



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

**FACTORES QUE FACILITAN EL DAÑO OCASIONADO POR
BURROS FERALES (*Equus asinus*) A CULTIVOS DE LA
PRECORDILLERA DE LA REGIÓN DE TARAPACÁ.**

André Nicolás Vielma Mansilla

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Fomento de la
Producción Animal

PROFESOR GUÍA: Benito Alejandro González Pérez
Universidad de Chile

Financiamiento Proyecto “Diagnóstico de la Ecología Poblacional de la vicuña, taruka y guanaco, y medidas de solución al conflicto silvoagropecuario – ungulados silvestres de la región de Tarapacá”, SAG – Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile.

SANTIAGO, CHILE
2016



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

**FACTORES QUE FACILITAN EL DAÑO OCASIONADO POR
BURROS FERALES (*Equus asinus*) A CULTIVOS DE LA
PRECORDILLERA DE LA REGIÓN DE TARAPACÁ.**

André Nicolás Vielma Mansilla

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Fomento de la
Producción Animal

Nota Final

FIRMA

Profesor Guía: Benito A. González Pérez

Profesor Corrector: Patricio Pérez Meléndez

Profesor Corrector: Rigoberto Solis Muñoz

SANTIAGO, CHILE

2016

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Proyecto “Diagnóstico de la Ecología Poblacional de la vicuña, taruka y guanaco, y medidas de solución al conflicto silvoagropecuario – ungulados silvestres de la región de Tarapacá”, del Servicio Agrícola y Ganadero – Ministerio de Agricultura, por el financiamiento.

A Ariadna por su hilo. A Jaime por su fuerza. A Carla por su alegría. A Anita por su cuchara.

A Benito González por la confianza. A Nicolás Fuentes y Bianca Arancibia por la compañía en terreno y siempre. A Carla Orellana, Denise Donoso, Andrés Santamaría y la gente del LEVS por el apoyo técnico, bibliográfico, sus comentarios y revisiones.

A los amigos y amigas con los que comencé a aprender y amar lo que hacemos, en especial a Daniel Valencia, José Caro, y todos en Ecovet y Altoandino. A los nueve de la casa K, por guitarra, palabra y acelga: Andrés, Pablo, Juan, Daniel, Diego, Vale, Negro, Meli y Domingo.

A la gente que vive en la precordillera y altiplano en los Andes.

A Paula.

Dedico este trabajo a cada uno de los agricultores de Poroma y Coscaya. En particular, a la señora Adela.

ÍNDICE DE CAPÍTULOS

RESUMEN EJECUTIVO	1
EXECUTIVE SUMMARY	2
INTRODUCCIÓN	3
Conflicto entre fauna y agricultura	5
El burro asilvestrado	6
Conflicto entre burro y agricultura	8
Métodos de evaluación de daño ocasionado por fauna.....	9
Problemática a abordar	9
OBJETIVO GENERAL	12
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
MATERIALES Y MÉTODOS	13
Área de Estudio.....	13
Análisis del daño a los cultivos.....	14
Patrón horario del ingreso de burros a los cultivos.....	18
Rutas de acceso de burros hacia los cultivos	19
Análisis de los datos	19
RESULTADOS.....	21
Determinación del daño	21
Patrón horario del ingreso de burros a los cultivos.....	22
Caracterización de los registros	23
Rutas de acceso	24
Factores que determinan la presencia o ausencia de daño a los cultivos.....	25
Factores que determinan la intensidad del daño a los cultivos	26
DISCUSIÓN	28
Presencia e intensidad del daño asociadas al potrero y su entorno.....	28
Patrón horario de acceso a cultivos.....	30

Rutas de acceso a los cultivos.....	31
Recomendaciones de manejo.....	32
Exclusiones: uso de cercos	33
Control letal	34
CONCLUSIONES	36
BIBLIOGRAFÍA	37
ANEXO N° 1: Datos recopilados.....	50
ANEXO N° 2: Imágenes registradas por trampas-cámara	52
ANEXO N° 3: Efecto de la luminosidad nocturna.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Datos recopilados para cada potrero.....	16
Tabla N° 2: Datos recopilados para el área buffer alrededor de cada potrero.	17
Tabla N° 3: Tasa de visita según campaña de muestreo.	23
Tabla N° 4: Número de eventos de visita para cada trampa-cámara, según campaña de muestreo.....	23
Tabla N° 5: Longitud (metros) de los senderos de burros registrados en ambas localidades.	25
Tabla N° 6: Modelo final de regresión logística. En negrita los valores de significancia de los coeficientes de regresión.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Ubicación de los poblados de Poroma y Coscaya en la quebrada de Tarapacá.	14
Figura N° 2: Esquema de la distribución espacial de los potreros escogidos. La distancia mínima entre los bordes de dos potreros con daño y entre dos potreros sin daño es de 100 metros en ambos casos.....	15
Figura N° 3: Ubicación de los 18 predios donde se instalaron trampas-cámara.....	18
Figura N° 4: Potreros evaluados en ambas localidades.	21
Figura N° 5: Eventos de visita por hora, registrados mediante trampas-cámara.	22
Figura N° 6: Senderos de burro registrados alrededor de los cultivos de Poroma y Coscaya.	24
Figura N° 7: Gráfico del modelo de regresión logística para explicar la intensidad del daño a los cultivos	27
Figura N° 8. Número de eventos de visita por noche para la campaña de invierno (arriba) y primavera (abajo). El plenilunio se indica con un cero en el eje horizontal.....	53

RESUMEN EJECUTIVO

La resolución de conflictos entre fauna silvestre y humanos es un tema clave en el manejo de los recursos naturales, donde el daño de cultivos de interés humano es un problema complejo y extendido a nivel global. Estos conflictos son particularmente intensos en localidades cuya economía se basa en la agricultura y ganadería de subsistencia. En los Andes del norte de Chile, en la región de Tarapacá, habitan burros ferales (*Equus asinus*), con una población estimada en al menos 1.600 individuos, los que ocasionan pérdidas productivas muy altas por herbivoría en zonas cultivadas. En los poblados de Poroma y Coscaya, en la zona precordillerana, se estudió este conflicto desde la aproximación de la ecología espacial, con el objetivo de analizar los factores que facilitan el daño de los cultivos de alfalfa y maíz a escala predial. Se evaluaron las características del cultivo y su entorno que determinan la presencia e intensidad del daño, se determinó el patrón horario de ingreso a los cultivos, y se caracterizaron las rutas de acceso utilizadas.

Para la evaluación del daño se analizaron 16 potreros, y para la evaluación de los patrones de ingreso se estudiaron 18 sitios, en ambos poblados. El ingreso de los burros a los cultivos ocurre durante la noche. El principal componente espacial que determina la presencia e intensidad del daño es la cercanía de los cultivos al camino vehicular, lo que permite la conectividad, esto es, el tránsito expedito de los animales entre sus zonas de refugio ubicadas en los cerros y quebradas aledaños a los poblados, y la zona donde se ubican los potreros cultivados. Además, se destaca la baja densidad de habitantes y la presencia de medidas de control rústicas como un facilitador del conflicto. Es posible que el daño a los cultivos sea ocasionado principalmente por algunos burros machos adultos problemáticos.

La solución a corto plazo, debe enfocarse en el control de la conectividad, para lo que se propone la instalación de cercos junto con un programa de monitoreo y mantención de éstos, involucrando a la comunidad. Como medida de solución a mediano y largo plazo se discute la posibilidad de implementar un programa de control letal, considerando un potencial aprovechamiento cárnico.

EXECUTIVE SUMMARY

The resolution of conflicts between wildlife and human communities is a key component of natural resource management. Crop raiding is a complex problem of global dimensions, which reach particularly intense magnitudes in localities with subsistence agriculture based economies. At Tarapacá district in the Andes mountain range in northernmost Chile inhabits a population of feral donkeys (*Equus asinus*) of at least 1.600 individuals. These animals feed on croplands generating high production losses. This conflict was studied from the perspective of spatial ecology in Poroma and Coscaya localities at the Andes foothills. The objective was to analyze the factors that facilitate the herbivory over alfalfa and maize crops at a local scale. We evaluated the crop features determining damage presence and intensity, searched for temporal patterns of crop raiding, and characterized access routes.

Sixteen paddocks were evaluated for crop damage analysis, and eighteen sites were studied for exploring crop raiding patterns. The crop raiding occurs during the night. The main spatial component determining damage presence and intensity is the proximity of crops to the road, thus allowing for connectivity, namely, efficient transit of the animals between their place of refuge located over the hills, and the area with croplands. Moreover, low habitant densities and rustic control measures facilitate conflict existence. It is possible that crop raiding is carried out mainly by some problematic adult male donkeys.

For resolving the conflict in the short term the solution ought to focus on controlling connectivity, for which it is proposed the installation of fences along with the development of a program of monitoring and maintenance involving the community. As a long term solution we discuss the possibility of implementing a lethal control program, including a potential use of donkey's meat.

INTRODUCCIÓN

El conflicto con la fauna silvestre, o HWC por sus siglas en inglés (Human-Wildlife conflict), se define como “cualquier interacción entre humanos y vida silvestre que resulte en impactos negativos a nivel social, económico o cultural de las poblaciones humanas, en la conservación de las poblaciones silvestres, o en el ambiente” (WWF, 2005). Por ello la resolución de conflictos entre la fauna silvestre y los humanos que coexisten en una misma área es un tema clave en el manejo de los recursos naturales. Las economías locales y el uso de la tierra son tradicionalmente los principales factores que provocan conflictos, particularmente en las comunidades rurales con economías de subsistencia (FAO, 2012), como es el caso de las localidades tratadas en este estudio.

El daño de cultivos por animales silvestres se ha convertido en un problema complejo y extendido a lo largo del mundo (Saj *et al.*, 2001; Newmark *et al.*, 1994). Las dimensiones ecológicas, sociales y económicas de su impacto, así como al aumento de la presión de las actividades humanas sobre el hábitat de la fauna silvestre, generan un escenario de difícil análisis. Sin embargo existe numerosa bibliografía sobre herbivoría de especies de fauna silvestre en áreas agrícolas (e.g. Herrero *et al.*, 2006; Madhusudan, 2003; Parker y Osborn, 2001). En menor medida, se han desarrollado algunas investigaciones sobre el daño provocado por especies asilvestradas y domésticas sin control (e.g. Parker y Osborn, 2006), cuya importancia no debe ser subestimada, ya que pueden generar impactos considerables a los medios de sustento de los agricultores (Warren *et al.*, 2007).

La cuantificación del daño producido a los cultivos por fauna silvestre, asilvestrada y doméstica es un aspecto central dentro de las acciones que se deben desarrollar para disminuir o evitar este conflicto, aunque la información requerida no siempre es fácil de obtener. En este escenario, y como señala la WWF (2005), en ausencia de información adecuada, la escala y naturaleza del conflicto se convierte en una cuestión de opinión personal, complicando el correcto análisis y sus conclusiones. Por esto, es importante obtener datos de primera fuente sobre el daño, las especies e individuos involucrados, y los sistemas productivos afectados, de manera de contar con información precisa que permita comprender las causas y alcances del problema, para luego proponer e implementar soluciones efectivas que puedan ser aplicadas a la realidad local.

En localidades agrícolas pre-altiplánicas de la región de Tarapacá ocurre un conflicto constante con ungulados. Existen poblaciones de burro asilvestrado (*Equus asinus*) que, en diversos poblados rurales, ingresan a los cultivos para alimentarse. Esta situación ha sido descrita en el Proyecto “Diagnóstico de la ecología poblacional de la vicuña (*Vicugna vicugna mensalis*), taruca (*Hippocamelus antisensis*) y guanaco (*Lama guanicoe cacsilensis*) y medidas de solución al conflicto silvoagropecuario – ungulados silvestres en la región de Tarapacá”, desarrollado por el Laboratorio de Ecología de Vida Silvestre (LEVS) y el Laboratorio de Geomática y Ecología del Paisaje (GEP), de la Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile, para el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile, donde se enmarca este estudio. Este proyecto, entre otros objetivos, cuantificó el daño producido por burros asilvestrados a los pequeños agricultores en su producción, así como las pérdidas económicas asociadas.

Para mitigar el conflicto entre las comunidades locales y este ungulado exótico de manera efectiva, es necesario entender los factores temporales y espaciales que predicen el daño de cultivos, así como la efectividad de las medidas de protección que han sido aplicadas por las comunidades locales (Linkie *et al*, 2007). Se parte desde la hipótesis que existe una interacción entre los animales y las distintas características del paisaje para afectar la extensión del daño ocasionado (Naughton-Treves, 1998). En ese sentido, y en el marco del Proyecto anteriormente mencionado, se observó la necesidad de caracterizar el conflicto existente desde un enfoque centrado en los patrones del paisaje, de modo que el objetivo general de este estudio es analizar las características espaciales de los cultivos y de su entorno que facilitan el ingreso y/o daño de burros asilvestrados.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Conflicto entre fauna y agricultura

Los conflictos entre fauna silvestre y humanos son tan antiguos como las interacciones entre ellos (Hewitt, 2004), aunque deben reconocerse distintas categorías. De acuerdo a su naturaleza los conflictos pueden clasificarse como reales o percibidos, económicos o estéticos, sociales o políticos (Messmer, 2000). Por otro lado, sus impactos pueden separarse en aquellos directos (visibles), y aquellos indirectos (ocultos) (Barua *et al*, 2013), siendo estos últimos definidos como costos “no compensados”, es decir, que se presentan con un retardo temporal, de naturaleza psicológica, o social (Ogra, 2008). El presente estudio tiene su foco en los impactos visibles, aunque existirán impactos ocultos que deben ser valorados adecuadamente para una mejor comprensión del problema.

