si existe algún tipo de patrón en la distribución de los grupos familiares (vizcacheras) dentro de la colonia y si esta distribución podría relacionarse a influencias antrópicas, o a características propias de cada vizcachera o su conjunto (número de bocas activas, distancia al camino público, etc.)**

A través de la bibliografía consultada se encuentran algunas menciones sobre el tamaño promedio que tendrían los grupos familiares que habitan cada vizcachera, así según Hudson (estimación observacional, para zona de estudio ubicada en Santa Fe) sería de entre 20 y 30 individuos (1895), según Llanos y Crespo (trampeo sin reposición, para zona de estudio ubicada en Santa Fe) sería de 6,6 individuos (1952) y según Branch (monitoreo de individuos marcados, para zona de estudio ubicada en La Pampa) sería de 12,4 individuos por vizcachera (1993a). Si bien estos estudios fueron realizados en regiones geográficas

diferentes y con distintos métodos de muestreo, contrastan las variaciones reportadas por los autores para esta variable. Considerando la importancia de conocer la densidad poblacional y las potenciales variaciones locales para esta variable poblacional, **como tercer objetivo nos propusimos estimar la densidad poblacional de la especie en el área de estudio.** Para alcanzar este objetivo, se propuso como metodología novel el monitoreo con cámaras trampa de todas las bocas activas de las vizcacheras en estudio, tomando provecho de los avances tecnológicos en el área de detección remota de animales (Tobler et al 2008, Bridges y Noss 2011).

Las adaptaciones de los organismos a un hábitat y comunidad particular representan la base, si no el objetivo final, de la mayoría de los estudios ecológicos, resultando evidente que el dominio por parte de los organismos del momento en que determinadas actividades se desarrollan es un aspecto importante de estas adaptaciones. Ninguna descripción de dónde vive un animal y qué hace puede estar completa sin tener en cuenta cuándo se lleva a cabo la actividad, ya que los animales están adaptados para realizar determinadas actividades en determinados momentos ambientales (ciertas estaciones, horas del día o fases de las mareas, etc.) (Enright 1970). Estos momentos ambientales dan como resultado una subdivisión temporal del ciclo de vida de un organismo en tiempos buenos y malos para realizar determinadas actividades.

Excepto por los reportes que indican que las vizcachas permanecen activas a lo largo de todo el año, que pueden mostrar actividad en el interior de sus cuevas durante el día y que en general se las observa en el exterior de las vizcacheras desde el atardecer hasta el amanecer (Llanos y Crespo 1952, Branch 1993b), poco se ha estudiado e informado hasta el momento sobre los ritmos circadianos de la especie. Considerando la importancia de estos estudios para comprender la ecología de una especie fue que **como último objetivo** y a partir del monitoreo nocturno de la actividad de las bocas de madrigueras activas, **nos propusimos: a) la caracterización de los diversos comportamientos observados en la colonia de vizcachas bajo estudio; b) la clasificación y registro de todos los eventos observados; y c) el posterior análisis de estos comportamientos observados en busca de patrones temporales generales en la actividad de las vizcachas en la bocas activas.**

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente trabajo se realizó en la Estancia Tres Estrellas (900msnm), la cual se encuentra en el departamento Punilla en el centro de la provincia de Córdoba en Argentina (Figura 1) a 5 km de Cabalango, a 8,9 km de Villa Carlos Paz y a 37,7 km de Córdoba Capital en línea recta. Por su ubicación la estancia se encontraría dentro de la eco-región del Chaco Serrano (Oyarzabal et al., 2018). El clima en esta zona de la provincia es más húmedo que el resto de la región. Los veranos son cálidos y los inviernos suaves y bastante secos, con una temperatura media que ronda los 20°C. En verano las máximas promedio suelen mantenerse en 27-30°C, aunque suelen haber periodos donde se puede llegar a temperaturas cercanas a los 40°C, la mínima promedio se ubica cercana a los 14°C. En el invierno la temperatura máxima se encuentra entre los 15-20°C y la mínima promedio es de 8°C. Las precipitaciones en los meses cálidos (noviembre a marzo) alcanzan los 760-800mm y en los meses fríos el clima se torna seco con precipitaciones que rondan los 200-300mm. El régimen pluviométrico es muy variable entre diferentes zonas y años (Servicio Meteorológico Nacional). La duración media del día varia a lo largo del año, siendo de 13hs en primavera y verano, y de 11hs en los meses fríos.

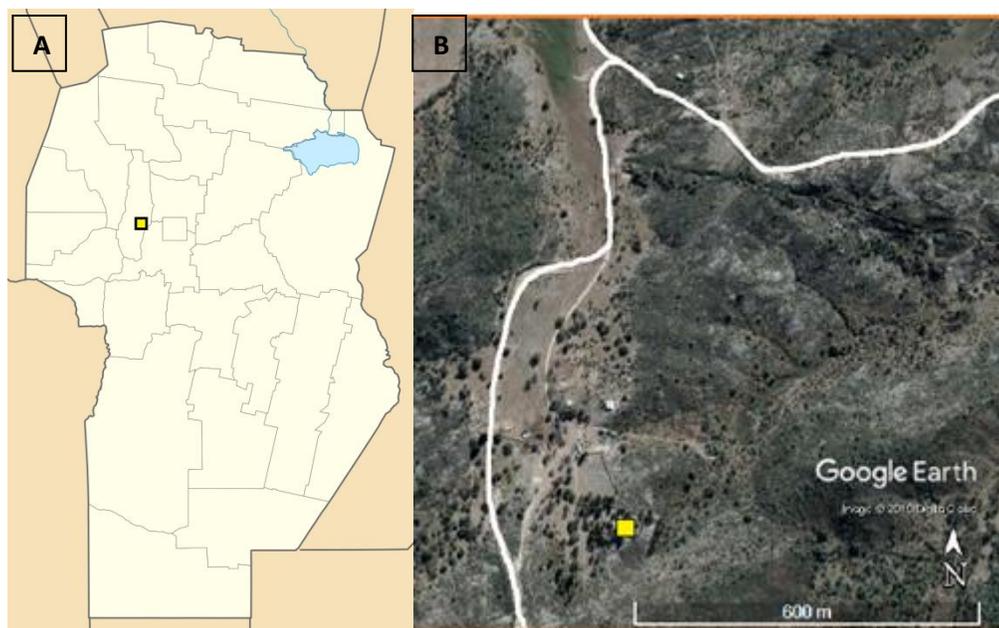


Figura 1 - Ubicación de la estancia Tres Estrellas. **A)** Ubicación en relación a la Provincia de Córdoba, **B)** Vista satelital de la estancia, el cuadrado amarillo marca el casco principal de la estancia y la línea blanca el camino público.

En la estancia se combina la explotación turística con la explotación ganadera. El manejo que realizan del ganado vacuno, caprino, ovino, equino y camélido es de tipo extensivo, donde los animales deambulan libremente la mayor parte del tiempo y solo son encerrados por la noche.

Censo de bocas y vizcacheras del vizcacheral

Se realizó una campaña de muestreo durante el mes de enero de 2019 en la cual se recorrió todo el territorio de la estancia marcando en un dispositivo GPS de mano (Garmin eTrex® Touch 35) todas las bocas activas encontradas con un código particular para cada vizcachera. Además, cada una de las bocas fue registrada y etiquetada con el mismo código utilizado en el GPS con una cámara fotográfica (Nikon Coolpix® W300), que a su vez registró los datos de ubicación, altitud y orientación. Todas las fotos fueron tomadas desde a la misma distancia y altitud para mantener la escala, a fin de crear un registro de las bocas para futuras comparaciones. Durante todo el censo se tomó la precaución de utilizar la misma pizarra (de 30 cm de alto por 50 cm de ancho) y de colocarla en la misma posición con respecto a la boca de la madriguera, cumpliendo de este modo un doble propósito, el de pizarra y el de referencia de escala. El código utilizado se conforma de tres letras que hacen referencia a la Estancia Tres Estrellas, y dos números entre guiones; el primer número indica en que vizcachera se encuentra y el segundo corresponde al número de boca seguido de una letra “A” que indica que dicha boca cumpliría con las características externas para ser considerada una entrada de madriguera al presente en uso por las vizcachas (Figura 2).



Figura 2 – Ejemplo del registro fotográfico de bocas. Todas las fotos fueron tomadas con el código identificador escrito en una pizarra.

Para la obtención de los mapas satelitales cargados con los datos del censo, y la realización de los diferentes cálculos posteriores (área del vizcacheral, distancia al centro de la vizcachera, etc.), se emplearon los programas GoogleEarth y QGIS de acuerdo a sus utilidades.

Caracterización de las vizcacheras

Para cada una de las vizcacheras, utilizando el programa GoogleEarth, se calculó el diámetro (distancia entre las bocas más alejadas de la vizcachera) y su área asociada; la distancia al vecino más próximo (como distancia entre vizcacheras); y las distancias de cada vizcachera al camino público y al casco principal de la estancia.

Para evaluar si existen variaciones entre las distancias a las que se encuentran las vizcacheras y el tamaño de las mismas (número de bocas activas), primero se calculó la distancia promedio al vecino más próximo para toda la colonia, luego con eje en el centro de cada vizcachera se trazaron círculos sobre el mapa cuyos valores de radio correspondieron al valor promedio calculado para el vecino más próximo para la colonia; por último se contaron el número de bocas activas de vizcacheras vecinas que quedaban incluidas en el interior de dichos perímetros. Si la distancia entre vizcacheras dependiera del tamaño de dichas vizcacheras, las vizcacheras pequeñas se encontrarían más cercanas entre sí que el valor promedio para el vecino más próximo y viceversa, las vizcacheras más grandes se encontrarían entonces a mayor distancia de sus vizcacheras vecinas que el valor

promedio para el vecino más próximo calculado para la colonia. Si relacionamos este razonamiento a nuestra variable calculada y se verificara la relación planteada, para las vizcacheras mas chicas se contabilizará entonces un mayor número de bocas activas de vizcacheras vecinas dentro del perímetro calculado, siendo la relación inversa para vizcacheras más grandes.