El estudio y caracterización del conflicto es importante, ya que permitirá el diseño de estrategias y métodos de manejo del daño que sean efectivos, ambientalmente seguros y basados en información científica (Bruggers *et al*, 2002). Antes de realizar programas de manejo del daño de fauna silvestre, se debe realizar una valoración cuidadosa del problema, considerando el impacto a las personas de forma individual, comunitaria y a otras especies animales (The Wildlife Society, 2010).

Se han investigado conflictos con distintas especies silvestres en diversos países (e.g. FAO, 2004; Sekhar, 1998; Reidy *et al*, 2008; Mower *et al*, 1997). Por ejemplo en Estados Unidos se señala que el daño que ocasiona la fauna silvestre a los cultivos es una preocupación mayor para los productores y las agencias estatales y federales (Tzilkowski *et al*, 2002). Entre otras dimensiones, se ha puesto atención a la percepción que tienen los agricultores sobre el conflicto (e.g. Bruggers *et al*, 2002; Conover, 1998; Conover, 1997; Conover *et al*, 1995; Irby *et al*, 1997; Wywialowski, 1994), lo cual entrega información valiosa sobre la dimensión humana y social de la problemática.

Desde el desarrollo de la agricultura, la relación de los humanos con la fauna silvestre y en particular con los grandes herbívoros se fue modificando, así como el paisaje, hasta la situación actual donde los herbívoros silvestres son vistos mayormente como un competidor, entre otras cosas, por la productividad primaria (i.e. cultivos y praderas), lo

que ocurre especialmente en áreas con concentración de recursos clave (e.g. presencia de cultivos con disponibilidad de agua de riego en zonas áridas y semi-áridas) (Gordon, 2009). El daño a cultivos es uno de los conflictos más recurrentes a nivel mundial, y el más común en Asia y África (Barua *et al*, 2013).

Algunas especies de fauna silvestre ocasionan graves daños a la agricultura, lo que ha sido mejor documentado en el caso de grandes mamíferos (Barua *et al*, 2013). Este conflicto genera pérdidas en la producción de los cultivos y pasturas (Edwards *et al*, 1996), daño en cercos (McLeod, 2004), y otras consecuencias menos evidentes como pérdida de seguridad alimentaria y sostenibilidad agrícola, y disminución de capital económico y social (Barua *et al*, 2013). En particular, el daño por alimentación, pisoteo y fricción de los cuernos que producen los ungulados a cultivos agrícolas, forestales y ornamentales, es un problema en aumento desde hace varias décadas (Dolbeer *et al*, 1994).

El burro asilvestrado

Las invasiones biológicas representan una de las amenazas más serias a la biodiversidad (Vázquez, 2002). En Chile, debido al fenómeno de aislamiento biogeográfico que presenta la mayor parte del territorio nacional continental y a su reducida diversidad biológica en comparación a otros países sudamericanos, es común observar un alto porcentaje de éxito en la introducción y asilvestramiento de especies exóticas (Iriarte, 2008). Por ende, el estudio de la fauna exótica en territorio chileno es de alta relevancia para determinar con precisión los efectos producidos y establecer las medidas necesarias para prevenirlos, revertirlos y compensarlos, en caso de ser necesario.

El burro (*Equus asinus*) es un ungulado nativo de zonas áridas de África que ha colonizado con éxito los desiertos de Australia y América, ingresando a éste último continente en el siglo XVI como animal de carga (Grinder *et al*, 2006). Existe información de Estados Unidos, donde fueron reportados varios miles de burros ferales, descendientes de los burros domésticos utilizados en la exploración y desarrollo del oeste de ese país. Por su uso como animal de carga, fueron exportados hacia distintos puntos de América en el siglo XVI en los primeros galeones provenientes de Europa (McKnight, 1958), siendo su primer registro escrito para este continente el de Gonzalo Jiménez de Quesada en el año 1536 (Cabrera, 1945 citado por Grinder *et al*, 2006). Al menos en Estados Unidos se considera poco

probable que los burros ferales se hayan dispersado ampliamente antes del siglo XIX (Wyman, 1945 citado por McKnight, 1958), mientras que para América del sur se desconoce la cronología de su dispersión, ya que la especie ha sido poco estudiada en este subcontinente (Novillo y Ojeda, 2008), aunque es probable que la actual amplia distribución de burros ferales se deba a una situación similar a lo ocurrido en Australia, donde, tras la consolidación del automóvil como medio de transporte, los burros perdieron su utilidad práctica y fueron simplemente liberados (Bough, 2006).

Este ungalado se ha adaptado muy bien a ecosistemas desérticos y rocosos, con escasa presencia de vegetación arbórea. En Chile se encuentra en estado asilvestrado en las zonas precordilleranas de la región de Tarapacá, y en las zonas costeras de las regiones de Atacama y Coquimbo, existiendo también poblaciones ferales en muchos otros países (Iriarte, 2008; Nowak, 1991). Es la especie más pequeña de su género, con una altura a la cruz de 110 a 140 cm (Grinder *et al*, 2006), y un peso promedio aproximado de 250 kilogramos (Iriarte, 2008). Su organización social consiste en individuos solitarios, grupos de pocos individuos, grupos de mayor tamaño, y grandes manadas (Grinder *et al*, 2006).

El burro es una especie invasora, y como tal posee una alta plasticidad fenotípica (Davidson *et al*, 2011), dada entre otras cosas por su alta eficiencia digestiva, lo que le permite enfrentar condiciones nutritivas adversas (Lamoot *et al*, 2005), adaptándose a zonas con baja disponibilidad de recursos alimenticios. Una de las estrategias que permite esto es de carácter conductual, ya que a pesar de preferir el consumo de pastos por sobre el ramoneo (Smith y Pearson, 2005), los burros son capaces de adecuar el forrajeo a las condiciones ambientales (Lamoot *et al*, 2005), con lo que en condiciones áridas los burros aumentan la proporción de arbustos en su dieta (conducta de ramoneo) en comparación con condiciones de mayor humedad donde consumen mayor proporción de pastos, incluso por sobre la oferta ambiental, como por ejemplo en el desierto del Monte en Argentina (Reus *et al*, 2014).

A nivel fisiológico, los burros cuentan con ventajas sobre otras especies para adaptarse a condiciones de gran aridez. El burro posee la capacidad de retener las partículas de alimento por mayor tiempo en el tracto digestivo si se compara con otros équidos, y de digerir los componentes solubles de los alimentos incluso de manera más eficiente que

algunos rumiantes (Pearson *et al*, 2001; pero ver Smith y Pearson, 2005), lo que resulta en una excelente capacidad para digerir la fibra, a niveles similares a algunos rumiantes de hábitat desérticos (Cuddeford *et al*, 1995; Izraely *et al*, 1989). Los reportes sobre consumo de materia seca en burros son muy variables, con un rango entre 0,9% y 3% del peso vivo en distintos estudios, por lo que su comparación con otros équidos (ponis: 3,9%, Pearson *et al*, 2001), llamas (2%, San Martín y Bryant, 1987) y rumiantes domésticos (2,5%, Reino Unido, MAFF, 1987) lleva a conclusiones contradictorias, aunque se destaca la alta capacidad de los burros para mantener un consumo de forrajes de baja calidad (ver revisión en Smith y Pearson, 2005). Por otro lado, los requerimientos de mantención y los costos energéticos de forrajeo son mucho menores en burros que en rumiantes domésticos (Smith y Pearson, 2005).

Es interesante un comentario hecho a mediados del siglo XX y que hace referencia a la alimentación de los burros ferales de Estados Unidos: “una de las características conductuales que permite a esta especie existir en el oeste árido es un apetito voraz e indiscriminado. Se ha dicho que cuando los burros no encuentran disponibilidad de plantas palatables, comerán aquellas no palatables [...] Si bien naturalmente prefieren la vegetación más palatable, parecen ser capaces de sobrevivir utilizando casi cualquier planta que crezca [...] En general, son forrajeros ‘derrochadores’, frecuentemente sacando plantas enteras de raíz, comiendo solo uno o dos bocados, y dejando los restos en la tierra.” (McKnight, 1958).

Conflicto entre burro y agricultura

Se ha estudiado el conflicto por herbivoría de cultivos con una especie similar, el burro silvestre indio (*Equus hemionus khur*), en comunidades que realizan actividades pecuarias y agricultura de subsistencia en India. En este país, en los últimos años ha aumentado el número de conflictos con esta especie producto de la dispersión natural de las poblaciones en crecimiento hacia los campos agrícolas adyacentes (Dave, 2010).

Por otro lado, existen antecedentes que remarcan los efectos de poblaciones ferales de *Equus asinus* en áreas silvestres, como en Argentina (daño a cactáceas: Malo *et al*, 2011) o en Estados Unidos (daño por pisoteo de herbáceas y aumento de la compactación del suelo:

Goigel, 1984). Sin embargo, no existen antecedentes en la literatura de estudios del conflicto en sistemas agrícolas con *Equus asinus* como especie introducida.

Métodos de evaluación de daño ocasionado por fauna

Se pueden utilizar dos métodos para evaluar el daño ocasionado por fauna silvestre: el indirecto, en la forma de encuestas a las comunidades afectadas; y el directo, en la forma de muestreos en terreno (Brittingham *et al*, 1997). Al respecto, se han comparado ambas metodologías, identificando un reporte excesivo de las pérdidas por algunos productores, probablemente esperando una compensación (Sekhar, 1998). Por el contrario, otros análisis no muestran diferencias significativas entre ambos métodos, y considerando que realizar muestreos en el campo es extremadamente caro y consume mucho tiempo, se ha discutido su ventaja (Tzilkowski *et al*, 2002), aunque estos mismos autores obtuvieron una baja correlación entre las estimaciones de los productores y las observaciones directas en los cultivos, lo que podría deberse a la declaración no confiable de un agricultor individual (Tzilkowski *et al*, 2002), por lo que, si existen los recursos para realizar observaciones directas sobre los cultivos, esta sería la alternativa recomendable.

Los patrones generales de daño a cultivos han sido documentados en varios estudios, aunque cada sitio tiene sus propias y únicas características (Parker y Osborn, 2001). Se han realizado estudios donde se investigaron los patrones espaciales de daños ocasionados por distintas especies de fauna sobre cultivos, a diversas escalas espaciales, en Uganda (Saj *et al*, 2001; Naughton-Treves, 1998), Kenia (Sitati *et al*, 2005), Nigeria (Warren *et al*, 2007), Indonesia (Linkie *et al*, 2007), Luxemburgo (Schley *et al*, 2008) e Inglaterra (Wilson, 2004), por nombrar algunos. Estos autores estudiaron además los patrones temporales, la percepción de los agricultores, la extensión del daño producido, y otras aristas del conflicto.

Problemática a abordar

En la quebrada de Tarapacá y sus alrededores existen burros en estado libre, que circulan sin control humano entre los 3.043 y los 4.393 metros de altitud (Malo *et al*, 2016). Encuestas realizadas a los productores agrícolas de la región de Tarapacá evidenciaron que más del 56% de ellos han entrado en conflicto con ungulados, siendo el burro la especie más reportada, causando daño por consumo y pisoteo. La comuna de Huara fue la segunda

en la región con mayor frecuencia de conflictos con ungulados y en particular con burros, además de otras causas menos frecuentes, como guanacos, vicuñas, tarukas, roedores y el clima. El burro es el segundo ungulado más abundante en la región: las estimaciones poblacionales conservadoras fluctúan entre los 1.600 y 3.300 individuos aproximadamente (González *et al*, 2015).

Las pérdidas productivas en los cultivos de la región se han estimado en más de un 71% de los ingresos anuales de los agricultores rurales, donde la alfalfa es el cultivo más frecuentemente dañado por ungulados, estimándose una pérdida económica del 90,7% para este ítem. La alfalfa es parte esencial en la economía familiar campesina (González *et al*, 2015), y es el segundo cultivo con mayor superficie en la región (Chile, INE, 2007), por tanto los altos niveles de daño por herbivoría ocasionado por los burros es un problema muy importante, tanto para los habitantes de las localidades estudiadas como para la economía de la región, y en general en las zonas áridas y semi-áridas del norte de Chile donde hay potencial interacción entre poblaciones de burros asilvestrados y comunidades agrícolas.

Análisis de la dieta de los burros y de la oferta vegetal ambiental (González *et al*, 2015) mostraron que los burros se comportaron como herbívoros pastoreadores con una marcada especialización por el consumo de alfalfa. La dieta estuvo compuesta predominantemente por dicotiledóneas herbáceas, particularmente en la temporada seca (octubre), donde la alfalfa aportó en un 65,8% ($\pm 13,2$), versus un 39,9% ($\pm 12,8$) durante la temporada húmeda (marzo), período en que además la dieta fue más diversa, y se encontró mayor oferta de especies palatables en los pastizales.

Es esperable que los burros se adapten adecuadamente a la variabilidad de la disponibilidad de alimento propia de este ambiente natural, dada las características fisiológicas y conductuales ya mencionadas para esta especie. Sin embargo, el régimen climático de influencias tropicales con lluvias de verano característico de la sub-región del Altiplano y de la Puna (Gajardo, 1994) que abastece de agua a estas quebradas, determina una gran variación estacional en la pluviometría lo que podría dar como resultado que en períodos donde la cobertura vegetal disminuye, los cultivos pasen a ser fuente importante del

alimento de los burros asilvestrados, ya que se trata de una oferta alimenticia que se mantiene durante la época seca al disponer de agua de riego.

Por tanto, el acceso de los burros a los cultivos pasa a ser determinante para la existencia de conflicto. Si consideramos las pocas e ineficientes medidas de control existentes (e.g. cercos rústicos, bajo número de personas habitando en los pueblos), se genera un escenario ideal para el ingreso de los burros a los potreros. En consecuencia, se predice que a escala predial existirá una distribución espacial no uniforme de los daños, ya que éstos se verían facilitados o impedidos tanto por las características topológicas del terreno como por características propias de los cultivos y su entorno.

OBJETIVO GENERAL

Analizar los factores que facilitan el daño de los cultivos por burros asilvestrados a escala predial, en las localidades de Poroma y Coscaya.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Relacionar el daño ocasionado por burros con las características del cultivo y su entorno.
2. Identificar los factores que determinan la intensidad del daño a los cultivos.
3. Determinar el patrón horario del ingreso de burros a los cultivos.
4. Caracterizar las rutas de acceso utilizadas por los burros hacia los cultivos en ambas localidades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

En una etapa inicial del Proyecto en el que se inserta esta investigación, se identificaron 98 poblados potenciales a ser visitados en la región de Tarapacá, por sobre los 2.500 metros de altitud. De estos, en un total de 37 poblados fue posible tomar contacto con los productores, donde se evaluó la magnitud del conflicto entre las actividades agropecuarias y los ungulados silvestres por medio de encuestas. A partir de esta información, y datos entregados por el SAG y el Programa de Desarrollo Local (PRODESAL), se identificaron las zonas con mayor afectación por burros asilvestrados.

Dentro de estas zonas, se delimitó el área de estudio a las localidades de Poroma (19°52' S, 69°10' W) y Coscaya (19°51' S, 69°8' W), ubicadas en la comuna de Huara, región de Tarapacá, a una altura de 2.877 y 2.946 metros de altitud, respectivamente. Ambas localidades se encuentran en la quebrada de Tarapacá, separadas entre sí por una distancia de 4,73 kilómetros en línea recta (Figura N° 1).

En el área existe un clima de desierto marginal de altura (Errázuriz *et al*, 1998) donde se establece una agricultura de subsistencia, predominando cultivos de alfalfa, maíz y frutales, además de ganadería doméstica (Guerra, 1975). Los cultivos se localizan en terrazas ubicadas alrededor de ambos poblados y son regados con aguas provenientes de un canal que toma agua de la misma quebrada. La topografía del lugar es bastante abrupta, con fuertes pendientes y presencia de cerros al norte y sur a lo largo de toda la quebrada. Existe un camino vehicular en la ladera de exposición norte, el cual une ambos poblados.

Ambas localidades tienen una población muy baja, de aproximadamente 6 personas viviendo constantemente en cada pueblo, sumado a familiares de éstas y otras familias que poseen terrenos en la zona, pero que no residen en estos poblados, sino que realizan visitas periódicas.

Se realizaron dos campañas de terreno en Poroma y Coscaya durante el año 2012 para la recolección de información. La primera en invierno, desde el 25 de julio al 8 de agosto. La segunda en primavera, desde el 1 al 5 de noviembre.

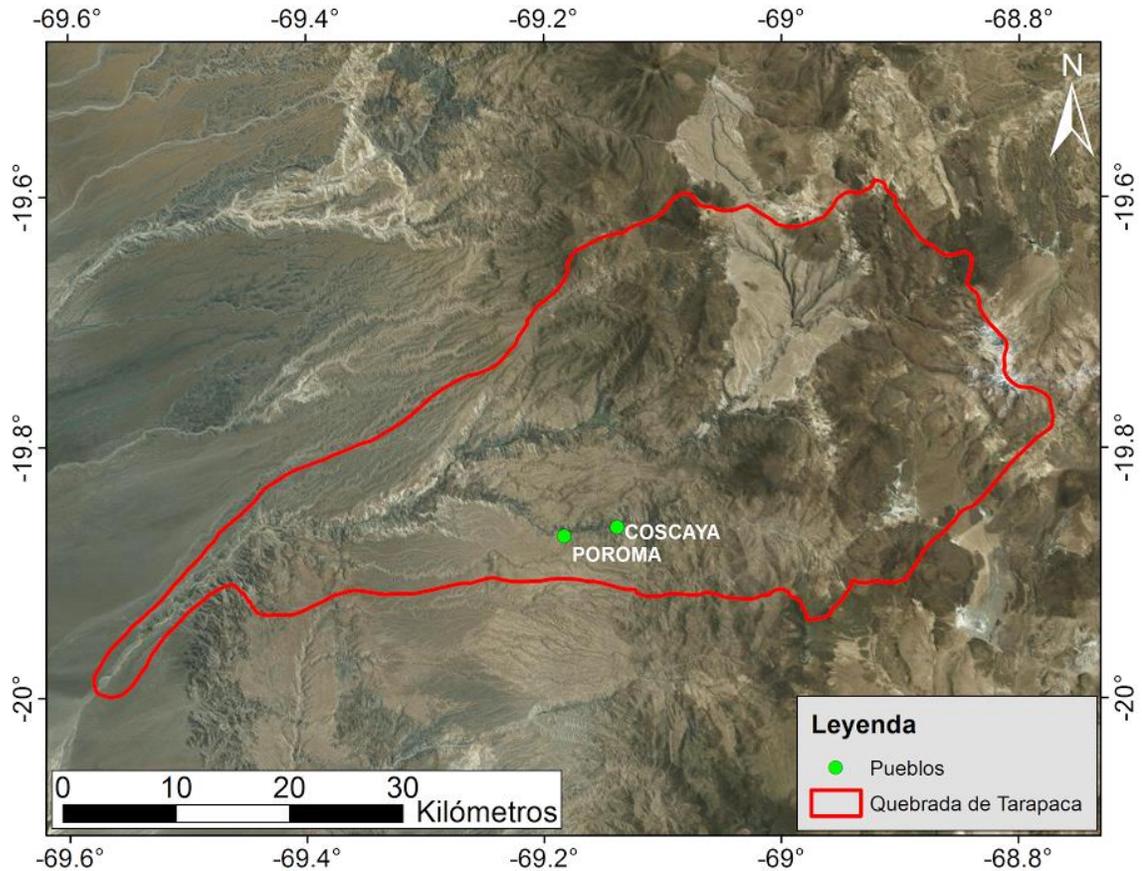


Figura N° 1: Ubicación de los poblados de Poroma y Coscaya en la quebrada de Tarapacá.

Análisis del daño a los cultivos

Se trabajó con cultivos de maíz y alfalfa, ya que son los más abundantes de la zona, y existe evidencia de daño para ambos. Se estableció el potrero como unidad de trabajo, analizándose potreros con y sin daño de forma independiente. Se incluyó en el análisis el entorno de cada potrero, considerando un área buffer de 50 metros alrededor de cada potrero. Esta distancia se estableció de manera de abarcar un entorno lo suficientemente grande alrededor de cada cultivo, permitiendo al mismo tiempo muestrear un gran porcentaje de los potreros sin superponer dicho buffer entre potreros con daño y entre potreros sin daño, como se muestra en la Figura N° 2.

Para esto, se recorrió la quebrada y se eligió en terreno el máximo posible de potreros con y sin daño. Se georreferenció el punto central de cada potrero utilizando un GPS y se llenó

una ficha para cada uno, donde se tomó nota de datos del potrero y datos del buffer (ver Tabla N° 1 y Tabla N° 2).

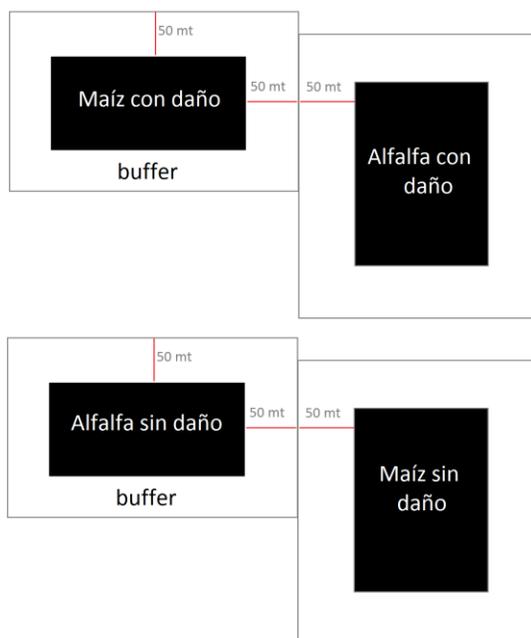


Figura N° 2: Esquema de la distribución espacial de los potreros escogidos. La distancia mínima entre los bordes de dos potreros con daño y entre dos potreros sin daño es de 100 metros en ambos casos.

La presencia o ausencia de daño en los cultivos causado por burros se determinó mediante observación directa de éstos. El daño se consideró como cualquier evidencia de herbivoría sobre el maíz o la alfalfa que pudo atribuirse probablemente a los burros, considerando el daño presente en la planta y la presencia de huellas y heces en cada potrero y su buffer. No se registró presencia de otros ungulados que pudieran ocasionar daño, salvo ganado ovino, caprino y bovino (1 individuo) que se mantuvo adecuadamente manejado por los productores.

Para el cálculo del porcentaje de daño, se recorrió la totalidad del potrero y luego se estableció un valor porcentual que correspondió a una estimación visual de la superficie dañada sobre la superficie total del cultivo en el potrero.

Tabla N° 1: Datos recopilados para cada potrero.

Datos del Potrero	Respuesta	Tipo de variable
Fecha	Fecha en que fueron tomados los datos	Discreta
Localidad	Poroma – Coscaya	Categórica
Distancia mínima al agua	Metros	Continua
Superficie	Metros cuadrados	Continua
Topografía	Respuesta	Tipo de variable
Posición	Fondo de quebrada – Ladera baja – Ladera alta - Cumbre	Categórica
Pendiente	Baja (menor a 5°) – Media (entre 5° y 45°) – Alta (mayor a 45°)	Categórica
Fisionomía	Respuesta	Tipo de variable
Altura máxima	Centímetros	Continua
Altura promedio	Centímetros	Continua
Cultivo	Respuesta	Tipo de variable
Tipo (especie)	Alfalfa – Maíz	Categórica
Estado fenológico	Germinación – Vegetativo – Inflorescencia – Fructificación – Senescencia	Categórica
Daño	Sí – No	Dicotómica (variable respuesta)
Superficie dañada	0 a 100%	Continua (variable respuesta)
Riego	Sí - No	Dicotómica
Medidas de Control	Sin control - Malla Ursus – Cerco rústico	Categórica

Tabla N° 2: Datos recopilados para el área buffer alrededor de cada potrero.

Topografía	Respuesta	Tipo de variable
Rugosidad	Baja – Media – Alta	Categórica
Pendiente	Baja (menor a 5°) – Media (entre 5° y 45°) – Alta (mayor a 45°)	Categórica
Coberturas	Respuesta	Tipo de variable
Suelo desnudo	% respecto del buffer	Continua
Agua	% respecto del buffer	Continua
Casas	% respecto del buffer	Continua
Camino	% respecto del buffer	Continua
Vegetación	Leñosas (%), Herbáceas (%), Cactáceas (%).	Continua
Otros cultivos	Respuesta	Tipo de variable
Superficie relativa por cada especie	% respecto del buffer	Continua
Cultivos abandonados	Respuesta	Tipo de variable
Superficie relativa	% respecto del buffer	Continua
Cobertura de vegetación	% respecto de la superficie de cultivo abandonado	Continua

Patrón horario del ingreso de burros a los cultivos

Durante la campaña de invierno se realizaron entrevistas informales a los agricultores de ambos poblados, consultándoles sobre ubicación, fechas y horarios de ocurrencia de daño por burros sobre los cultivos en el último año. Además se visitaron diferentes predios en conjunto con los agricultores, en donde se constató la presencia de heces y huellas de burros, y el daño en cultivos por herbivoría y pisoteo.

La información recopilada se utilizó para escoger 18 predios, donde se instalaron trampas-cámara (ACORN^{MR}, modelo LTL-5210) para cumplir el objetivo n° 3. Se instalaron 12 trampas-cámara en la primera visita y 6 durante la segunda visita. Las cámaras fueron instaladas a aproximadamente 75 cm sobre el suelo, considerándose para su ubicación las condiciones ambientales de cada sitio de manera de lograr un buen desempeño de los equipos (Swann *et al*, 2011) (Figura N° 3).

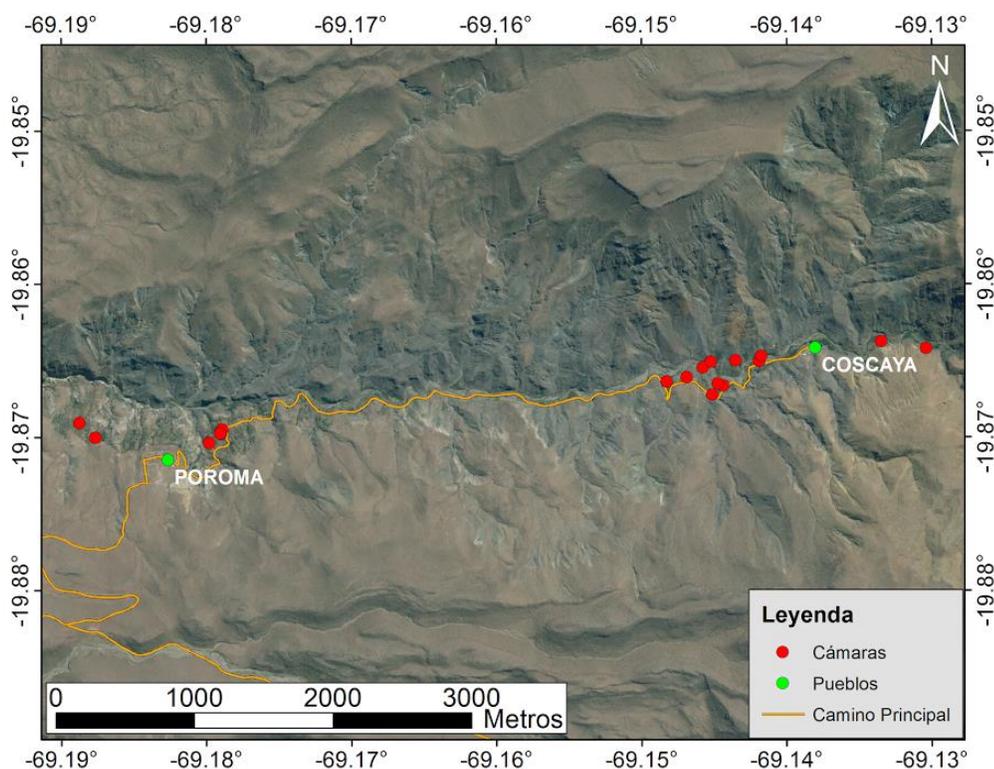


Figura N° 3: Ubicación de los 18 predios donde se instalaron trampas-cámara.