Caracterización de las bocas de las vizcacheras

Para esta sección del total de familias del vizcacheral se muestrearon 8 vizcacheras al azar (correspondiendo a un 21% del total). Se definieron 11 variables a medir en cada una de las bocas de cada una de estas vizcacheras a fin de obtener una caracterización de las mismas. Utilizando una cinta métrica (graduada en milímetros), se midió el alto y ancho de la boca, la altura de tierra encima de la boca, distancia sin pasto delante de la boca y distancia de la boca al centro de la vizcachera. Se considero como “entrada de la cueva” al plano vertical resultante de proyectar el comienzo del techo de la cueva hacia el suelo. Además se registró la presencia de heces, palos, huellas y tierra movida en la cercanía de la boca (radio de 1,5m delante de la boca) asignándole a cada variable una valoración de 0, 1 o 2 según si había “nada”, “poco” o “mucho” respectivamente. Considerando: a) para las heces, “poco” cuando las heces se encontraban dispersas y en número menor de 10, y “mucho” cuando se encontraban heces en montoncitos o en número mayor de 10, cubriendo el suelo cercano a la boca; b) para los palos, “poco” cuando se encontraban en número menor o igual a 2, y “mucho” cuando se encontraban en número mayor de 2; c) para las huellas, “poco” cuando cubrían menos de un 25% de la superficie, y “mucho” cuando cubrían más de un 25% de la superficie; y d) para la tierra movida, “poco” cuando representaba menos de un 25% de la superficie, y “mucho” cuando representaba más de un 25% de la superficie). Utilizando un clinómetro graduado en grados, se midió también la inclinación de entrada a la cueva (ángulo diedro entre la horizontal y el plano de superficie de entrada a la boca),

Monitoreo de las bocas con cámaras trampa

Para esta sección se aplicó un enfoque metodológico novel (con su respectiva validación) que consistió en el monitoreo nocturno con cámaras trampa de todas las bocas

activas en simultáneo para cada una de las vizcacheras evaluadas (entendiendo por bocas activas aquellas entradas a las madrigueras en las cuales se encuentran heces frescas, huellas o signos recientes de excavación (Branch et al. 1994a)).

El muestreo con cámaras trampa se realizó durante el mes de febrero y comienzos de marzo de 2019 en las mismas 8 vizcacheras seleccionadas previamente para la caracterización de las bocas. En el caso de disponer de cámaras trampa suficientes, con respecto al número de bocas que se debían evaluar, se monitorearon 2 vizcacheras en simultáneo (esta condición se verificó solo en una oportunidad).

Durante este trabajo se dispuso de 12 cámaras trampa con visión nocturna (Bushnell Trophy Cam, modelo 119876). Este modelo de cámara trampa, como la mayoría de los disponibles en el mercado, poseen un sensor infrarrojo que al detectar movimiento activa el disparador de la cámara asociada. Las cámaras trampa fueron programadas para capturar registros de video y audio de 30 segundos de duración por evento detectado (movimiento), para trabajar en modo nocturno, se programó también que la intensidad de iluminación al producirse cada disparo sea baja ya que los objetos a detectar se hallaban a corta distancia, y se le permitió a la cámara manejar automáticamente la sensibilidad del sensor de movimiento (lo que según las especificaciones del fabricante reduciría el número de falsos disparos). A fin de registrar la actividad de las bocas de cada vizcachera, las cámaras fueron colocadas apuntando directamente a éstas en soportes ubicados aproximadamente a dos metros de las bocas y la altura de la cámara fue variable de acuerdo a la orientación de la boca (Figura 3). Siempre que fue posible, las ramas o troncos de árboles cercanos a la boca que se deseaba monitorear fueron utilizados como soporte para las cámaras, en ausencia de estos, los soportes fueron realizados enterrando ramas secas a modo de postes. Estas ramas fueron cortadas siempre de árboles de la misma zona de la vizcachera y debían encontrarse elevadas del suelo por al menos 1 metro, de este modo se buscaba disminuir la posibilidad de que las ramas hubieran sido marcadas (por mordidas, olores, etc.) por miembros de vizcacheras vecinas, y por ende el correspondiente disturbio asociado. Una vez colocadas las cámaras permanecieron activadas durante tres noches consecutivas en cada vizcachera. Todos los videos obtenidos poseen información sobre la fecha, hora y temperatura del momento en que la cámara realizaba la captura (Figura 4).



Figura 3 – Foto de una de las cámaras trampa colocada sobre un soporte a dos metros de la boca. En la figura siguiente (Figura 4) se observa un ejemplo de las imágenes obtenidas de la misma.



Figura 4 – Foto obtenida a partir de uno de los videos capturados por la cámara trampa de la Figura 3. Se observa una vizcacha adulta saliendo de la cueva y otro adulto afuera. En el borde inferior aparece la información de temperatura, fecha y hora registrada por la cámara trampa.

Análisis de los eventos captados por las cámaras trampa

En el marco del presente trabajo consideraremos como “grupo familiar” al conjunto de individuos pertenecientes a una misma especie, que permanecen juntos por un cierto período de tiempo interactuando entre ellos de una forma evidentemente mayor que con otros conespecíficos (Wilson 1980). Así, el grupo familiar para *Lagostomus maximus* será el conjunto de individuos que comparten un determinado sistema subterráneo de túneles y cámaras interconectadas denominado vizcachera (Llanos y Crespo 1952, Branch 1993a, Branch 1993c).

A) Cálculo del número mínimo de individuos por vizcachera:

A partir del registro ordenado en el tiempo de todas las entradas y salidas de los animales por noche por vizcachera monitoreada y mediante cálculos matemáticos, se pudo obtener el número mínimo de individuos de cada grupo familiar que habrían permanecido en la superficie para cada uno de los momentos en que sucedía un cambio de estado. Para el cálculo, se considero a la boca de la madriguera como la interface, y el paso de una vizcacha en cualquiera de los dos sentidos (entrando o saliendo de la madriguera) como un

cambio de estado. Así por ejemplo, para el décimo cambio de estado registrado el número de individuos del grupo familiar monitoreado que se encuentran en la superficie surge de aplicar la siguiente fórmula:

$$x_{10} = (S_{10} - E_{10}) + (S_{(1+2+\dots+9)} - E_{(1+2+\dots+9)})$$

Siendo x_{10} el número de individuos que se encuentran afuera de la vizcachera al décimo cambio de estado, S_{10} = número de individuos que salen de la boca en el décimo evento registrado, E_{10} = número de individuos que entran a la boca en el en el décimo evento registrado, $S_{(1+2+\dots+9)}$ = el número de salidas acumulado para esa vizcachera hasta el evento anterior y $E_{(1+2+\dots+9)}$ = el número de entradas acumulado para esa vizcachera hasta el evento anterior. El valor máximo obtenido por este medio se consideró que correspondería al número mínimo de individuos que habitarían dicha vizcachera.

B) Caracterización de actividad en la boca de las vizcacheras:

Para estudiar la variedad de comportamientos registrados en las bocas de las vizcacheras y si existen diferencias en el tiempo en la expresión de dichos comportamientos, se procedió como paso inicial al análisis de las filmaciones. Para cada evento (disparo de una cámara trampa) se extrajeron 3 grupos de datos:

- i. Fecha, hora, temperatura y localización de la cámara al momento del disparo.
- ii. Número y clase etaria de los individuos captados en cada video:

Cada uno de los individuos observados fue clasificado como cría, juvenil o adulto de acuerdo a su tamaño y fenotipo.

- iii. Comportamientos de los individuos captados en video:

A partir de observaciones al azar de un 5% de las filmaciones tomadas por las cámaras trampa se confeccionó una lista inicial de comportamientos con potencialidad de ser registrados durante la desgravación de los videos. Una vez confeccionada la lista se realizó una descripción detallada de cada uno de ellos, si algún comportamiento observado durante esta observación preliminar no se hallaba descrito en la bibliografía para la especie o debía ser modificado se procedió a una nueva descripción del mismo.

Los comportamientos descriptos fueron:

- a) Se rasca: Cualquier acción que incluya movimientos rápidos y cortos de una extremidad dirigida a otras partes del cuerpo.
- b) Acicalamiento: Movimientos repetitivos y suaves de la boca hacia el resto del cuerpo o de las extremidades anteriores hacia la cabeza.
- c) Baño de polvo: Por medio de un movimiento brusco del cuerpo entero apoya alguno de los lados del cuerpo contra el suelo seguido de movimientos oscilantes rápidos que ponen en contacto el lomo del animal contra el sustrato.
- d) Come:
 - (1) El animal toma el alimento directamente del sustrato con la boca, manteniendo la cabeza al ras del suelo, el lomo del animal se observa levemente arqueado.
 - (2) El animal toma el alimento del sustrato utilizando alguna de las extremidades anteriores para posteriormente llevárselo a la boca, la cabeza no se mantiene elevada del suelo, el lomo del animal se observa recto.
- e) Cecotrofia: Comienza desde una posición sentada (cuerpo en posición vertical con los miembros anteriores del cuerpo suspendidos y los posteriores apoyados en el suelo) y luego curva el cuerpo hacia adelante y abajo hasta que coloca la boca a la altura del ano.
- f) Camina: Al menos una extremidad en contacto con el sustrato, cambia su ubicación involucrando las cuatro extremidades, ya sea en dirección lineal o rotando sobre el eje del animal a nivel del suelo, provocando desplazamiento.
- g) Corre: Desplazamiento realizado de a saltos apoyando las extremidades delanteras y traseras de a pares en el sustrato intercalado por una fase aérea en la cual ninguna extremidad se encuentra apoyada en el sustrato.
- h) Escarba: con las extremidades anteriores rasga el suelo desplazando el sustrato hacia atrás del cuerpo.
- i) Mueve objetos: Acción que involucra todo el cuerpo. Con la boca agarra los objetos y, según el tamaño del objeto, los separa del suelo o no. Utilizando las extremidades mientras mantiene sostenido el objeto con la boca, cambia su posición.

- j) Emite sonidos: acción acompañada de un sonido. Se observan contracciones del abdomen y apertura de la boca, a veces acompañadas de un estiramiento del cuello hacia adelante.
- k) Marcaje:
 - (1) Con la cabeza: Acción que involucra el roce de los laterales de la cabeza y hocico en ramas cercanas a la boca de la vizcachera.
 - (2) Con la zona urogenital: Acción que involucra el contacto simultáneo de las cuatro extremidades y la zona urogenital con alguna de las ramas de las que en general se observan en la boca de la vizcacheras, el animal literalmente se observa como sentado sobre la rama a pesar de que en algunas situaciones estas son de diámetro pequeño.
- l) Interacción conespecífica: aproximación de dos individuos que involucra el contacto entre los mismos ya sea acercando la cabeza hasta tocar el extremo anterior de la cabeza del otro individuo con la misma o movimientos repetitivos, cortos y suaves de la boca (mordisqueo) dirigidos al cuerpo del otro individuo (cuello, lomo o laterales).
- m) Vigila parado en dos patas: Animal con las dos extremidades posteriores en contacto con el sustrato y las dos extremidades anteriores suspendidas, cuerpo en posición vertical y base de la cola apoyada sobre el sustrato. Con ojos abiertos y eje de la cabeza paralela al sustrato, pudiendo rotar la cabeza hacia los lados.
- n) Observa: Individuo con las cuatro extremidades en contacto con el suelo, con los ojos abiertos y la mirada fija y cabeza paralela al suelo. Solo realiza movimientos de la cabeza hacia los laterales o de las orejas
- o) Movimientos laterales de cola*: Movimientos laterales repetitivos que involucran la cola en toda su extensión.
- p) Golpeteos al suelo*: Mientras se mantiene apoyado en el suelo por las extremidades anteriores golpea el suelo con movimientos repetitivos, alternados y rápidos de las extremidades posteriores. En general este comportamiento se observa asociado a la emisión simultánea por parte del animal de sonidos fuertes y estiramientos de cuello hacia adelante.