Según la cobertura de vegetación presente en el sector donde se instaló la trampa-cámara, los predios se clasificaron en i) predios con herbáceas y ii) predios con suelo desnudo.

Además, de acuerdo al cultivo predominante en ese momento, los predios se clasificaron según especie vegetal (alfalfa o maíz) y su estado fenológico (germinación, vegetativo, inflorescencia, fructificación, senescencia). Se muestrearon 152 días-cámara durante la campaña de invierno, y 24 días-cámara durante la campaña de primavera, logrando un total de 176 días-cámara. Las cámaras fueron programadas para tomar 3 fotografías por cada activación.

Rutas de acceso de burros hacia los cultivos

Para cumplir el objetivo n° 4, con la información obtenida de las entrevistas a los productores locales, de las visitas a los predios y de las trampas-cámara, se realizaron recorridos a pie alrededor de los predios con daño, por el camino vehicular principal, y por las quebradas y cerros aledaños, en búsqueda de individuos y de indicadores indirectos de presencia, como huellas y heces. Utilizando un GPS, se registraron los senderos utilizados por los burros para acceder a los cultivos. Con esta información se generó un mapa de la zona con los recorridos frecuentados por los burros durante el período de estudio.

Análisis de los datos

Para determinar qué variables del potrero y de su entorno se relacionan con la presencia o ausencia de daño en éste (objetivo n° 1), se realizó una regresión logística, donde la variable respuesta fue la presencia o ausencia de daño en el cultivo. Como descriptoras se incluyeron las variables continuas, categóricas y dicotómicas (Daniel, 2004) recopiladas sobre el potrero y su buffer, siendo incorporadas al modelo estadístico utilizando el método Forward Stepwise con un nivel de significancia de 0,1.

Para determinar qué variables se relacionan con la intensidad de afectación o daño (objetivo n° 2), se realizó una regresión logística, donde la variable respuesta fue el porcentaje de daño del cultivo. Como descriptoras se incluyeron las variables de distribución continua recopiladas para el potrero y su buffer, siendo incorporadas al modelo estadístico utilizando el método Forward Stepwise con un nivel de significancia de 0,05. Todos los análisis estadísticos fueron realizados en el software SPSS (IBM) versión 21.0.0.0.

Para el análisis de la información registrada sobre el patrón horario de ingreso de burros a los cultivos, se revisó la totalidad de las fotografías obtenidas mediante cámaras-trampa. Se

consideró un registro como el conjunto de las 3 fotografías tomadas por cada activación de cada cámara-trampa, donde se observaran burros. Con el objetivo de determinar eventos de visita independientes entre sí, el número de registros fue corregido según fecha y horario, lo que permitió establecer una tasa de visitas. Para esto se agruparon en un mismo evento de visita aquellos registros de una misma cámara que se encontraran dentro de un rango máximo de 60 minutos, mientras que aquellas capturas que superaron este rango temporal se consideraron como eventos de visita independientes. Los registros de distintas cámaras se consideraron eventos de visita independientes debido a la distancia entre ellas.

Ya que lo que interesa es determinar el número de veces que uno o más burros visitaron un potrero, se estableció un rango temporal que permitiera separar eventos de visitas independientes. Para esto se trabajó bajo los siguientes supuestos, basados en la experiencia empírica en el área de estudio: a) existen varios potreros colindantes unos con otros; b) un burro visita más de un potrero en el transcurso de una noche; y c) los burros vuelven, eventualmente, a visitar los potreros ya visitados durante la misma noche. No se instalaron trampas-cámara en todos los potreros, por lo que no fue posible trazar el recorrido realizado por los individuos. En consideración de esto es que el rango temporal se estableció en 60 minutos, tiempo que se estima suficiente para que un individuo o grupo de burros se haya desplazado hacia otro potrero. Finalmente, se calculó la tasa de visita como la razón entre el número de eventos de visita y el esfuerzo de muestreo.

RESULTADOS

Determinación del daño

Se evaluó un total de 16 potreros (Figura N° 4), de los cuales 7 fueron potreros de alfalfa con daño, 7 potreros de alfalfa sin daño y 2 potreros de maíz sin daño. Por las características del diseño de muestreo y la distribución de los potreros en el área de estudio, no se evaluó ningún potrero de maíz con daño, aunque sí se constató su existencia.

En el Anexo N° 1 se muestran los datos obtenidos para cada una de las variables registradas en cada uno de los potreros seleccionados, y su entorno.

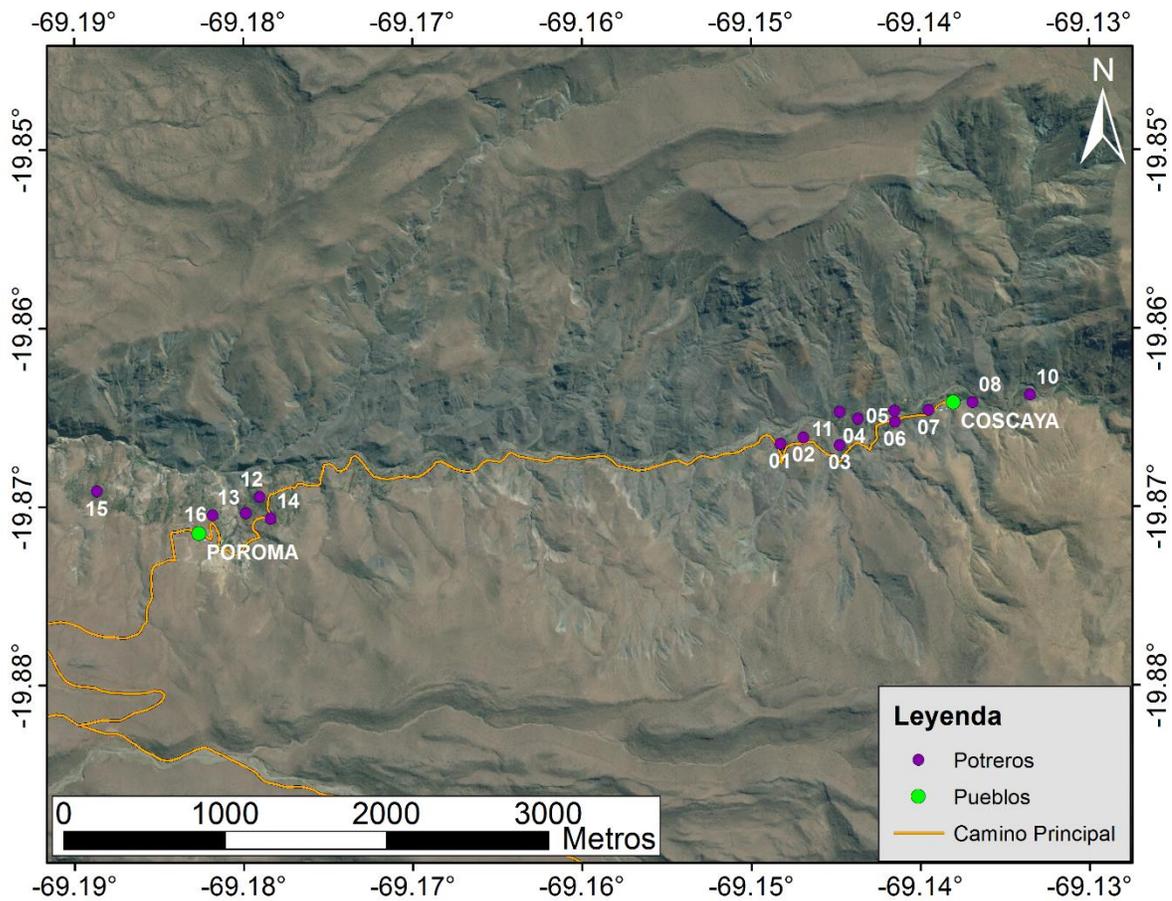


Figura N° 4: Potreros evaluados en ambas localidades.

Patrón horario del ingreso de burros a los cultivos

En 5 (27,8%) de los 18 predios donde se instalaron trampas-cámara se obtuvo fotografías de burros asilvestrados. Se obtuvo un total de 61 registros, 58 en invierno y 3 en primavera. A partir de estos, se estableció un total de 30 eventos de visita, 28 en invierno y 2 en primavera (Tabla N° 3). La tasa de visita varió entre 0,18 eventos/días-cámara en invierno y 0,08 eventos/días-cámara en primavera.

Las visitas a los potreros se concentraron entre las 19:00 y las 05:00 horas, sin registros entre las 06:00 y las 18:00 horas. El mayor número de avistamientos se registró a las 00:00 y a las 03:00 horas (5 eventos en cada rango horario; 16,67% del total), seguido de las 20:00, 23:00 y 01:00 (4 eventos en cada rango horario, 13,3% del total), como se muestra en la Figura N° 5.

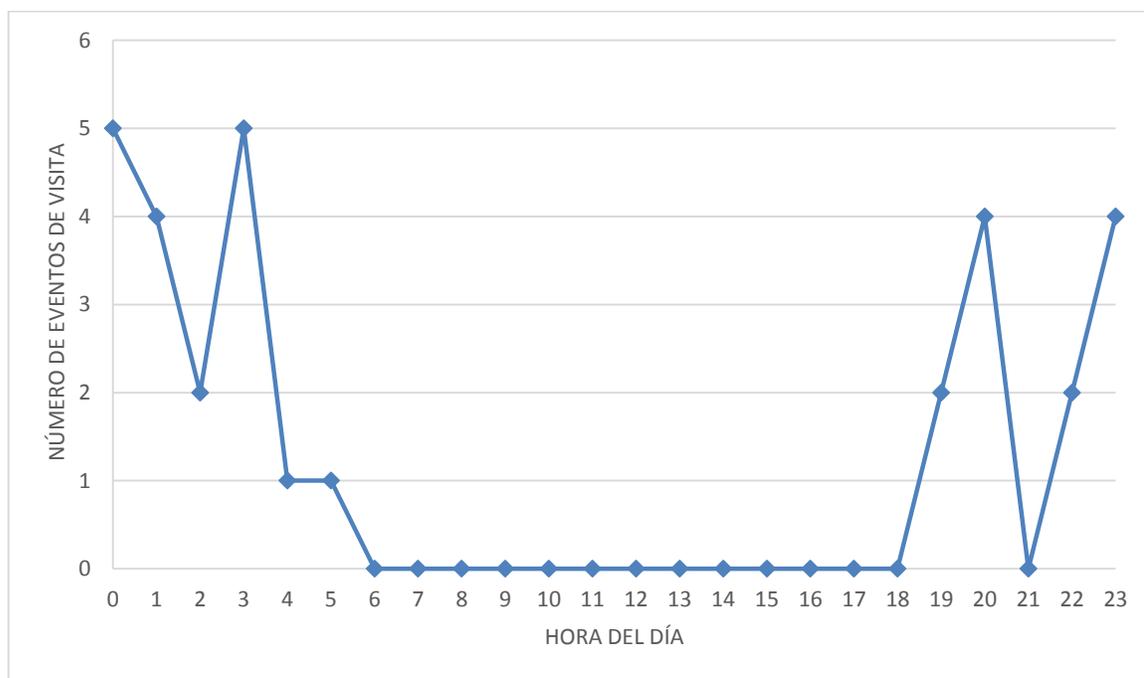


Figura N° 5: Eventos de visita por hora, registrados mediante trampas-cámara.

Tabla N° 3: Tasa de visita según campaña de muestreo.

	Eventos de visita	Esfuerzo (días-cámara)	Tasa de visita (eventos/días-cámara)
Campaña Invierno	28	152	0,18
Campaña Primavera	2	24	0,08
TOTAL	30	176	

Caracterización de los registros

Todos los registros fotográficos correspondieron a adultos solitarios. Se pudo identificar a lo menos tres individuos distintos, todos machos adultos (Anexo N° 2). En la Tabla N° 4 se muestran los registros de eventos de visita para ambas campañas, y la caracterización de la cobertura de vegetación presente en los sitios donde se instaló cada trampa-cámara.

Tabla N° 4: Número de eventos de visita para cada trampa-cámara, según campaña de muestreo.

N° Serie Cámara	Poblado	Periodo de Muestreo	Cobertura de vegetación ^a	Eventos de visita	Porcentaje respecto de la campaña	Porcentaje respecto del total
8508	Poroma	Primavera	Herbáceas	2	100%	6,7%
TOTAL PRIMAVERA				2	100%	6,7%
2269	Coscaya	Invierno	Suelo desnudo	5	17,9%	16,7%
8467	Coscaya	Invierno	Suelo desnudo	2	7,1%	6,7%
6437	Coscaya	Invierno	Herbáceas (seco)	20	71,4%	66,7%
6439	Coscaya	Invierno	Herbáceas (seco)	1	3,6%	3,3%
TOTAL INVIERNO				28	100%	93,3%
TOTAL				30		

a. Vegetación mayoritariamente presente en el área de captura fotográfica

Se registraron burros en el 27,8% de los predios donde se instalaron trampas-cámara. De los cinco sitios en los que hubo registros con trampas-cámara, un sitio concentró 20 eventos de visita (67% del total, 71% de la campaña de invierno), distribuidos a lo largo de 12 noches. Más aun, el 89,3% de los eventos de visita de la campaña de invierno (83,4% del

total) fueron registrados en 2 sitios con cobertura de alfalfa. Por su parte, en la campaña de primavera, el total de los eventos de visita (2) se registró en un solo sitio y en una sola noche.