- q) Entra a la boca: la totalidad del cuerpo del animal desaparece dentro de la madriguera.
- r) Sale de la boca: la totalidad del cuerpo del animal emerge de la boca de la madriguera.

** Comportamiento observado por primera vez durante el análisis de los videos y no incluido en la lista original por lo que se procedió a su descripción e incorporación al listado.*

Una vez cumplida la descripción, clasificación y registro de todos los comportamientos captados por las cámaras trampa colocadas en las bocas de cada vizcachera, se procedió a agrupar al conjunto de datos en 8 segmentos de tiempo consecutivos resultantes de dividir en 8 partes iguales el periodo comprendido entre la ocurrencia del primer y último registro diario por parte de alguna de las cámaras trampas instaladas. Este grupo de datos agrupados fue el que se utilizó para estudiar si existen patrones circadianos en la organización del comportamiento de la colonia de vizcachas para el periodo de tiempo estudiado.

Validación del método de muestreo con cámaras trampa

A aproximadamente un 20% de las cámaras trampa instaladas se les adosó una filmadora (Figura 5) de circuito cerrado (CCTV) conectada a un ordenador por un cable de 100 metros, las 2 cámaras (cámara trampa y cámara CCTV) fueron colocadas de manera que ambas compartieran campos de visión muy similares. Mediante las cámaras CCTV se realizó un registro continuo de video de la misma área (boca de la vizcachera) que estaba siendo monitoreada por la cámara trampa. Estos videos fueron luego analizados para evaluar por comparación el rendimiento de las cámaras trampa para el fin propuesto.



Figura 5– Ejemplo de cámara CCTV adosada a la cámara trampa.

Análisis estadístico

Mediante análisis de regresión lineal se evaluó si existe una relación funcional entre la cantidad de bocas activas por vizcachera con alguna de las variables medidas con la información cargada en los mapas satelitales (área y diámetro de la vizcachera; cercanía a bocas de vizcacheras vecinas, y las distancias de cada vizcachera al camino público y al casco principal de la estancia). En todos los casos un valor de $p < 0,05$ fue considerado como indicando diferencias significativas. Todos los análisis de regresión lineal se realizaron con el programa estadístico *InfoStat* (Di Rienzo et al. 2015).

Con el objetivo de evaluar el grado de disturbio que podría ocasionar la colocación de las cámaras trampa sobre en la actividad general de los animales en la boca de las vizcacheras y por ende identificar si se desarrollaba o no un proceso de ambientación a las mismas durante los 3 días de monitoreo, la variable número mínimo de animales por

Vizcachera fue analizada mediante Modelos Lineales Generales Mixtos (MLGM). Se utilizó una distribución normal con una correlación de errores independientes. Se incluyó el factor días de muestreo (3) como efecto fijo. A su vez el ID de las 8 Vizcacheras monitoreadas fueron incluidas en el modelo como efecto aleatorio.

A fin de evaluar si existían diferencias entre los 8 bloques horarios en los que se dividió la actividad nocturna para la actividad general en la boca de las vizcacheras, la variable número de disparos de las cámaras trampa por boca fue analizada mediante Modelos Lineales Generales Mixtos (MLGM). Se utilizó una distribución normal con una correlación de errores independientes. Se incluyó el factor bloques horarios (8) como efecto fijo. A su vez el ID de las 8 Vizcacheras monitoreadas fueron incluidas en el modelo como efecto aleatorio.

Todos los modelos fueron ajustados utilizando la librería de R nlme, glm y glmer mediante el programa estadístico *InfoStat* (Di Rienzo et al. 2015). Cuando se observaron diferencias significativas ($\alpha < 0,05$), se utilizó la prueba de Fisher (LSD) para comparación de medias.

A fin de evaluar las relaciones entre la ocurrencia de comportamientos, los bloques horarios, las clases etarias observadas y las características externas de las bocas, se realizaron análisis de componentes principales. Este análisis, en base a los valores que presentan las observaciones en las variables elegidas, efectúa combinaciones lineales entre variables, definiendo vectores o componentes que explican un determinado porcentaje de la varianza de las observaciones. El análisis de componentes principales permite agrupar las observaciones en base a las mejores combinaciones lineales de variables y, por otro lado, permite eliminar variables que no tienen importancia en la agrupación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Censo de bocas y vizcacheras del vizcacheral.

El vizcacheral tiene un área total de 24,19 ha (Figura 6), dentro de esta superficie se identificaron un total de 38 vizcachera, que corresponderían a 38 grupos familiares (Figura 7). El tamaño de las vizcacheras varía entre 3 y 37 bocas activas (Figura 8). Como se aprecia en la figura 7 la colonia de vizcachas estudiada detiene abruptamente su desarrollo sin que se puedan percibir cambios evidentes en el hábitat (el valle con su correspondiente mallín asociado continua), ese límite norte en la distribución de la colonia coincide con los límites de la estancia (alambrado), si bien se trata de una observación que no ha sido puesta a prueba mediante un diseño experimental ad-hoc, este hecho observado podría tomarse como un indicio de la fuerte dependencia de la colonia a la actitud proteccionista de la propietaria de la estancia hacia esta especie.



Figura 6 - Perímetro del vizcacheral (línea roja).

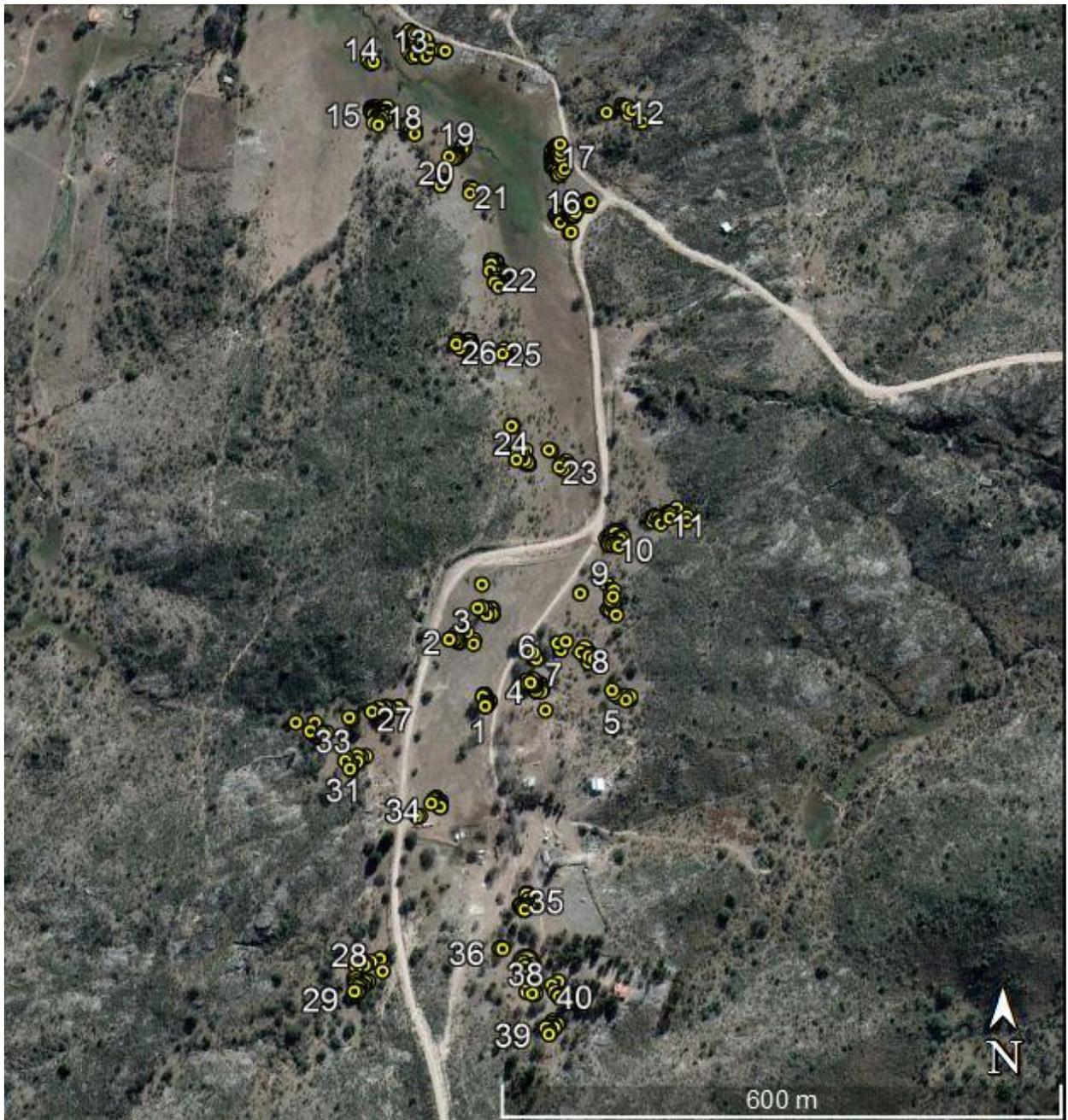


Figura 7 - Ubicación de las 38 vizcacheras censadas del vizcacheral. Cada vizcachera esta rotulada con su un número identificador y cada punto amarillo representa cada boca censada.