De los 7 potreros donde se constató la existencia de daño a través de la planilla de verificación, el 71,4% presentaron un alto nivel de afectación (sobre un 80% de la superficie del potrero). En consecuencia, tanto las observaciones directas en los potreros como los registros fotográficos evidencian un patrón donde los burros, a pesar de distribuirse a lo largo de toda la quebrada, concentran su incursión en pocos potreros, donde por lo general ocasionan altos niveles de daño.

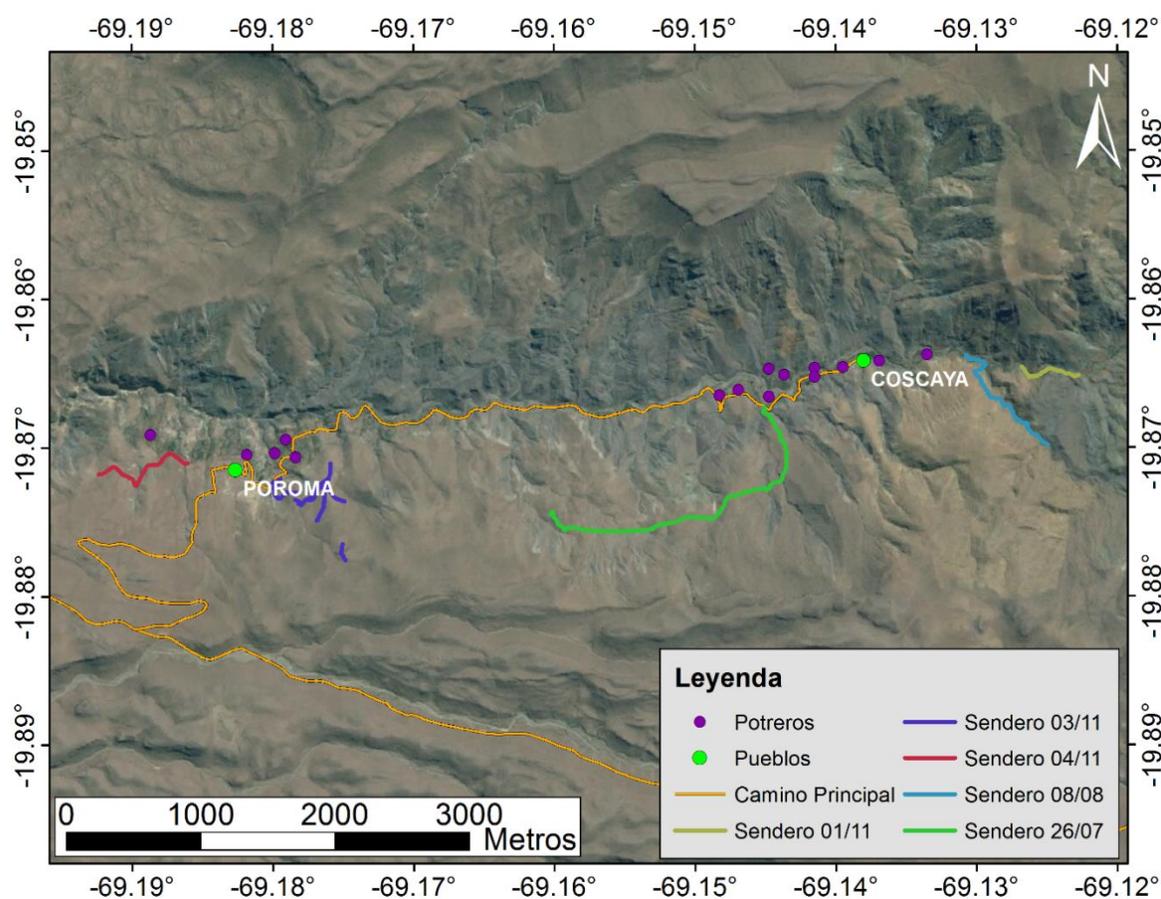


Figura N° 6: Senderos de burro registrados alrededor de los cultivos de Poroma y Coscaya.

Rutas de acceso

Se registró un total de 8 senderos de burro para la localidad de Poroma y 3 senderos para la localidad de Coscaya. El promedio de longitud de senderos para Poroma fue de 347,50

metros ($\pm 98,57$; $n = 8$) y para Coscaya fue de 1.456,67 metros ($\pm 643,28$; $n=3$) Tabla N° 5). En la Figura N° 6 se observa el mapa de los senderos de burro registrados alrededor de los cultivos de ambas localidades, donde se agrupan en un mismo color los senderos registrados en la misma fecha.

Tabla N° 5: Longitud (metros) de los senderos de burros registrados en ambas localidades.

Sendero	Fecha	Localidad	Longitud	Error estándar
Track 26/07	26-jul	Coscaya	2.680,00	
Track 01/11	01-nov	Coscaya	500,00	
Track 06/08	06-ago	Coscaya	1.190,00	
MEDIA COSCAYA			1.456,67	643,28
Track 03/11a	03-nov	Poroma	110,00	
Track 03/11b	03-nov	Poroma	450,00	
Track 03/11c	03-nov	Poroma	350,00	
Track 03/11d	03-nov	Poroma	140,00	
Track 03/11e	03-nov	Poroma	500,00	
Track 03/11f	03-nov	Poroma	270,00	
Track 03/11g	03-nov	Poroma	50,00	
Track 04/11	04-nov	Poroma	910,00	
MEDIA POROMA			347,50	98,57

Factores que determinan la presencia o ausencia de daño a los cultivos

Primero se realizó un proceso de selección de las variables predictoras, descartando aquellas que presentaron alta correlación entre sí. De esta manera se construyó un modelo que incorporó las variables: Tipo (especie vegetal), Estado fenológico, Altura promedio, Superficie del potrero, Cobertura de Camino (%), y Posición.

Posteriormente se utilizó el método Forward Stepwise para determinar las variables del modelo definitivo, de manera de que no colapsara. El modelo definitivo de regresión incorporó las variables Cobertura de Camino (% de cobertura de camino dentro del buffer), y Superficie del potrero, como se muestra en la Tabla N° 6. El modelo explica un 60,9% de la variabilidad de los datos (coeficiente de determinación r^2).

El coeficiente de regresión (β) para la variable “Cobertura de Camino” es de 0,997, mostrando una relación positiva significativa ($p < 0,05$. $\alpha = 0,95$). El coeficiente de regresión (β) para la variable “Superficie del potrero” es de 0,001, mostrando una relación cercana a cero y por tanto no significativa ($p \gg 0,05$).

Tabla N° 6: Modelo final de regresión logística. En negrita los valores de significancia de los coeficientes de regresión.

	β	E.T.	Wald	gl	p	Exp(B)	I.C. EXP(B) ^a	
Paso 1^a	Cobertura de Camino	0,669	0,376	3,170	1	0,075	1,952	0,935 – 4,078
	Constante	-2,114	1,131	3,492	1	0,062	0,121	
Paso 2^b	Superficie del Potrero	0,001	0,000	1,981	1	0,159	1,001	1,000 – 1,002
	Cobertura de Camino	0,997	0,506	3,880	1	0,049	2,710	1,005 – 7,309
	Constante	-3,811	1,895	4,047	1	0,044	0,022	

a. Intervalo de confianza al 95% para EXP(B)

Factores que determinan la intensidad del daño a los cultivos

El modelo logístico que mejor se ajustó a los datos fue el que incorporó como descriptora únicamente la variable “Cobertura de Camino”. El modelo explicó un 47% de la variabilidad de los datos (coeficiente de determinación r^2).

La intensidad del daño se maximiza cuando la cobertura de camino alcanza cerca del 9% del área del entorno del potrero, situación en que el modelo predice cerca de un 90% de superficie dañada en el potrero, como se observa en la Figura N° 7.

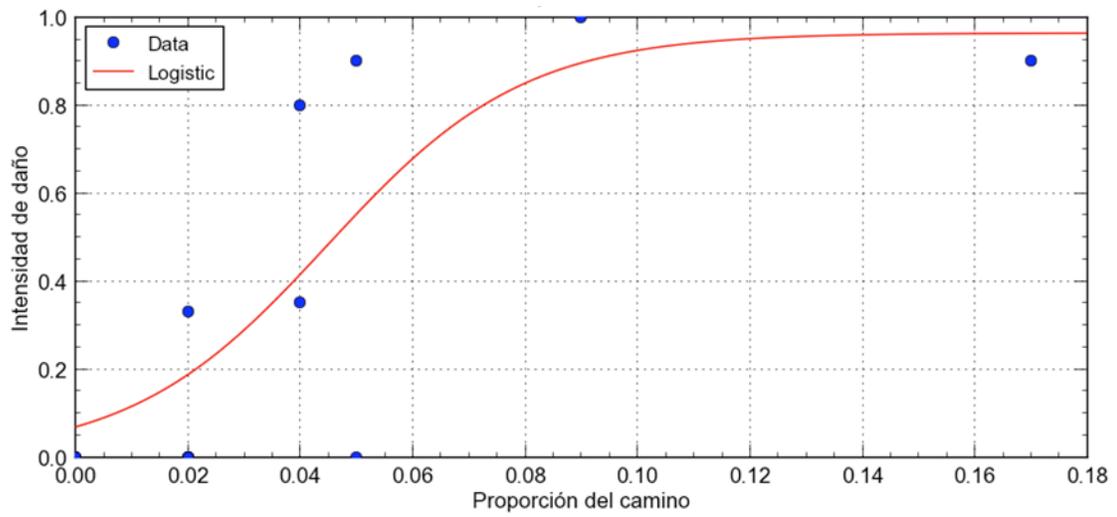


Figura N° 7: Gráfico del modelo de regresión logística para explicar la intensidad del daño a los cultivos

DISCUSIÓN

El presente trabajo permitió describir las principales variables espaciales que determinan el acceso e intensidad de la herbivoría de los burros sobre cultivos de subsistencia en la zona montañosa de la región de Tarapacá, extremo norte de Chile. La interacción entre burros ferales y agricultura no ha sido estudiada previamente. Se ha abordado principalmente el rol de esta especie en la afectación de la vegetación silvestre (e.g. Malo *et al*, 2011; Goigel, 1984) y las interacciones con ungulados nativos (e.g. Malo *et al*, 2016; Reus *et al*, 2014; Acebes *et al*, 2012; Marshal *et al*, 2012). Por ello se plantea que una manera de comprender el conflicto por consumo de cultivos de interés humano y generar medidas de manejo, sería a través de una aproximación desde la ecología espacial.

En la quebrada de Tarapacá, particularmente en los poblados de Poroma y Coscaya, se produce un conflicto ocasionado por el consumo de los cultivos por parte de burros asilvestrados, principalmente de alfalfa y maíz. Los burros hacen un uso constante de senderos provenientes desde los cerros ubicados al sur de la quebrada, e ingresan durante la noche preferentemente a los cultivos aledaños al camino principal. La accesibilidad desde cerros y quebradas hacia los cultivos que ofrece dicho camino es la principal característica espacial que determina tanto la presencia como la intensidad del daño.

Presencia e intensidad del daño asociadas al potrero y su entorno

El daño y su intensidad estarían determinados por el tipo de cultivo, la conectividad de los poteros a través del camino y presencia de refugios en zonas aledañas. Los cultivos más consumidos fueron alfalfa y maíz. La alfalfa fue el componente principal de la dieta de los burros en Poroma y Coscaya, mientras que la importancia del maíz podría estar subestimada debido a su alta degradabilidad en el tracto digestivo (Bartolomé *et al*, 1995). De todas maneras, la predominancia de estos dos tipos de cultivos en las denuncias de conflicto con burros presentadas a los Servicios Públicos (González *et al*, 2015) puede deberse en parte a que el conflicto suele ocurrir con las especies más frecuentemente cultivadas por los agricultores (Saj *et al*, 2001), las que a nivel local y regional corresponden precisamente a éstas (González *et al*, 2015).

La principal característica del entorno del potrero que determina el daño es el porcentaje de cobertura del camino. De acuerdo a los modelos construidos, el potrero tendría niveles muy altos de daño en la medida en que por su entorno cercano transite el camino vehicular. En general, los burros hacen un uso intenso de sistemas de caminos bien definidos para desplazarse entre las zonas de alimentación y otras áreas (McCool *et al*, 1981). Se ha demostrado que los caminos facilitan el tránsito por la matriz antropogénica y optimizan las estrategias de forrajeo de algunos herbívoros, ya que permiten movimientos direccionales sencillos entre las áreas de alimentación y las áreas de refugio (Von Gerhardt-Weber, 2011). Una excepción lo constituye uno de los potreros que con sólo un 1% de cobertura de camino presentaba un daño del 90%, lo que podría deberse al acceso facilitado por la topografía y ausencia completa de barreras al desplazamiento de estos ungulados en ese sector.

La cercanía de las zonas de refugio en los alrededores de los poblados se relacionaría con la alta frecuencia de visitas a los potreros. Similar a lo encontrado por otros autores (Goswami *et al*, 2015; Linkie *et al*, 2007; Saj *et al*, 2001; Hill, 2000; Hoare y Du Toit, 1999; Sekhar, 1998; Studsrod y Wegge, 1995; Jhala, 1993), nuestros resultados indican que la proximidad a un área de resguardo diurno explicaría las incursiones a los cultivos. En este caso, los cerros y quebradas en las inmediaciones de los cultivos actuarían como refugios para los burros ferales. Esta situación se ve favorecida por la baja densidad humana local que no logra un efecto disuasivo suficiente hacia los burros, contrario a otras zonas de altas densidades de habitantes donde sí se logra repeler a ungulados problemáticos y disminuir la intensidad del conflicto (Hoare y Du Toit, 1999).

Los burros concentraron su incursión sobre pocos potreros y de forma frecuente. Un 25% de los potreros dañados tuvo una cobertura de camino de 5% o mayor en su entorno, y un 12,5% tuvo una cobertura de camino de 9% o mayor. La consecuencia de ello es que estos potreros presentan altos niveles de daño, ya que su visita entregaría la mejor relación costo-beneficio, entre los riesgos de la incursión al área de cultivo, y el acceso al alimento, lo que ocasiona irrupciones repetidas a estos (Linkie *et al*, 2003; Sitati *et al*, 2005; Bar-David *et al*, 2009; García *et al*, 2005).

La ausencia de barreras de acceso a los cultivos permitiría la irrupción de los burros. Las escasas medidas de control, rústicas y con poco o nulo mantenimiento, no constituyen barreras efectivas para el ingreso de burros a los potreros, como sucede frecuentemente en cultivos manejados por pequeños productores en zonas rurales (e.g. en África, Saj *et al*, 2001; en Asia, Studsrod y Wegge, 1995). Esta situación fue característica de la mayoría de los potreros estudiados. La excepción fue un potrero protegido por malla tipo Ursus, que no presentó daño por consumo (ver más adelante, Exclusiones: uso de cercos).

Patrón horario de acceso a cultivos

La herbivoría de los burros en los cultivos se produce durante la noche. Los registros mostraron que el 100% de las incursiones ocurrieron entre las 19:00 y las 05:00 horas, similar a lo reportado en algunos conflictos con otros herbívoros como elefantes en Kenia (Sitati *et al*, 2003) y tarukas en el norte de Chile (Muñoz, 2003). Esto coincide con las declaraciones de los agricultores y con nuestras propias observaciones. Los habitantes de Poroma y Coscaya señalaron que los burros visitan sus cultivos mayoritariamente desde el atardecer hasta la madrugada, y en muy pocas ocasiones durante el día. Durante la estadía en ambos poblados, se observaron y escucharon burros transitando por las cercanías de los cultivos, siempre entre el atardecer y la noche. Si bien los burros son animales activos de día y de noche (Iriarte, 2008), se ha reportado que realizan parte importante del forrajeo durante la noche, aun bajo manejo humano (Smith y Pearson, 2005). En situaciones de conflicto como este caso, la actividad nocturna además disminuye el riesgo de detección y persecución debido a que durante el día los agricultores trabajan en sus cultivos, siendo un elemento disuasivo que impide el acercamiento de los burros a los poblados.

Se registró una tasa de visita mayor en invierno que en primavera, pese a que se esperaba observar un patrón inverso, ya que noviembre es uno de los meses más secos debido a la concentración de las lluvias en los meses de verano (Gajardo, 1994), y en octubre sobre un 65% de la dieta de los burros se compone de alfalfa (González *et al*, 2015). Es posible que las diferencias en la tasa de visita se deban en parte a un efecto de la mayor luminosidad durante las noches de luna llena, ya que en la campaña de invierno el plenilunio coincidió con las noches donde se concentró la mayor cantidad de eventos de visita, mientras que los registros de primavera se concentraron en la noche más lejana al plenilunio de ese mes

(Anexo N° 3: Figura N° 8). Probablemente los burros se habrían visto favorecidos en el tránsito y acceso a los potreros por la luminosidad nocturna, a diferencia de otros herbívoros que disminuyen su actividad nocturna durante el plenilunio (Daly *et al*, 1992; Kotler *et al*, 1991). Sin embargo, el análisis debe profundizarse con un diseño de muestreo que considere explícitamente esta variable, evaluando directamente la luminosidad durante las noches. No podemos descartar sí, que la diferencia en las tasas de visita entre estaciones puede deberse a un sesgo atribuible al menor esfuerzo de monitoreo con trampas-cámara durante primavera, afectando la detección del patrón de ocupación (Burton *et al*, 2015). La variabilidad temporal en los patrones conductuales es un fenómeno complejo que se explica por diversos factores relacionados con la disponibilidad de recursos, condiciones ambientales, la presencia de riesgos, entre otros (Owen-Smith y Goodall, 2014; Dunbar *et al*, 2009) por lo que la interpretación de estos resultados debe ser cautelosa.

Rutas de acceso a los cultivos

La totalidad de los senderos registrados se ubica al sur del río de la quebrada de Tarapacá. Aunque no se realizaron recorridos por los cerros y quebradas ubicados hacia el norte, por no observarse heces ni huellas hacia esa área, no se puede descartar su presencia en esa zona. Los senderos en su mayoría conectan las zonas de refugio con el camino principal, y aparentemente transcurren por la ruta de menor esfuerzo, como mecanismo de adaptación a ambientes de forrajeo complejos (McLean, 2001), siendo parte de la conducta espacial de los burros el establecer rutas de tránsito frecuente (McCool *et al*, 1981).

Se registró gran cantidad de rastros de burros en el camino principal. Si bien esta es una de las rutas más transitadas por las personas locales, durante la noche presenta un nulo tránsito humano, por lo que para los burros representaría un recorrido seguro para el acceso desde cerros y quebradas. En zonas áridas de Argentina se han reportado patrones similares de uso de caminos y vinculación espacial de los burros a asentamientos humanos (Acebes *et al*, 2012). El uso del camino podría deberse a que correspondería a la ruta con un menor costo energético y esfuerzo (McLean, 2001; Bar David *et al*, 2009).

Finalmente, el análisis de los registros fotográficos permitió identificar al menos a 3 individuos adultos. Es posible que el conflicto con los burros en Tarapacá sea causado por pocos individuos acostumbrados a la incursión en ciertos potreros de fácil acceso. En

situaciones de conflicto con elefantes en África, se ha identificado que en algunos casos la mayor parte del conflicto se debe a individuos machos con gran tolerancia al humano, y que por tanto se ubican significativamente más cerca de los poblados que las hembras (Hoare, 1999). En estos casos, la existencia de individuos conflictivos que están más dispuestos a correr riesgos por obtener una recompensa alimenticia altamente nutritiva es un factor determinante del conflicto (Sukumar y Gadgil, 1988), ya que determina si el manejo debe realizarse a nivel poblacional (e.g. control poblacional para reducir densidad o erradicar) o centrarse en los individuos problemáticos (e.g. captura y translocación o sacrificio).

Recomendaciones de manejo

En los últimos años se ha desarrollado una creciente atención hacia los problemas relacionados con la presencia de herbívoros naturalizados en zonas áridas, frecuentemente realizándose acciones para controlar o eliminar los animales (Malo *et al*, 2011). La búsqueda de la solución adecuada debe considerar la inclusión de la comunidad y diversos grupos de interés para encontrar la alternativa científica y políticamente más aceptable (Treves *et al*, 2009), respondiendo a objetivos explícitos de acuerdo a un análisis interdisciplinario. Posterior a la implementación de la o las medidas escogidas, se debe realizar un programa de monitoreo y evaluación con un enfoque adaptativo.

Existen dos tipos de estrategias para resolver los conflictos entre humanos y fauna silvestre, las directas y las indirectas. Las directas reducen la severidad o frecuencia de los encuentros, mientras que las indirectas aumentan la tolerancia de las comunidades hacia la fauna silvestre (Treves *et al*, 2009). Debido a la alta intensidad de este conflicto y al origen exótico del burro en Chile, interesan las alternativas directas. Además algunas alternativas indirectas pueden ser vulnerables al fraude y corrupción, o requerir el desarrollo de una burocracia para su implementación (Barua *et al*, 2013; Treves *et al*, 2009). Al no evitar o disminuir el daño a los cultivos, no serían recomendables en este caso.

En general, se han planteado algunas alternativas directas que han sido exitosas en determinadas circunstancias, sin embargo, no serían recomendables en este conflicto particular. Por ejemplo, el aumento de la vigilancia sobre los cultivos ayuda a disminuir los efectos negativos de diversas formas (Davies *et al*, 2011; Hedges y Gunaryadi, 2010, Gurung *et al*, 2008), pero es impracticable debido a la poca cantidad de habitantes, la

avanzada edad de la mayoría de ellos, y el carácter nocturno del conflicto. Otras alternativas generan impactos indeseados a nivel ecológico, como el uso de suplementos alimenticios para alejar a los animales (Cooper *et al*, 2006; Conover, 2002), o poseen una eficiencia cuestionable, como el uso de repelentes químicos (Elmeros *et al*, 2011; Conover, 2002; Timm, 1994). Por último, la reubicación de las comunidades humanas es una práctica compleja y éticamente cuestionable por sus implicancias sociales (Adams y Hutton, 2007) y psicológicas (Barua *et al*, 2013).

Por ello, el manejo del conflicto debe enfocarse en controlar su componente fundamental: la conectividad entre las zonas de refugio y los potreros. Ya que la movilidad es esencial para el acceso a los recursos (Durant *et al*, 2015) especialmente en zonas áridas (Notenbaert *et al*, 2012), como se evidencia en este caso, el uso de cercos se propone como una alternativa eficiente. Por otro lado, ya que se trata de una especie exótica y abundante en la región, el control letal puede llegar a ser una medida de solución al mediano y largo plazo, la que se puede asociar a una estrategia productiva cárnica donde es necesaria la participación de otros actores sociales y económicos.

Exclusiones: uso de cercos

Los cercos son entendidos como estructuras independientes dirigidas a restringir o prevenir el movimiento entre ciertos límites (Hayward y Kerley, 2009), y se han utilizado ampliamente para la exclusión de especies exóticas (e.g. Dickman, 2012) y nativas (e.g. Hall, 2013). Es una alternativa muy efectiva, aunque costosa (Mason *et al*, 2010), y puede tener consecuencias negativas sobre las comunidades humanas (East *et al*, 2012) y la fauna nativa (Creel *et al*, 2013; Asner y Levick, 2012; Harris *et al*, 2009).

Una serie de factores deben tomarse en cuenta para evaluar la instalación de cercos de gran tamaño. Es común que estos fallen en cumplir sus objetivos, principalmente debido a un mal diseño, la falta de mantenimiento y el daño realizado por la misma gente en búsqueda de acceso a las áreas cercadas (Woodroffe *et al*, 2014). Durant *et al* (2015) entregan un listado exhaustivo de los aspectos que deben ser considerados, destacando los factores económicos, los distintos elementos del paisaje, la mantención de adecuados niveles de conectividad, y la inclusión de las comunidades humanas. El diseño más indicado para

disminuir el daño de ungulados es un cerco de mallas de alambre que supere los 2 metros de altura (Webster *et al*, 2005; VerCauteren *et al*, 2006).

Los cercos pueden tener impactos negativos sobre la fauna nativa. En esta zona las especies cuyo desplazamiento podría verse afectado son carnívoros como el puma (*Puma concolor*), zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*), colocolo (*Leopardus colocolo*) y gato andino (*Leopardus jaobita*), mientras que la presencia de ungulados nativos es poco probable (González *et al*, 2015). Limitar la extensión del cerco a las zonas cultivadas y los caminos aledaños debiese minimizar este riesgo.

Desde el punto de vista humano, la instalación de un cerco en Coscaya y Poroma tendría un impacto controlable. Los habitantes de Poroma han señalado que la mejor alternativa de solución es la instalación de cercos de malla tipo Ursus, ya sea a nivel de potreros o bien abarcando superficies más amplias (González *et al*, 2015), facilitándose el tránsito de personas con la instalación de puertas y un adecuado diseño espacial.

Hasta el momento se han implementado iniciativas gubernamentales y municipales, que consisten en aportes monetarios a los pequeños productores para la construcción de cercos perimetrales en sus potreros. Al tiempo de este estudio, en el único potrero donde estaba presente este cerco de malla tipo Ursus no se registró daño, aunque no mostró significancia estadística en nuestros modelos. De todas maneras su implementación no ha sido correcta, ya que no se realiza una mantención adecuada y posee discontinuidad estructural.

Control letal

La alternativa de dar muerte a los individuos identificados como problemáticos puede reducir el conflicto. El manejo de animales de gran tamaño es un tema controversial, en especial el control letal en determinadas áreas y con especies carismáticas (Treves *et al*, 2009). Geisser y Reyer (2004) lo proponen como la medida más efectiva, por sobre los cercos, más aun ante la ausencia de predadores naturales (McShea, 2012). Para lograr una adecuada eficiencia esta medida debe ejecutarse anualmente (Conover, 2002), eliminando tanto adultos como juveniles (Servanty *et al*, 2011), lo que permitirá además de eliminar a los individuos problemáticos, disminuir la población y así evitar que el conflicto vuelva a

sucedier. De cualquier manera, se trata de una alternativa de última opción debido a los cuestionamientos éticos que conlleva.

En la quebrada de Tarapacá se sabe de la existencia de iniciativas individuales de instalación de trampas artesanales o cacería de burros problemáticos. Esto ha desarrollado conflictos con otras personas quienes han reclamado la propiedad histórica de los burros, y con las instituciones del Estado, ya que el carácter asilvestrado o doméstico de estas poblaciones de burros no ha sido debidamente definido por la autoridad.

El control letal de la población de burros asilvestrados de la región de Tarapacá puede asociarse a su aprovechamiento cárnico, lo que podría transformarla en una alternativa económicamente conveniente tanto para la autoridad competente, como para las comunidades locales si se involucran. Esto implicaría una evaluación de factibilidad económica y técnica, considerando lo señalado por el reglamento de la Ley de Caza (Chile, SAG, 2011) y la norma técnica correspondiente sobre procesamiento de carnes para consumo humano (Chile, Ministerio de Salud, 2009), lo que la convierte en una medida a mediano-largo plazo. En Australia se ha realizado una iniciativa de este tipo para controlar la población de burros ferales, aunque con resultados económicos deficientes debido a limitaciones prácticas (McCool *et al*, 1981). Otro proyecto similar se ha realizado en Tierra del Fuego, región de Magallanes, donde desde el año 2003 se realiza caza de guanacos y procesamiento de su carne en el campo a través de una planta móvil de procesamiento inicial (González *et al*, 2015). Actualmente en la región de Tarapacá no existen mataderos certificados que pudieran procesar la carne proveniente de la caza de burros.