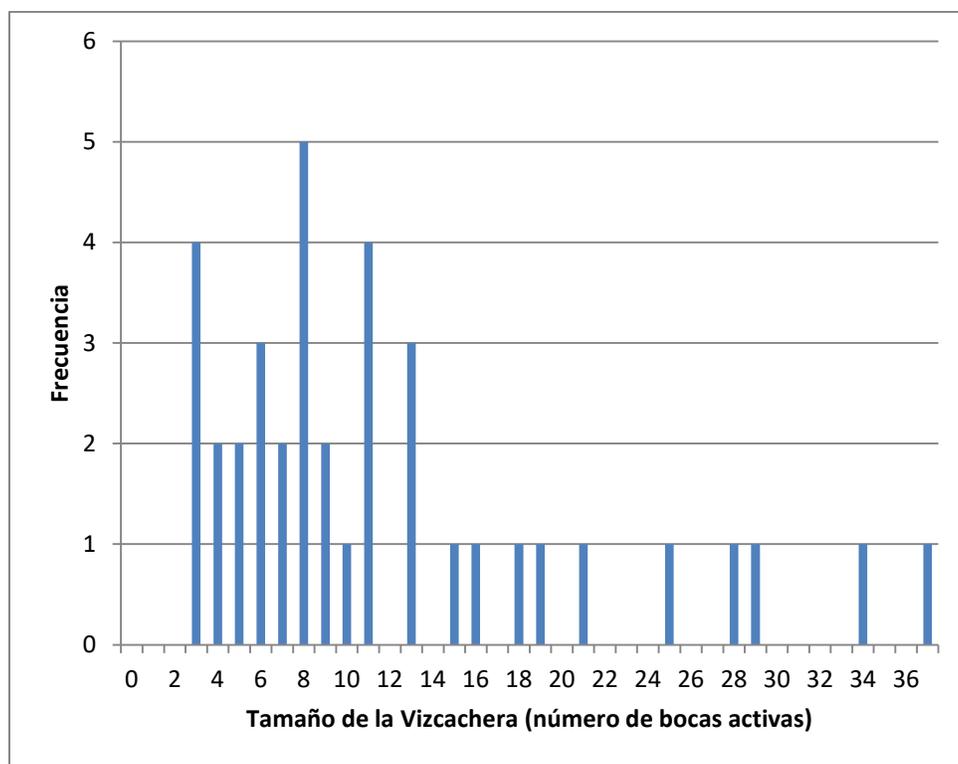


Figura 8 – Distribución de frecuencias para el tamaño de las vizcacheras en base al número de bocas activas censadas para cada una de ellas.

A partir del relevamiento realizado se calcularon los siguientes valores descriptivos para la colonia:

- Vizcacheras por hectárea: 1,57 (área total del vizcacheral (ha) / numero de vizcacheras censadas).
- Promedio de bocas activas por Vizcachera: $11,97 \pm 8,75$

Los valores medios obtenidos del número vizcacheras por ha y de bocas activas por vizcachera para nuestra colonia guardaría similitud con valores obtenidos por Arzamendia (2001) para dos colonias ubicadas en pastizales de altura de las sierras grandes de Córdoba (1.19 y 8.6, respectivamente). En cambio, en una zona del monte semiárido de La Pampa se ha detectado una menor densidad de vizcacheras pero con un mayor tamaño de estas (0.57 y 36.6, respectivamente) (Branch y col. 1994a), y para una zona del Delta de Entre Rios se reportó una menor densidad de vizcacheras y menor tamaño de las mismas (0.32 y 3.6 respectivamente) (Llanos y Crespo 1952). Consideramos que las variaciones observadas entre los datos obtenidos para la colonia en estudio y otros reportados para la

especie podrían explicarse por adaptaciones locales a las diferencias en el hábitat y/o a la fase de la curva de crecimiento en la que se encuentran las colonias al momento de ser relevadas.

Caracterización de las vizcacheras

Se encontró una relación positiva entre el número de bocas de cada vizcachera y el área y diámetro de la misma ($R^2 = 0,69$ y $p < 0,0001$, y $R^2 = 0,61$ y $p < 0,0001$; respectivamente; $N = 38$) (Figura 9). Estos resultados nos indican que a medida que aumenta el número de bocas activas de una vizcachera el área de la misma se expande, indicando que existiría una distancia mínima conservada entre las bocas existentes y las nuevas bocas construidas por los miembros de un mismo grupo social.

La distancia promedio al vecino más próximo (distancia entre vizcacheras vecinas) para la colonia fue de 45.65 ± 19.5 m (Media \pm D.E.). Observándose además que el tamaño de cada vizcachera (de acuerdo al número de bocas activas que la conforman) está inversamente relacionado al número de bocas activas de vizcacheras vecinas en un radio de 50 metros ($R^2 = 0,30$ y $p = 0,0004$; $N = 38$) (Figura 9), si bien bajo un ajuste lineal la relación entre las variables se presenta débil, igualmente podríamos inferir que el espaciamiento entre las vizcacheras depende del tamaño de las mismas, mientras más grandes son las vizcacheras (en número de bocas) a mayor distancia se encontrarán las vizcacheras vecinas, considerando además que las vizcachas de un mismo grupo familiar defienden activamente su territorio de intrusos, si la defensa de un mayor territorio se relacionara además con el número de individuos que participan activamente de esa tarea (Branch 1993b), estos resultados serían otro indicador de que el número de bocas activas de una vizcachera estaría relacionado al número de individuos que componen ese grupo familiar. Estos reportes son los primeros de su tipo para la especie, por lo que sería interesante la realización de futuros estudios que evalúen si el fenómeno descrito responde a características locales del hábitat (tipo de suelo, disponibilidad de alimento, efecto antrópico, etc.) o es un fenómeno generalizado.

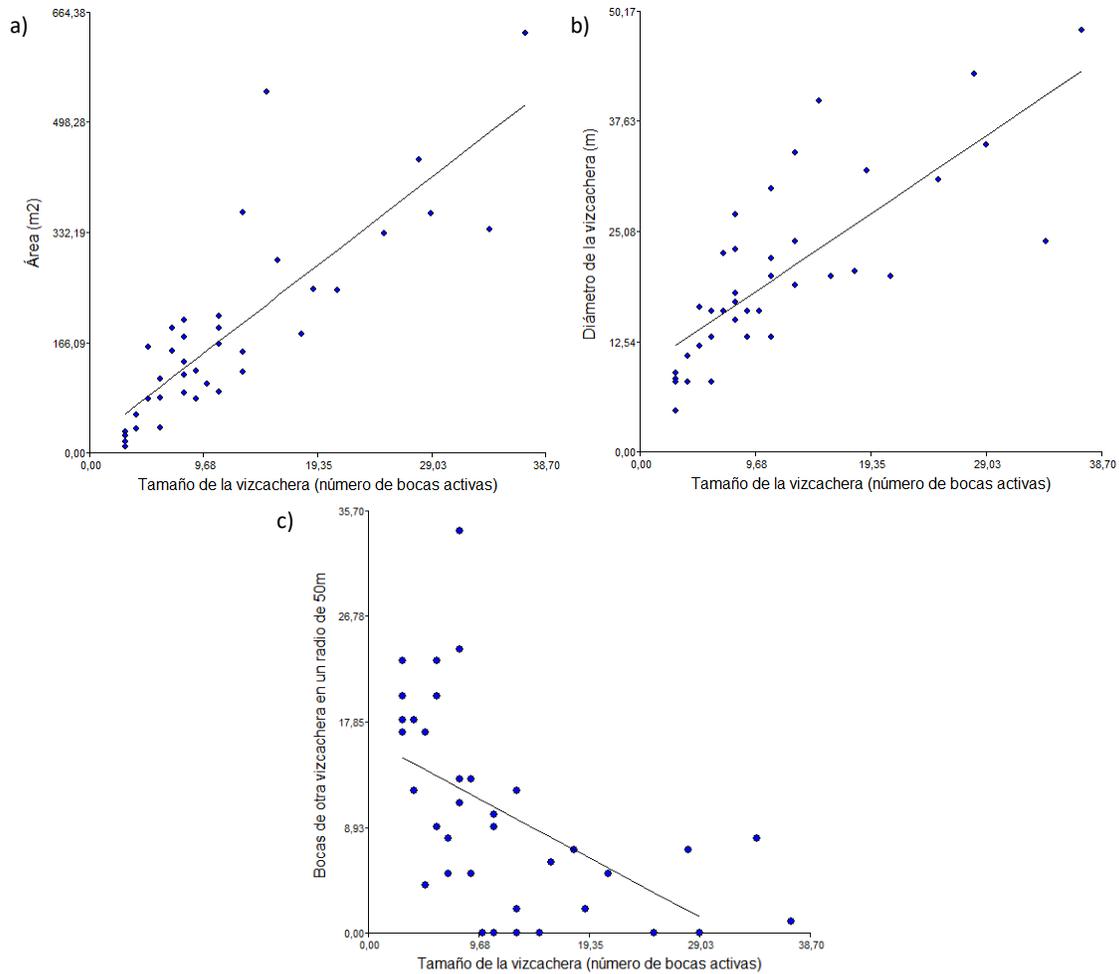


Figura 6 - Relación entre el tamaño de las vizcacheras (medido en número de bocas activas) y a) el área en m² de cada vizcachera. ($R^2 = 0,69$; $p < 0,0001$; $N=38$), b) el diámetro en m de cada vizcachera ($R^2 = 0,61$; $p < 0,0001$; $N=38$) y c) la cantidad de bocas de otras vizcacheras encontradas en un radio de 50m al centro de la vizcachera ($R^2=0,30$; $p = 0,0004$; $N=38$).

Para continuar con el desarrollo de esta sección resulta importante destacar que los resultados aquí obtenidos para la distribución de las vizcacheras en el vizcacheral se refieren a un estudio no estacional y en el cual no se evaluaron las potenciales variaciones ambientales de los recursos limitantes para la especie. Durante las campañas y por comentarios de la propietaria de la estancia y de gente del lugar pudimos reconocer dos factores antrópicos con potencial capacidad para modificar la distribución de las vizcacheras en el vizcacheral. El primero de ellos es la proximidad al camino provincial que atravesaba longitudinalmente toda la extensión de la colonia de vizcachas, desde donde según comentarios de la dueña de la estancia, se apostarían los cazadores ilegales para

cazar las vizcachas; el segundo factor es la proximidad al casco de la estancia, donde viven la dueña de la estancia quien se declara en contra de la cacería de la especie.

La relación entre el tamaño de las vizcacheras y los factores antrópicos evaluados arrojó resultados inesperados. Si bien la relación es débil ($R^2=0,14$ y $p=0,021$), se encontró una relación inversa entre el tamaño de las vizcacheras y la cercanía al camino público, encontrándose las vizcacheras de mayor tamaño más cercanas al camino. Se desconocen las causas por las cuales la cercanía al camino favorecería el desarrollo de vizcacheras de mayor número de bocas, esto descarta nuestro prejuicio de que estas poblaciones sean más susceptibles de ser cazadas ilegalmente. Para la cercanía al casco principal de la estancia se observó una leve relación negativa ($R^2= 0,19$; $p= 0,0056$) con el tamaño de las vizcacheras encontrándose las vizcacheras de menor número de bocas más cercanas al casco principal. Estos resultados podrían guardar relación con el hecho de que las zonas cercanas al casco presentan mayor carga de ganado, durante los muestreos se observó que los animales de la estancia son confinados durante la noche en los encierros cercanos al casco principal (observación personal) (Figura 10).