CONCLUSIONES

El conflicto entre los pequeños productores agrícolas de Poroma y Coscaya y los burros ferales genera importantes impactos productivos y económicos. Al respecto se concluye que:

1. El principal componente espacial del cultivo y su entorno, que determina tanto la presencia como la intensidad del daño observado sobre los cultivos, es la cercanía al camino vehicular. Otros factores relevantes son la baja densidad de habitantes y la presencia de medidas de control rústicas, lo que permite el acceso sin inconvenientes de los burros a los potreros.
2. La herbivoría ocurre durante la noche, principalmente sobre los cultivos de alfalfa, ya que son los más frecuentes, mientras que durante el día los burros se resguardan en los cerros y quebradas aledaños a ambos poblados, utilizándolos como refugios.
3. Los burros ingresan a los potreros utilizando el camino vehicular y senderos de tránsito frecuente, los que representarían la ruta de menor esfuerzo para realizar visitas repetidas a determinados potreros ubicados en las inmediaciones del camino. Es posible que el daño en los cultivos sea ocasionado principalmente por algunos burros machos adultos problemáticos, sin embargo la gran abundancia de burros ferales en la región hace suponer que seguirá existiendo conflicto aunque estos individuos fueran eliminados.
4. La resolución del conflicto debe enfocarse en el control de su componente fundamental, esto es, la conectividad entre las zonas de refugio y los potreros. Se propone la instalación de uno o varios cercos de malla tipo Ursus de más de dos metros de altura, además de un programa de monitoreo y mantenimiento de los mismos, lo que debe implementarse luego de una planificación que considere la participación de los habitantes de ambos poblados. A mediano y largo plazo, se propone evaluar la factibilidad técnica y económica de un programa de control letal de los burros asilvestrados en la región de Tarapacá, considerando el potencial aprovechamiento cárnico de los individuos.

BIBLIOGRAFÍA

- **ACEBES, P.; TRABA, J.; MALO, J.** 2012. Co-occurrence and potential for competition between wild and domestic large herbivores in a South American desert. *Journal of Arid Environments* 77:39-44
- **ADAMS, W.; HUTTON, J.** 2007. People, parks and poverty: political ecology and biodiversity conservation. *Conservation and Society* 5(2):147-183
- **ASNER, G.; LEVICK, S.** 2012. Landscape-scale effects of herbivores on treefall in African savannas. *Ecology Letters* 15:1211-1217
- **BAR-DAVID, S.; BAR-DAVID, I.; CROSS, P.; RYAN, S.; KNECHTEL, C.; GETZ, W.** 2009. Methods for assessing movement path recursion with application to African buffalo in South Africa. *Ecology* 90(9):2467-2479
- **BARTOLOMÉ, J.; FRANCH, J.; GUTMAN, M.; SELIGMAN, N.** 1995. Physical factors that influence fecal analysis estimates of herbivore diets. *Journal of Range Management* 48:267-270
- **BARUA, M.; BHAGWAT, S.; JADHAV, S.** 2013. The hidden dimensions of human-wildlife conflict: Health impacts, opportunity and transaction costs. *Biological Conservation* 157:309-316
- **BERINGER, J.; HANSEN, L.; HEINEN, R.; GIESSMAN, N.** 1994. Use of dogs to reduce damage by deer to a white pine plantation. *Wildlife Society Bulletin* 22(4):627-632
- **BOUGH, J.** 2006. From value to vermin: a history of the donkey in Australia. *Australian zoologist* 33(3):388-397
- **BRITTINGHAM, M.; TZILKOWSKI, W.; ZEIDLER, J.; LOVALLO, M.** 1997. Wildlife damage to agricultural crops in Pennsylvania: The farmers' perspective. *Proc. East. Wildl. Damage Manage. Conf.* 8:84-93

- **BRUGGERS, R.; OWENS, R.; HOFFMAN, T.** 2002. Wildlife damage management research needs, perception of scientists, wildlife managers, and stakeholders of the USDA/Wildlife Services program. *International Biodeterioration & Biodegradation* 49: 213–223

- **BURTON, A.; NEILSON, E.; MOREIRA, D.; LADLE, A.; STEENWEG, R.; FISHER, J.; BAYNE, E.; BOUTIN, S.** 2015. Wildlife camera trapping: a review and recommendations for linking surveys to ecological processes. *Journal of Applied Ecology* 52:675-685

- **CABRERA, A.** 1945. *Caballos de América*. Editorial Sudamericana, Buenos Aires, Argentina. 405 p. (citado por Grindler, M.; Krausman, P.; Hoffman, R. 2006. *Equus asinus*. *Mammalian Species* 794:1-9

- **CHILE. INE (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS).** 2007. Censo agropecuario y forestal 2007. [en línea] <http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_agropecuarios/censo_agropecuario_07.php> [consulta: 10-08-2015].

- **CHILE. MINISTERIO DE SALUD.** 2009. Norma técnica sobre procedimientos e inspección médico veterinaria de las especies producto de la caza y de sus carnes y criterios para la calificación de aptitud para el consumo humano. 38 p.

- **CHILE. SAG (SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO).** 2011. *La Ley de Caza y su Reglamento*. 13ª ed. Unidad Comunicación y Prensa, SAG. Santiago, Chile. 96 p

- **CONOVER, M.; PITT, W.; KESSLER, K.; DUBOW, T.; SANBORN, W.** 1995. Review of human injuries, illnesses, and economic losses caused by wildlife in the United States. *Wildlife Society Bulletin* 23(3):407-414

- **CONOVER, M.** 1997. Wildlife management by metropolitan residents in the United States: practices, perceptions, costs, and values. *Wildlife Society Bulletin* 25(2):306-311

- **CONOVER, M.** 1998. Perceptions of american agricultural producers about wildlife on their farms and ranches. *Wildlife Society Bulletin* 26(3):597-604

- **CONOVER, M.** 2002. Resolving human-wildlife conflicts: the science of wildlife damage management. Lewis Publishers. Estados Unidos. 419 p.

- **COOPER, S.; OWENS, M.; COOPER, R.; GINNETT, T.** 2006. Effect of supplemental feeding on spatial distribution and browse utilization by white-tailed deer in semi-arid rangeland. *Journal of Arid Environments* 66(4):716-726

- **CREEL, S.; BECKER, M.; DURANT, S.; SOKA, J.; MATANDIKO, W.; DICKMAN, A.; CHRISTIANSON, D.; DRÖGE, E.; MWEETWA, T.; PETTORELLI, N.; ROSENBLATT, E.; SCHUETTE, P.; WOODROFFE, R.; BASHIR, S.; BEUDELS-JAMAR, R.; BLAKE, S.; BORNER, M.; BREITENMOSE, C.; BROEKHUIS, F.; COZZI, G.; DAVENPORT, T.; DEUTSCH, J.; DOLLAR, L.; DOLRENY, S.; DOUGLAS-HAMILTON, I.; FITZHERBERT, E.; FOLEY, C.; HAZZAH, L.; HENSCH, P.; HILBORN, R.; HOPCRAFT, J.; IKANDA, D.; JACOBSON, A.; JOUBERT, B.; JOUBERT, D.; KELLY, M.; LICHTENFELD, L.; MACE, G.; MILANZI, J.; MITCHELL, N.; MSUHA, M.; MUIR, R.; NYAHONGO, J.; PIMM, S.; PURCHASE, G.; SCHENCK, C.; SILLERO-ZUBIRI, C.; SINCLAIR, A.; SONGORWA, A.; STANLEY-PRICE, M.; TEHOU, C.; TROUT, C.; WALL, J.; WITTEMYER, G.; ZIMMERMAN, A.** 2013. Conserving large populations of lions – the argument for fences has holes. *Ecology Letters* 16(11):1413-e3

- **CUDDEFORD, D.; PEARSON, R.; ARCHIBALD, R.; MUIRHEAD, R.** 1995. Digestibility and gastro-intestinal transit time of diets containing different proportions of alfalfa and oat straw given to Thoroughbreds, Shetland ponies, Highland ponies and donkeys. *Animal Science* 61:407-417

- **DALY, M.; BEHRENS, P.; WILSON, M.; JACOBS, L.** 1992. Behavioral modulation of predation risk: moonlight avoidance and crepuscular compensation in a nocturnal desert rodent, *Dipodomys merriami*. *Animal Behaviour* 44(1):1-9

- **DANIEL, W.** 2004. Capítulo 11. Análisis de regresión: algunas técnicas adicionales. **In:** Bioestadística, base para el análisis de las ciencias de la salud. Cuarta edición. Limusa Wiley. D.F., México. pp. 519-570.

- **DAVE, C.V.** 2010. Understanding conflicts and conservation of Indian wild ass around Little Rann of Kachchh, Gujarat, India. Final technical report submitted to Rufford Small Grant Program, UK.

- **DAVIDSON, A.; JENNIONS, M.; NICOTRA, A.** 2011. Do invasive species show higher phenotypic plasticity than native species and, if so, is it adaptive? A meta-analysis. *Ecology Letters* 14:419-431

- **DAVIES, T.; WILSON, S.; HAZARIKA, N.; CHAKRABARTY, J.; DAS, D.; HODGSON, D.; ZIMMERMANN, A.** 2011. Effectiveness of intervention methods against crop-raiding elephants. *Conservation Letters* 4:346-354

- **DICKMAN, C.** 2012. Fences or ferals? Benefits and costs of conservation fencing in Australia. **In:** Somers, M.; Hayward, M. (Eds). *Fencing for conservation*. Springer. New York, Estados Unidos. pp. 43-63

- **DOLBEER, R.; HOLLER, N.; HAWTHORNE, D.** 1994. Identification and Assessment of Wildlife Damage: an overview. **In:** Hygnstrom, S.; Timm, R.; Larson, G. *Prevention and Control of Wildlife Damage*. University of Nebraska-Lincoln. 2 vols.

- **DUNBAR, R.; KORSTJENS, A.; LEHMANN, J.** 2009. Time as an ecological constraint. *Biol. Rev.* 84:413-429

- **DURANT, S.; BECKER, M.; CREEL, S.; BASHIR S.; DICKMAN, A.; BEUDELS-JAMAR, R.; LICHTENFELD, L.; HILBORN, R.; WALL, J.; WITTEMYER, G.; BADAMJAV, L.; BLAKE, S.; BOITANI, L.; BREITENMOSER, C.; BROEKHUIS, F.; CHRISTIANSON, D.; COZZI, G.; DAVENPORT, T.; DEUTSCH, J.; DEVILLERS, P.; DOLLAR, L.; DOLRENNY, S.; DOUGLASHAMILTON, I.; DRÖGE, E.; FITZHERBERT, E.; FOLEY, C.; HAZZAH, L.; HOPCRAFT, J.; IKANDA, D.; JACOBSON, A.; JOUBERT, D.; KELLY, M.; MILANZI, J.; MITCHELL, N.; M'SOKA, J.; MSUHA, M.; MWEETWA, T.; NYAHONGO, J.; ROSENBLATT, E.; SCHUETTE, P.; SILLERO-ZUBIRI, C.; SINCLAIR, A.; STANLEY PRICE, M.; ZIMMERMANN, A.; PETTORELLI, N.** 2015. Developing fencing policies for dryland ecosystems. *Journal of Applied Ecology* 52:544-551

- **EAST, M.; NYAHONGO, J.; GOLLER, K.; HOFER, H.** 2011. Does the vastness of the Serengeti limit human-wildlife conflicts? **In:** Somers, M.; Hayward, M. (Eds). *Fencing for conservation*. Springer. New York, Estados Unidos. pp. 125-152

- **EDWARDS, G.P.; CROFT, D.B.; DAWSON, T.J..** 1996. Competition between red kangaroos (*Macropus rufus*) and sheep (*Ovis aires*) in the arid rangeland of Australia. *Australian Journal of Ecology* 21:165-172

- **ELMEROS, M.; WINBLADH, J.; ANDERSEN, P.; BO MADSEN, A.; CHRISTENSEN, J.** 2011. Effectiveness of odour repellents on red deer (*Cervus elaphus*) and roe deer (*Capreolus capreolus*): a field test. *Eur J Wildl Res* 57:1223-1226

- **ERRÁZURIZ, A.; CERECEDA, P.; GONZÁLEZ, J.; GONZÁLEZ, M.; HENRÍQUEZ, M.; RIOSECO, R.** 1998. *Manual de geografía de Chile*. 3° ed. Andrés Bello. Santiago, Chile. 431 p.

- **FAO (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA).** 2004. Human-wildlife conflict worldwide: collection of case studies, analysis of management strategies and good practices. [en línea] <www.fao.org/sard/common/ecg/1357/en/hwc_final.pdf> [consulta: 05-04-2013]

- **FAO (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA).** 2012. Consecuencias del cambio climático. **In:** *La fauna silvestre en un clima cambiante*. Roma, Italia. pp. 33-59.

- **GAJARDO, R.** 1994. *La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica*. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 194 p.

- **GARCÍA, F.; CARRERE, P.; SOUSSANA, J.; BAUMONT, R.** 2005. Characterisation of fractal analysis of foraging paths of ewes grazing heterogeneous swards. *Applied Animal Behaviour Science* 93:19-37

- **GEISSER, H.; REYER, H.** 2004. Efficacy of hunting, feeding, and fencing to reduce crop damage by wild boars. *Journal of Wildlife management* 68(4):939-946

- **GOIGEL, M.** 1984. Habitat utilization by burros in Virgin Islands National Park. *Journal of Wildlife Management* 48(4):1461-1464

- **GONZALEZ, B; ACUÑA, P.; CASTELLARO, G.; CONTESSE, B.; DONOSO, D.; DONOSO, J.; FUENTES, N.; HERNÁNDEZ, J.; LOPEZ, C.; MALO, J.; MATA, C.; VIELMA, A.; ESTADES, C.** 2015. Proyecto “Diagnóstico de la ecología poblacional de la Vicuña (*Vicugna vicugna mensalis*), taruka (*Hippocamelus antisensis*) y guanaco (*Lama guanicoe cacsilensis*) y medidas de solución al conflicto silvoagropecuario – ungulados silvestres en la región de Tarapacá”, Informe Final. Santiago, Chile. Universidad de Chile. 216 p. Servicio Agrícola y Ganadero, región de Tarapacá, Ministerio de Agricultura.