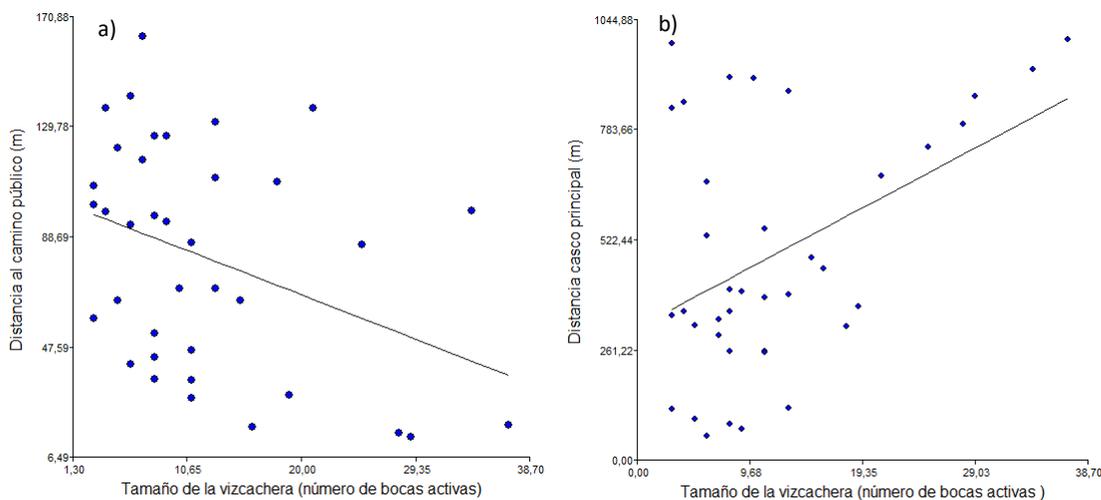


Figura 70 - Relación entre el tamaño de las vizcacheras (medido en número de bocas activas) y **a)** la distancia al camino público (m) ($R^2 = 0,14$; $p = 0,021$; $N=38$) y **b)** la distancia al casco principal de la estancia ($R^2 = 0,19$; $p = 0,0056$; $N=38$).

Caracterización de las bocas de las vizcacheras

Para las 43 bocas activas caracterizadas, correspondientes a las 8 vizcacheras evaluadas (Figura 11), se obtuvieron los siguientes valores promedio: ancho=33,81cm; alto=25,65cm; altura de la columna de tierra sobre la boca=20,4cm; inclinación de la

entrada=23°; distancia de la boca al centro de la vizcachera=4,14m; y distancia sin pasto frente a la boca=2,3m. Sorprendentemente, estos valores son muy similares a los obtenidos por Llanos y Crespo (1952) para ancho de la cueva y pendiente (35cm y 21,3° respectivamente). Dentro de nuestro conocimiento no existen para su comparación reportes sobre el resto de las variables evaluadas. Los promedios obtenidos para cada vizcachera serán relacionados en secciones posteriores con los valores de actividad y densidad relativa calculados.

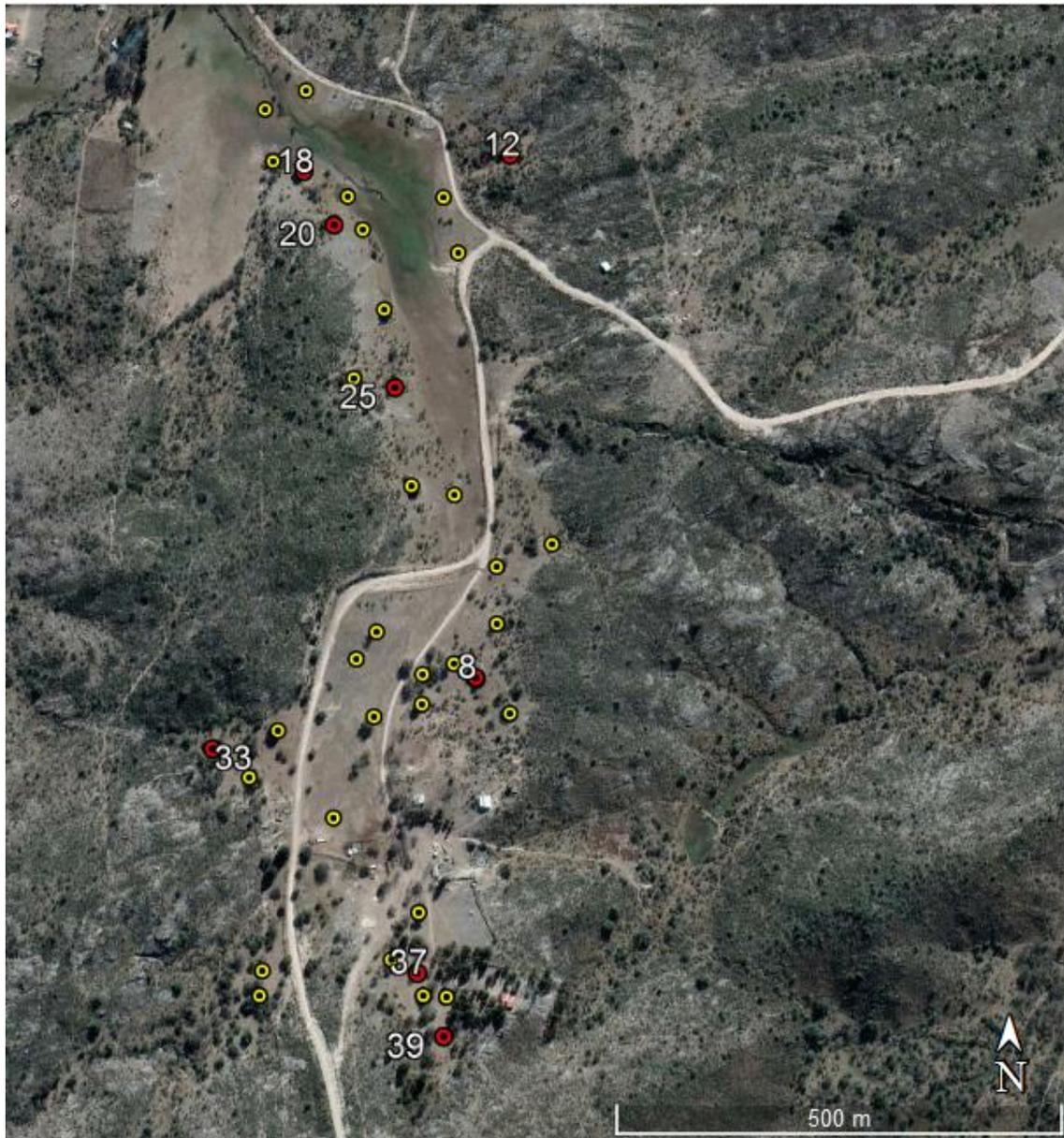


Figura 11 – Ubicación de las 38 vizcacheras (puntos amarillos y rojos) que forman parte del vizcacheral. Los puntos rojos marcan las 8 vizcacheras caracterizadas y monitoreadas, cada una con un número identificador (Imagen satelital obtenida de GoogleEarth © Image 2018 Google).

Monitoreo de las bocas con cámaras trampa

De los 3224 videos obtenidos de las cámaras trampa, 2889 fueron disparos efectivos (se observaba en el registro correspondiente al animal que gatillo la cámara trampa), mientras que 335 (10,39 % del total) fueron falsos disparos (durante el registro de video obtenido no se observaban animales).

Análisis de los eventos captados por las cámaras trampa

A) Cálculo del número mínimo de individuos por vizcachera

No se observaron diferencias significativas ($p=0,692$) para el valor del número mínimo de individuos entre los tres días de muestreo por vizcachera (Día 1= $5,63\pm 2,34$; Día 2= $6,63\pm 2,67$ y Día 3= $6,79\pm 2,4$ - medias \pm E.E.), por lo que los datos para esta variable fueron agrupados. Esta falta de diferencia entre los días de muestreo puede indicar que el método de monitoreo tuvo un bajo nivel de impacto sobre la actividad de los animales o que aún no se produjo una adaptación por parte de los individuos al método; de todas maneras, desde el primer día de monitoreo los animales realizaron un repertorio de comportamientos que incluyó, por ejemplo, el acicalamiento enfrente de la cámara, los cuales demuestran bajo nivel de temerosidad por parte de los mismos.

Los resultados obtenidos para el número mínimo de animales observados por vizcachera fueron luego transformados a animales por boca activa, dividiendo el valor total observado por vizcachera sobre el número de bocas activas monitoreadas que esta poseía (Tabla 1). Al promediar los valores para cada una de las 8 vizcacheras monitoreadas el valor obtenido para el número mínimo correspondió a un mínimo de 0,29 y un máximo de 6 animales por boca activa. Si utilizamos el valor obtenido como un índice de densidad poblacional indirecto, y consideramos además que para este vizcacheral se contabilizaron en total 493 bocas activas (para las 38 vizcacheras censadas), la población de la colonia entonces podría estimarse en 622,83 individuos. Este índice de densidad calculado mediante el monitoreo por cámaras trampa resultó en valores menores y mayores que el valor de 2,5 animales por boca reportado por Llanos y Crespo para Entre Ríos, sobre un relevamiento de 12 vizcacheras. Por otro lado, Branch y colaboradores reportaron

para el relevamiento de una única vizcachera un máximo de 1,4 y un mínimo de 0,94 animales por boca, ubicándose nuestra estimación en un intervalo de valores más amplio, en el cual la estimación de Branch y colaboradores se ubica dentro del mismo. Como mencionamos anteriormente, las variaciones observadas entre los datos obtenidos para la colonia en estudio y otros reportados para la especie podrían explicarse por adaptaciones locales a las diferencias en el hábitat y/o a la fase de la curva de crecimiento en la que se encuentran las colonias al momento de ser relevadas. Sin embargo, no podemos descartar que estas diferencias se deban a las diferentes metodologías empleadas para la estimación de este índice de densidad poblacional. Como fue destacado por Branch y colaboradores (1994a), la aplicación generalizada de estimadores de densidad de este tipo requeriría de datos comparativos a través del rango geográfico de las vizcachas.

Aun teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, creemos en la utilidad del estimador poblacional obtenido para el área de estudio, el cual, con los recaudos correspondientes, podría permitir una primera estimación de la densidad poblacional de colonias de ambientes similares con un bajo costo operativo.

La validación de la metodología empleada (monitoreo con cámaras trampa) será desarrollada en la última parte de la presente sección.

ID vizcachera monitoreada	Número de bocas activas
12	9
18	4
20	3
25	5
33	7
37	4
39	7
8	4

Tabla 1 – Id vizcacheras monitoreadas con su correspondiente número de bocas.

B) Caracterización de la actividad en la boca de las vizcacheras

La colonia de vizcachas estudiada mostro un marcado patrón en la actividad general en la boca de las vizcacheras ($F_{(7, 64)}=2,27$; $p=0,043$). Se observaron dos picos marcados durante la noche, comprendidos entre dos bloques horarios, el primero de ellos sucedió entre las 22:30h y la 01:30h y el segundo entre las 03:00h y las 06:00h (Figura 12). Estos picos en la actividad nocturna en las bocas de las vizcacheras no han sido reportados hasta el presente para la especie, sin embargo es interesante mencionar que patrones similares fueron descriptos para otros mamíferos nocturnos como la mulita (*Dasypus hybridus*), comadreja (*Didelphis marsupialis*), ratón (especie desconocida) (Rowcliffe et al. 2014), ratón de campo europeo (*Apodemus sylvaticus*) y ardilla voladora (*Glaucomys volans*) (Aschoff 1966), la presencia de este mismo patrón en diversos ordenes de la clase Mammalia indicaría que es una adaptación que podría tener un rol importante en la supervivencia de los mamíferos nocturnos, entre otros factores se ha mencionado que podría jugar un rol importante en la termo-regulación de los individuos (Rowcliffe et al. 2014), y que mediante la sincronización de algunas actividades críticas dentro de la colonia, como por ejemplo el forrajeo, podría reducir el riesgo de predación (Aschoff 1966).

Futuros estudios que relacionen otras variables como patrones de predación, cambios de temperatura, uso de hábitat, etc. podrían ser de utilidad para profundizar en la caracterización de este fenómeno nunca antes descripto para la vizcacha.

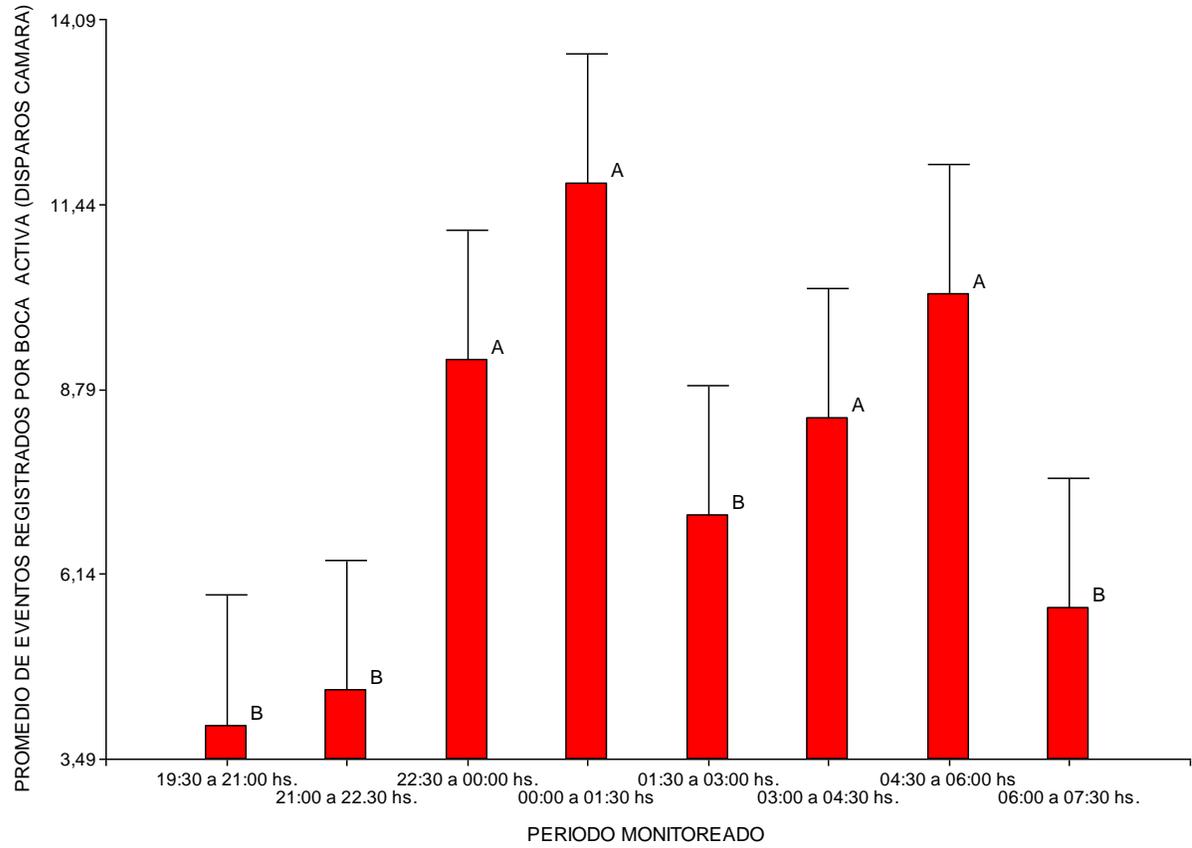


Figura 12 – Promedio de eventos registrados por boca activa en cada periodo de 90 min monitoreado. A, B Letras distintas indican diferencias significativas entre los grupos. Los valores se expresan como: Media ± EE.

Del total de 3659 disparos efectivos obtenidos durante el monitoreo de las bocas de las 8 vizcacheras estudiadas, se registro la ocurrencia de 4778 eventos compatibles con los comportamientos descritos en el listado (Figura 13 y 14).

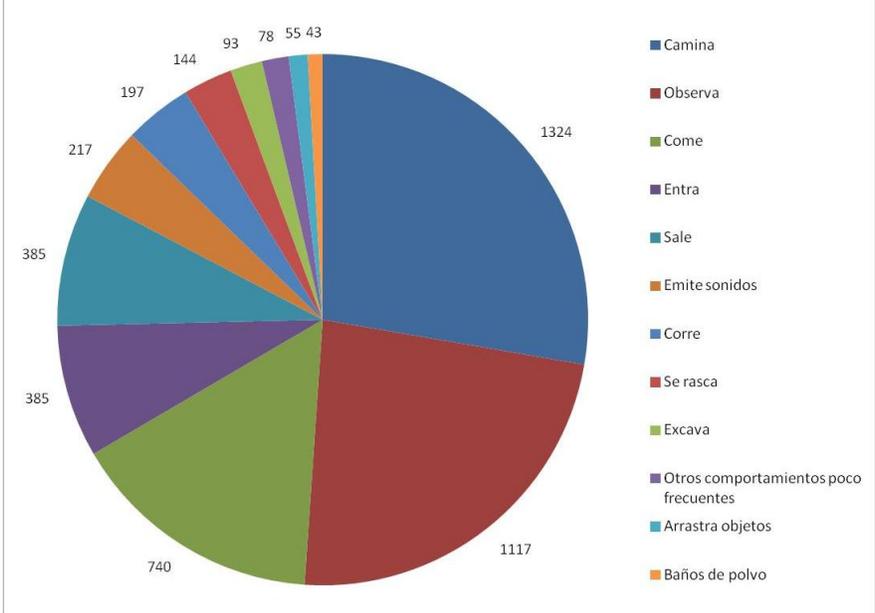


Figura 13 – Número de veces que se registró cada uno de los comportamientos para el periodo total monitoreado.

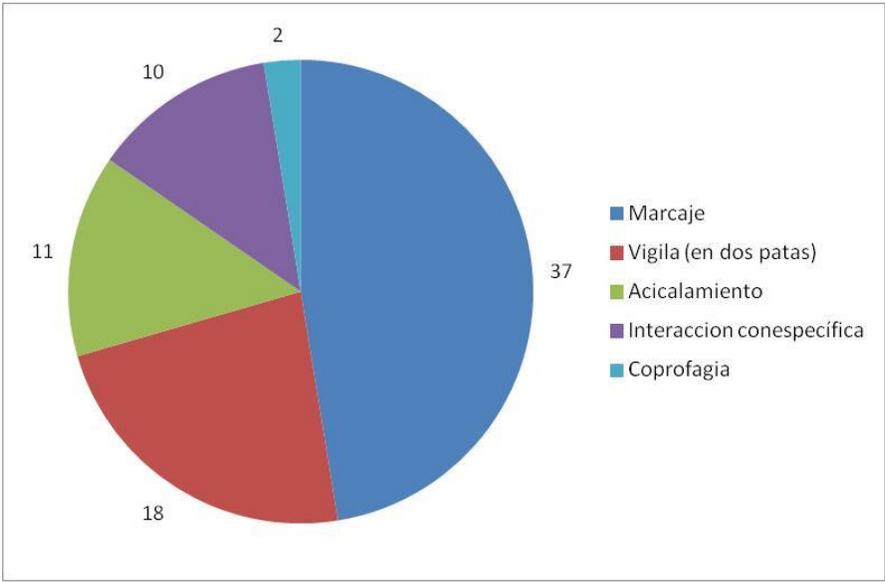


Figura 14 - Número de veces que se registró cada uno de los comportamientos poco frecuentes para el periodo total monitoreado.

A partir del análisis mediante Modelos Lineales Generales Mixtos (MLGM) por boca activa de cada uno de los comportamientos registrados con los bloques horarios como efecto fijo y el Id de la vizcachera como efecto aleatorio se realizó una primera selección de los comportamientos que posteriormente fueron incorporados al análisis de componentes principales (Corre, Camina, Emite Sonidos, Se rasca y Escarba), descartando aquellos comportamientos que no mostraron diferencias significativas en su expresión a través de los diferentes bloques horarios.

Evaluamos las relaciones entre las ocurrencia de los comportamientos previamente seleccionados y de estos con los bloques horarios mediante la realización de un análisis de componentes principales (Figura 15). Observamos que los bloques horarios 1, 2, 5 y 8 estarían caracterizados por una baja expresión de los comportamientos seleccionados (Corre, Camina, Emite sonidos, Se rasca y Escarba) mientras que los bloques 3 y 7 se identificarían con altos niveles de Camina y Emite sonidos y por otro lado, el bloque 4 y en menor medida el bloque 6 se caracterizarían por una mayor expresión de los comportamientos Se rasca y Escarba.

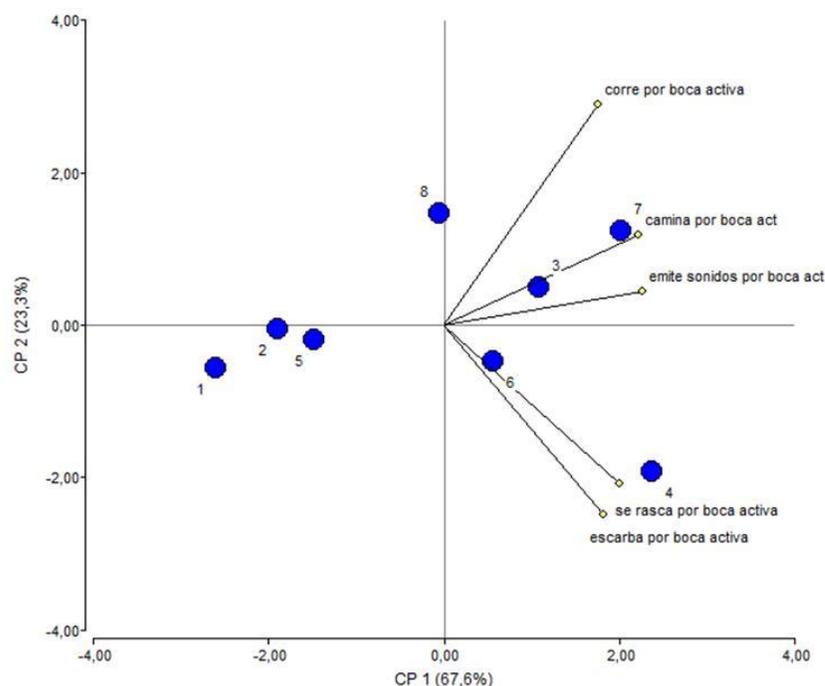


Figura 85 - Gráfico de análisis de componentes principales empleando como variables clasificatorias a los 8 bloques de tiempo en los que se dividió el periodo de actividad nocturna observado de las vizcachas. Los círculos azules representan los bloques horarios y están acompañados de su correspondiente rótulo. Los componentes 1 y 2 explican el 90,9% de la varianza de las observaciones.

La incorporación al análisis de componentes principales de las variables relacionadas a las clases etarias observadas por registro (número de crías, juveniles y adultos) aportó información importante respecto a las diferencias en los patrones comportamentales entre los animales en diferentes fases de su desarrollo (Figura 16).

De la interpretación de la figura se desprende que durante los bloques horarios 3, 8 y 7 se observan con más frecuencia crías y juveniles, y los comportamientos más usuales son Camina y Entra y Sale mientras que los bloques horarios 6 y 4 se caracterizan por la mayor presencia de adultos y se asocia con los comportamientos Come y Escarba.

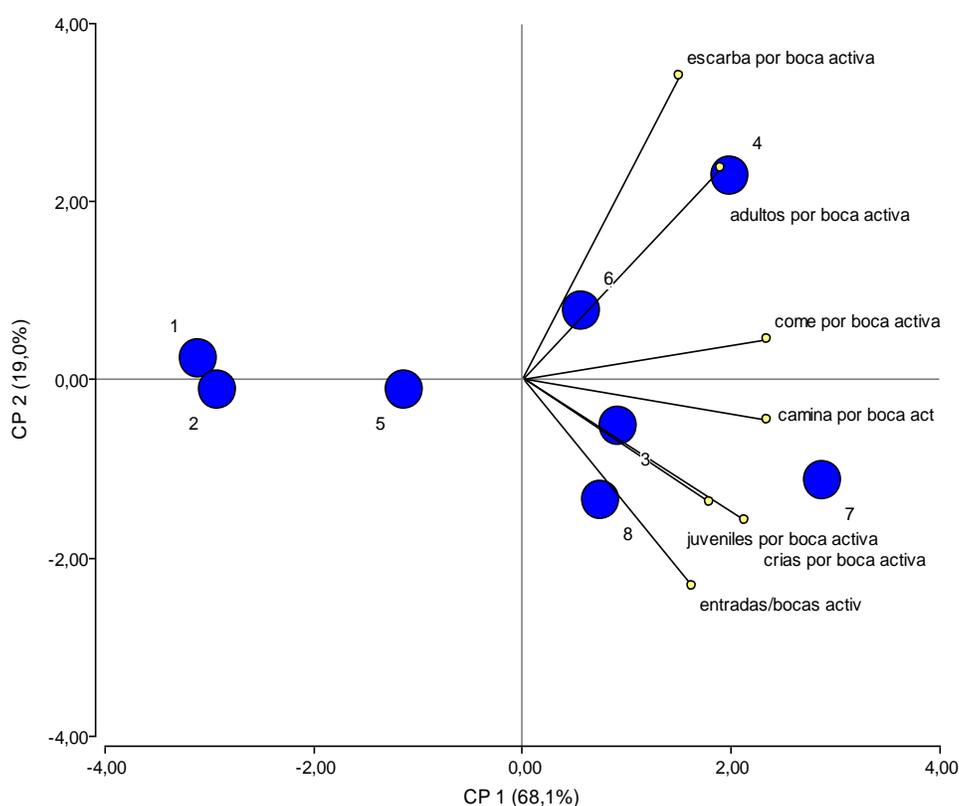


Figura 16 - Gráfico de análisis de componentes principales empleando como variables clasificatorias a los 8 bloques de tiempo en los que se dividió el periodo de actividad nocturna observado de las vizcachas. Los círculos azules representan los bloques horarios y están acompañados de su correspondiente rótulo. Los componentes 1 y 2 explican el 71% de la varianza de las observaciones.

Cuando se relacionaron mediante un análisis de componentes principales las características externas de las bocas activas de las vizcachas monitoreadas con las clases

etarias observadas por registro (número de crías, juveniles y adultos) y los eventos de entrada y salida de los animales de la boca de la cueva se observó que las variables entradas y salidas de las cuevas están muy relacionadas con la presencia de crías y juveniles, mientras que la presencia de adultos en la boca de la vizcachera aparece relacionada con el ancho de la boca. Además, la presencia de crías se encuentra relacionada con el alto de la boca de la vizcachera (Figura 17).

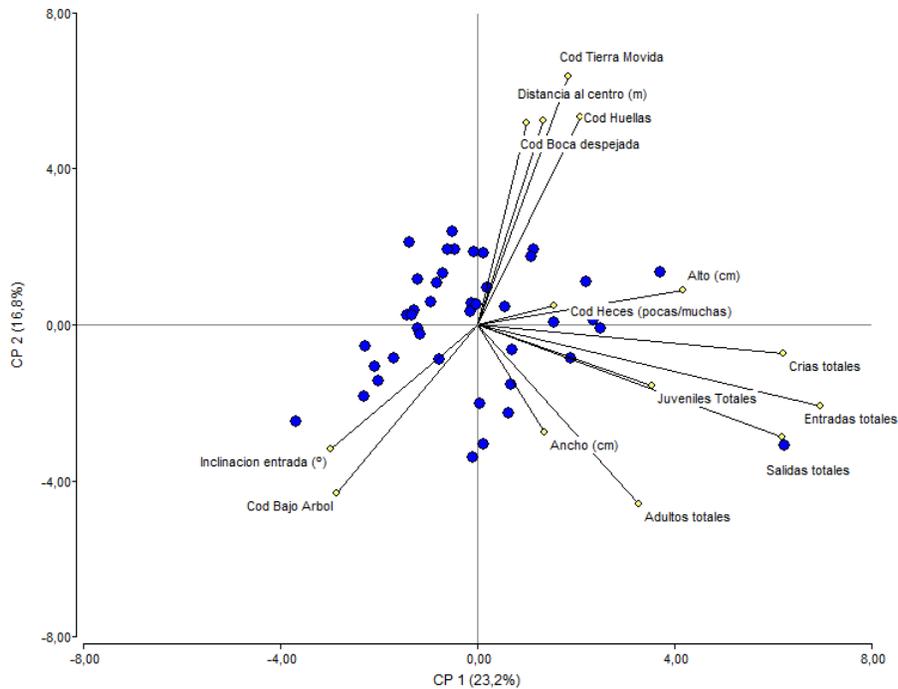


Figura 97 - Gráfico de análisis de componentes principales. Los círculos azules representan cada una de las bocas activas monitoreadas. Los componentes 1 y 2 explican el 40% de la varianza de las observaciones.

Validación del método de muestreo con cámaras trampa

El monitoreo de la actividad de las bocas con cámaras trampa permitió obtener videos y registros de audios de buena calidad lo que nos permitió la descripción en detalle de comportamientos que en la bibliografía aún no habían sido reportados para la especie o que solo habían sido mencionados y no contaban con la correspondiente descripción detallada.

Sin embargo, al comparar los eventos observados a partir de una filmación continua (cámara CCTV) con los obtenidos mediante el monitoreo por cámaras trampa se observan diferencias. Un total de 21 ingresos de animales al campo de visión de la cámara trampa no

fueron registrados ni gatillaron la cámara trampa (25 % de los eventos totales). 100% de los eventos definidos como falsos disparos correspondieron a disparos gatillados por animales que atravesaban el campo de visión de la cámara trampa pero que ya no se encuentran cuando la cámara comienza a registrar (18% de los eventos totales) (Figura 18). La pérdida de registros acumulada al sumar estos dos conceptos sería del 38%, lo que podría trasladarse a la correspondiente subestimación de la actividad de los animales en la boca de la vizcachera. Es importante destacar que el 63% de las diferencias encontradas entre las filmaciones continuas y el registro de las cámaras trampa corresponden a una única boca monitoreada de diez bocas totales relevadas para realizar la validación, si bien no se detectó ningún defecto evidente para la cámara trampa en cuestión no se puede descartar la posibilidad de que la alta incidencia de fallas para esta cámara pueda no ser representativa del conjunto. Esta duda podría ser aclarada aumentando el número de cámaras monitoreadas e incorporándolas al análisis.

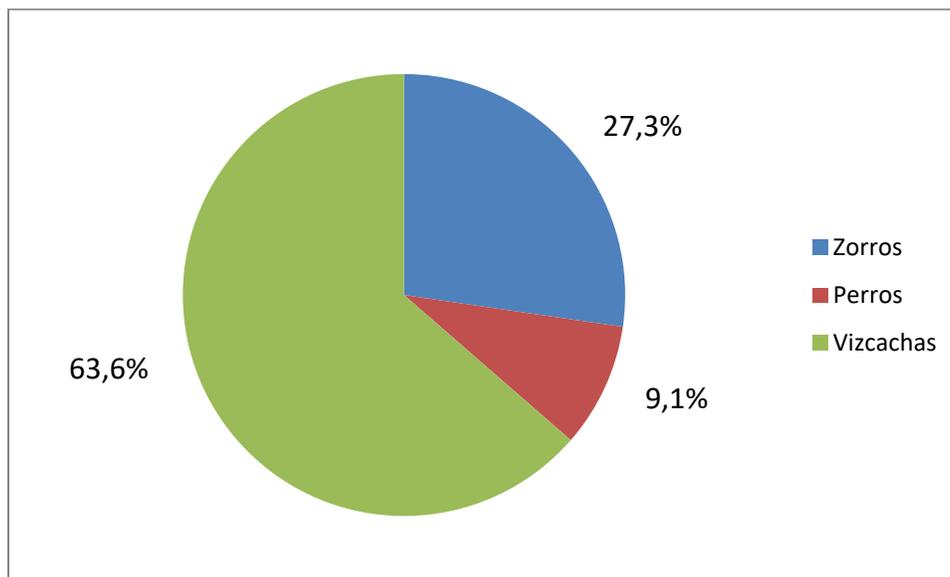


Figura 108 – Causas de los falsos disparos de las cámaras trampa registrados por las cámaras CCTV.

CONCLUSIONES

Los valores de densidad poblacional obtenidos basados en el número de bocas activas para la colonia en estudio mostraron mayor similitud con respecto a los observados para otras colonias ubicadas en el pastizal de altura de las Sierras Grandes de la misma provincia (Córdoba) y menor similitud con aquellos reportados para otras provincias.

El número de bocas mostro ser un factor determinante para la distancia de separación entre vizcacheras; mientras mayor es el número de bocas, más alejadas se encuentran las vizcacheras vecinas.

Entre las ventajas del monitoreo realizado de bocas activas por cámaras trampa es importante destacar la capacidad de estos dispositivos para realizar registros de alta calidad ordenados en el tiempo. Esto nos permitió describir por primera vez dos comportamientos no reportados para la especie y la existencia de un patrón general con dos picos de actividad en la boca de las vizcacheras durante el transcurso de la noche,

Si bien el método de estimación de un índice de densidad poblacional mediante el monitoreo por cámaras trampa mostró resultados compatibles con otros reportes de la validación del mismo mediante filmaciones continuas, surge la necesidad de continuar avanzando en su desarrollo.

La variabilidad entre los resultados obtenidos para esta colonia y los reportados por colegas para otras localidades ponen en evidencia la necesidad de seguir avanzando en el conocimiento general sobre este herbívoro nativo. Sería muy importante para entender la ecología de la especie continuar con la identificación de adaptaciones locales, las que consideramos esenciales para entender la plasticidad de esta especie para adaptarse a regiones geográficas tan diferentes.

BIBLIOGRAFIA

- Abba, A. M., R. M. Barquez, M. C. Castilla, J. A. Coda, V. Damino, M. M. Díaz, M. E. Periago, M. Pia, J. Priotto, M. Superina, D. Tamburini y R. Torres. 2018. Categorización. Pp. 327-330, en: Torres, R. y D. Tamburini (eds.). Mamíferos de Córdoba y su estado de conservación. Editorial de la UNC.
- Álvarez, M. R. y R. A. Martínez (2006). Suborden Hystriognathi (Tullberg, 1899). Mamíferos de Argentina: sistemática y distribución. En: R. M. Barquez, M. M. Díaz y R. A. Ojedas. Tucumán, Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos.
- Arias, S. M.; Madanes, N. y Quintana, R. D. (2003). Estructura y composición de la vegetación en vizcacheras activas e inactivas en el Delta del Paraná. *Mastozoología Neotropical*, 10(1): 9–20.
- Arzamendia, Y. (2001). Uso de habitat por *Lagostomus maximus* (Rodentia: Chinchillidae) en relacion con variables fisicas y biologicas en pastizales de altura de las sierras grandes, Cordoba. Biologist, Universidad Nacional de Cordoba.
- Aschoff, J. (1966). "Circadian Activity Pattern with Two Peaks." *Ecology* 47(4): 657-662.
- Barberis, I. M., M. Romano, E. Montani, C. Cordini y E. J. Derlindati (2015). "Registro de vizcachas (*Lagostomus maximus*) en Pampa de las Lagunas, sur de Santa Fe, Argentina." *Nótulas Faunísticas* 182.
- Bontti, E. E.; Boo, R. M.; Lindstrom, L. I. y Elia, O. R. (1999). Botanical composition of cattle and vizcacha diets in central Argentina. *Journal Of Range Management*, 52(4): 370–377.
- Branch, L. C. (1993a). "Intergroup and Intragroup Spacing in the Plains Vizcacha, *Lagostomus maximus*." *Journal of Mammalogy* 74(4): 890-900.
- Branch, L. C. (1993b). "Seasonal patterns of activity and body mass in the plains vizcacha, *Lagostomus maximus* (family Chinchillidae)." *Canadian Journal of Zoology* 71(5): 1041-1045.
- Branch, L. C. (1993c). "Social organization and mating system of the plains viscacha (*Lagostomus maximus*)." *Journal of Zoology* 229(3): 473-491.
- Branch, L. C., D. Villareal, A. Sosa, M. Pessino, M. Machicote, P. Lerner, P. Borraz, M. Urioste y J. L. Hierro (1994a). "Estructura de las colonias de vizcacha y problemas asociados con la estimación de la densidad poblacional en base a la actividad de las vizcacheras." *Mastozoología Neotropical* 1(2): 135-142.

- Branch, L. C., D. Villarreal y M. Machicote (2002). "Conservation challenges of ecosystem engineers: case studies from grasslands and shrublands of North and South America." *The Open Country* 4: 37–48.
- Branch, L. C., D. Villarreal, A. P. Sbriller y R. A. Sosa (1994b). "Diet selection of the plains vizcacha (*Lagostomus maximus*, family Chinchillidae) in relation to resource abundance in semi-arid scrub." *Canadian Journal of Zoology* 72(12): 2210-2216.
- Branch, L. C.; Hierro, J. L. y Villarreal, D. (1999). Patterns of plant species diversity following local extinction of the plains vizcacha in semi-arid shrub. *Journal of Arid Environments*, 41: 173–182.
- Branch, L. C.; Villarreal, D.; Hierro, J. L. y Portier, K. M. (1996). Effects of local extinction of the plains vizcacha (*Lagostomus maximus*) on vegetation patterns in semi-arid scrub. *Oecologia*, 106(3): 389–399.
- Bridges, A. S. y A. J. Noss (2011). Behavior and Activity Patterns. Camera Traps in Animal Ecology. O. C. A.F., N. J.D. y K. K.U. Tokyo, Springer.
- Burkart, R., N. O. Bárbaro, R. O. Sánchez y D. A. Gómez (1999). Eco-regiones de la Argentina. Buenos Aires, Administración de Parques Nacionales.
- Clauss, M.; Besselmann, D.; Schwarm, A.; Ortmann, S. y Hatt, J. M. (2007). Demonstrating coprophagy with passage markers? The example of the plains viscacha (*Lagostomus maximus*). *Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology*, 147(2 SPEC. ISS.): 453–459
- Di Rienzo, J. A., F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada y C. W. Robledo (2015). InfoStat. Córdoba, Argentina, InfoStat Group, National University of Córdoba.
- Enright, J. T. (1970). "Ecological Aspects of Endogenous Rhythmicity." *Annual Review of Ecology and Systematics* 1(1): 221-238.
- Fernandez, M. (1949). "Sobre la vizeacha (*Lagostomus trichodactylus* Brookes) sus vivienda y su protección." *Boletin de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba, República Argentina*. 38: 347-378.
- Giulietti, J. D. y J. E. Jackson (1986). "Composición anual de la dieta de vizcacha (*Lagostomus maximus*) en pastizales naturales en la provincia de San Luis, Argentina." *Rev. Arg. Prod. Anim.* 6 (3-4): 229-237.
- Giulietti, J. D. y Veneciano, J. H. (2005). La vizcacha. *Informativo Rural, E.E.A INTA San Luis*, 2(7): 8–10.
- Hagen, K. B.; Besselmann, D.; Cyrus-Eulenberger, U.; Vendl, C.; Ortmann, S.; Zingg, R., Kienzle E.; Kreuzer M.; Hatt J. M. y Clauss, M. (2015). Digestive physiology of the plains viscacha

- (*Lagostomus maximus*): A large herbivorous hystricomorph rodent. *Zoo Biology*, 34(4): 345–359.
- Hudson, W. H. (1895). *The naturalist in La Plata*. London :, Chapman and Hall.
- Jackson, J. E., Branch, L. C. y Villarreal, D. (1996). *Lagostomus maximus*. *Mammalian Species*, 543(1996): 1–6.
- Llanos, A. C. y J. A. Crespo (1952). "Ecología de lo vizcacha (*Lagostomus maximus maximus* Blainv) en el Noroeste de la Provincia de Entre Ríos." *Revista de investigaciones agrícolas* 6: 289–378.
- Navarro, J. L.; Rosati V. R. y Fraire, E. C. (1997). Incidencia de vizcachas (*Lagostomus maximus*) en un cultivo de soja. *Mastozoología Neotropical*, 4(2): 137–144.
- Novaro, A. J.; Funes, M. C. y Walker, S. R. (2000). Ecological extinction of native prey of a carnivore assemblage in Argentine Patagonia. *Biological Conservation*, 92(1): 25–33.
- Ostfeld, R. S. (1985). "Limiting Resources and Territoriality in Microtine Rodents." *The American Naturalist* 126(1): 1–15.
- Oyarzabal, M.; Clavijo, J.; Oakley, L.; Biganzoli, F.; Tognetti, P.; Barberis, I.; Maturó H. M.; Aragon, R.; Campanello, P. L.; Prado, D.; Oesterheld, M. y Leon, R. J. C. (2018). Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecología Austral*, 28(1), 040–063.
- Pautasso, A. (2008). Mamíferos de la provincia de Santa Fe, Argentina. *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino"*, 13: 1–248.
- Pereira, J. A.; Quintana, R. D. y Monge, S. (2003). Diets of Plains Vizcacha, Greater Rhea and Cattle in Argentina. *Journal of Range Management*, 56(1): 13–20.
- Puig, S.; Videla, F.; Cona, M. I.; Monge, S. y Roig, V. (1998). Diet of the vizcacha *Lagostomus maximus* (Rodentia, Chinchillidae), habitat preferences and food availability in Northern Patagonia, Argentina. *Mammalia*, 62(2): 191–204.
- Rendel, C. (1990). Estimación de daños causados por la vizcacha (*Lagostomus maximus*) en la provincia de Córdoba. *Revista Argentina de Producción Animal*, 10(1): 63–79.
- Rowcliffe, J. M., R. Kays, B. Kranstauber, C. Carbone y P. A. Jansen (2014). "Quantifying levels of animal activity using camera trap data." *Methods in Ecology and Evolution* 5(11): 1170–1179.
- Spotorno, A. E. y Patton, J. L. (2015). Superfamily Chinchilloidea Bennett, 1833. *Mammals of South America*, 2(March): 762–783.
- Tobler, M., S. E. Carrillo-Percastegui, R. Leite Pitman, R. Mares y G. Powell (2008). An evaluation of camera traps for inventorying large- and medium-sized terrestrial rainforest mammals.
- Villarreal, D.; Clark, K. L.; Branch, L. C.; Hierro, J. L. y Machicote, M. (2008). Alteration of

ecosystem structure by a burrowing herbivore, the plains vizcacha (*Lagostomus maximus*).
Journal of Mammalogy, 89(3): 700–711.

Wilson, E. O. (1980). *Sociobiology: The Abridged Edition*. Cambridge, The Belknap Press of Harvard University Press.