- **GORDON, I.** 2009. What is the future for wild, large herbivores in human-modified agricultural landscapes?. *Wildl. Biol.* 15(1):1-9

- **GOSWAMI, V.; MEDHI, K.; NICHOLS, J.; OLI, M.** 2015. Mechanistic understanding of human-wildlife conflict through a novel application of dynamic occupancy models. *Conservation Biology* 29(4):1100-1110

- **GRINDER, M.; KRAUSMAN, P.; HOFFMAN, R.** 2006. *Equus asinus*. *Mammalian Species* 794:1-9

- **GUERRA, P.** 1975. Guatacondo: Un caso de transformación agraria y cultural de la zona árida. *Norte Grande, Inst. Geogr., Univ. Católica de Chile.* 1:387-400

- **GURUNG, B.; DAVID, J.; MCDOUGAL, C.; KARKI, J.; BARLOW, A.** 2008. Factors associated with human-killing tigers in Chitwan National Park, Nepal. *Biological Conservation* 141:3069-3078

- **HALL, S.** 2013. Launch of the Akagera fence by the Rwanda development board. [en línea]
<http://www.africanparks.eu/Alpha/Page.php?Content_ID=3200000000&xItem=blog&Item_ID=82&kw=Launch%20of%20the%20Akagera%20Fence%20by%20the%20Rwanda%20Development%20Board> [consulta: 13-08-2015]

- **HARRIS, G.; THIRGOOD, S.; HOPCRAFT, J.; CROMSIGT, J.; BERGER, J.** 2009. Global decline in aggregated migrations of large terrestrial mammals. *Endang Species Res* 7:55-76

- **HAYWARD, M.; KERLEY, G.** 2009. Fencing for conservation: Restriction of evolutionary potential or a Riposte to threatening processes? *Biological Conservation* 142:1-13

- **HEDGES, S.; GUNARYADI, D.** 2010. Reducing human-elephant conflict: do chillies help deter elephants from entering crop fields? *Oryx* 44(1):139-146

- **HERRERO, J.; GARCÍA-SERRANO, A.; COUTO, S.; ORTUÑO, V.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.** 2006. Diet of wild boar *Sus scrofa L* and crop damage in an intensive agroecosystem. *Eur J Wildl Res* 52:245-250

- **HEWITT, D.** 2004. Resolving Human-Wildlife Conflicts: The Science of Wildlife Damage Management. *Journal of Wildlife Management* 68(1):217-220

- **HILL, C.** 2000. Conflict of interest between people and baboons: Crop raiding in Uganda. *International Journal of Primatology* 21(2):299-315

- **HOARE, R.** 1999. Determinants of human-elephant conflict in a land use mosaic. *Journal of Applied Ecology* 36:689-700

- **HOARE, R.; DU TOIT, J.** 1999. Coexistence between people and elephants in African savannas. *Conservation Biology* 13(3):633-639

- **IRBY, L.; SALTIEL, J.; ZIDACK, W.; JOHNSON, J.** 1997. Wild ungulate damage: perceptions of farmers and ranchers in Montana. *Wildlife Society Bulletin* 25(2) 320-329

- **IRIARTE, A.** 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Edicions. Barcelona, España. 420 p.

- **IZRAELY, H.; CHOSHNIAK, I.; STEVENS, C.; DEMMENT, M.; SHKOLNIK, A.** 1989. Factors determining the digestive efficiency of the domesticated donkey (*Equus asinus asinus*). *Quarterly Journal of Experimental Physiology* 74:1-6

- **JHALA, Y.** 1993. Damage to sorghum crop by blackbuck. *International Journal of Pest Management* 39(1):23-27

- **KOTLER, B.; BROWN, J.; HASSON, O.** 1991. Factors affecting gerbil foraging behaviour and rates of owl predation. *Ecology* 72:2249-2260

- **LAMOOT, I.; CALLEBAUT, J.; DEMEULENAERE, E.; VANDENBERGHE, C.; HOFFMAN, M.** 2005. Foraging behaviour of donkeys grazing in a coastal dune area in temperate climate conditions. *Applied Animal Behaviour Science* 92:93–112

- **LINKIE, M.; DINATA, Y.; NOFRIANTO, A.; LEADER-WILLIAMS, N.** 2007. Patterns and perceptions of wildlife crops raiding in and around Kerinci Seblat National Park, Sumatra. *Animal Conservation* 10:127-135

- **MADHUSUDAN, M.** 2003. Living Amidst Large Wildlife: livestock and crop depredation by large mammals in the interior villages of Bhadra Tiger Reserve, South India. *Environmental Management* 31(4):466-475

- **MALO, J.; ACEBES, P.; TRABA, J.** 2011. Measuring ungulate tolerance to human with flight distance: a reliable visitor management tool?. *Biodivers Conserv* 20(14):3477-3488

- **MALO, J.; GONZÁLEZ, B.; MATA, C.; VIELMA, A.; DONOSO, D.; FUENTES, N.; ESTADES, C.** 2016. Low habitat overlap at landscape scale between wild camelids and feral donkeys in the Chilean desert. *Acta Oecologica* 70:1-9

- **MARSHAL, J.; BLEICH, V.; KRAUSMAN, P.; REED, M.; NEIBERGS, A.** 2012. Overlap in diet and habitat between the Mule Deer (*Odocoileus hemionus*) and Feral Ass (*Equus asinus*) in the Sonoran Desert. *The Southwestern Naturalist* 57(1):16-25

- **MASON, N.; PELTZER, D.; RICHARDSON, S.; BELLINGHAM, P.; ALLEN, R.** 2010. Stand development moderates effects of ungulate exclusion on foliar traits in the forests of New Zealand. *Journal of Ecology* 98:1422-1433

- **MCCOOL, C.; POLLITT, C.; FALLON, G.; TURNER, A.** 1981. Studies of feral donkeys in the Victoria River-Kimberleys Area. *Australian Veterinary Journal* 57:444-449

- **MCKNIGHT, T.** 1958. The feral burro in the united states: distribution and problems. *Journal of Wildlife Management.* 22(2):163-179

- **MCLEAN, A.** 2001. Cognitive abilities – the result of selective pressures on food acquisition?. *Applied Animal Behaviour Science* 71:241-258

- **MCLEOD, R.** 2004. Counting the cost: Impact of invasive animals in Australia 2004. Cooperative research center for pest animal control. Canberra, Australia. 71 p.

- **MCSHEA, W.** 2012. Ecology and management of white-tailed deer in a changing world. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1249:45-56

- **MESSMER, T.** 2000. The emergence of human-wildlife conflict management: turning challenges into opportunities. *International Biodeterioration & Biodegradation* 45:97-102.

- **MOUGEOT, F.; BRETAGNOLLE, V.** 2000. Predation risk and moonlight avoidance in nocturnal seabirds. *Journal of avian biology* 31:376-386.

- **MOWER, K.; TOWNSEND, T.; TYZNIK, W.** 1997. White-Tailed deer damage to experimental apple orchards in Ohio. *Wildlife Society Bulletin.* 25(2) 337-343.

- **MUÑOZ, A.** 2003. Estudio del conflicto entre la conservación de dos ungulados nativos, taruca (*Hippocamelus antisensis*) y guanaco (*Lama guanicoe*), y la actividad agrícola Aymara en la precordillera andina de la I Región de Tarapacá de Chile. Proyecto de Título Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. 94 p.

- **NAUGHTON-TREVES, L.** 1998. Predicting patterns of crop damage by wildlife around Kibale National Park, Uganda. *Conservation Biology.* 12(1):156-168.

- **NEWMARK, W.; MANYANZA, D.; GAMASSA, D.; SARIKO, H.** 1994. The conflict between wildlife and local people living adjacent to protected areas in Tanzania: human density as a predictor. *Conservation Biology.* 8(1):249-255.

- **NOTENBAERT, A.; DAVIES, J.; DE LEEUW, J.; SAID, M.; HERRERO, M.; MANZANO, P.; WAITHAKA, M.; ABOUD, A.; OMONDI, S.** 2012. Policies in support of pastoralism and biodiversity in the heterogeneous drylands of East Africa. *Pastoralism: Research, Policy and Practice* 2:14

- **NOVILLO, A.; OJEDA, R.** 2008. The exotic mammals of Argentina. *Biol. Invasions* 10:1333-1344.

- **NOWAK, R.** 1991. Walker's mammals of the world. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland, Estados Unidos. 1947 p.

- **OGRA, M.** 2008. Human-wildlife conflict and gender in protected area borderlands: a case of study of costs, perceptions, and vulnerabilities from Uttarakhand (Uttaranchal), India. *Geoforum* 39:1408-1422.

- **OWEN-SMITH, N.; GOODALL, V.** 2014. Coping with savanna seasonality: comparative daily activity patterns of African ungulates as revealed by GPS telemetry. *Journal of Zoology* 293(3):181-191.

- **PARKER, G.; OSBORN, F.** 2001. Dual season crop damage by elephants in the Eastern Zambezi Valley, Zimbabwe. *Pachyderm*. 30:49-56.

- **PARKER, G.; OSBORN, F.** 2006. Investigating the potential for chili *Capsicum* spp. to reduce human-wildlife conflict in Zimbabwe. *Oryx*. 40(3):343-346.

- **PEARSON, R.; ARCHIBALD, R.; MUIRHEAD, R.** 2001. The effect of forage quality and level of feeding on digestibility and gastrointestinal transit time of oat straw and alfalfa given to ponies and donkeys. *British Journal of Nutrition* 85:599-606

- **REIDY, M.; CAMPBELL, T.; HEWITT, D.** 2008. Evaluation of Electric Fencing to Inhibit Feral Pig Movements. *Journal of Wildlife Management* 72(4):1012-1018.

- **REINO UNIDO. MAFF (MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD).** 1987. Energy allowances and feeding systems for ruminants. MAFF Technical Bulletin 433.

- **REUS, M.; CAPP, F.; ANDINO, N.; CAMPOS, V.; DE LOS RIOS, C.; CAMPOS, C.** 2014. Trophic interactions between the native guanaco (*Lama guanicoe*) and the exotic donkey (*Equus asinus*) in the hyper-arid Monte desert (Ischigualasto Park, Argentina). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 49(3):159-168.

- **SAJ, T; SICOTTE, P.; PATERSON, J.** 2001. The conflict between vervet monkeys and farmers at the forest edge in Entebbe, Uganda. *Afr. J. Ecol.* 39:195-199.

- **SAN MARTIN, F.; BRYANT, F.** 1987. Nutrición de los camélidos sudamericanos: Estado de nuestro conocimiento. Artículo Técnico T-9-505. Texas Tech University. 67 p.

- **SCHLEY, L.; DUFRÊNE, M.; KRIER, A.; FRANTZ, A.** 2008. Patterns of crop damage by wild boar (*Sus scrofa*) in Luxembourg over a 10-year period. *Eur J Wildl Res.* 54:589-599.

- **SEKHAR, N.** 1998. Crop and livestock depredation caused by wild animals in protected areas: the case of Sariska Tiger Reserve, Rajasthan, India. *Environmental Conservation* 25(2):160-171.

- **SERVANTY, S.; GAILLARD, J.; RONCHI, F.; FOCARDI, S.; BAUBET, E.; GIMENEZ, O.** 2011. Influence of harvesting pressure on demographic tactics: implications for wildlife management. *Journal of Applied Ecology* 48:835-843

- **SITATI, N.; WALPOLE, M.; SMITH, R.; LEADER-WILLIAMS, N.** 2003. Predicting spatial aspects of human-elephant conflict. *Journal of Applied Ecology* 40:667-677

- **SITATI, N.; WALPOLE, M.; LEADER-WILLIAMS, N.** 2005. Factors affecting susceptibility of farms to crop raiding by african elephants: using a predictive model to mitigate conflict. *Journal of Applied Ecology.* 42(6):1175-1182.

- **SMITH, D.; PEARSON, R.** 2005. A review of the factors affecting the survival of donkeys in semi-arid regions of sub-saharan Africa. *Tropical Animal Health and Production* 37:1-19

- **STUDSROD, J.; WEGGE, P.** 1995. Park-people relationships: The case of damage caused by park animals around the Royal Bardia National Park, Nepal. *Environmental Conservation* 22(2):133-142

- **SUKUMAR, R.; GADGIL, M.** 1988. Male-female differences in foraging on crops by Asian elephants. *Animal Behaviour* 36(4):1233-1235

- **SWANN, D.; KAWANISHI, K.; PALMER, J.** 2011. Evaluating types and features of camera traps in ecological studies: A guide for researchers. **In:** O’Connell, A.; Nichols, J.; Karanth, K. (Eds.) *Camera traps in animal ecology. Methods and analyses.* Springer. USA. pp. 27-43

- **THE WILDLIFE SOCIETY.** 2010. Final Position Statement, Wildlife Damage Management. **In:** *Wildlife Conservation and Management.* [en línea] <http://joomla.wildlife.org/index.php?Itemid=187&id=117&option=com_content&task=view> [consulta: 17-09-2012].

- **TIMM, R.** 1994. Description of active ingredients **In:** Hygnstrom, S.; Timm, R.; Larson, G. (Eds). *Prevention and control of wildlife damage. Library of Congress Cataloging in Publication Data. Estados Unidos.* pp. G23-G60

- **TREVES, A.; WALLACE, R.; WHITE, S.** 2009. Participatory planning of interventions to mitigate human-wildlife conflicts. *Conservation Biology* 23(6):1577-1587

- **TZILKOWSKI, W.; BRITTINGHAM, M.; LOVALLO, M.** 2002. Wildlife damage to corn in Pennsylvania: farmer and on-the-ground estimates. *Journal of Wildlife Management* 66(3):678-682.

- **VÁZQUEZ, D.** 2002. Multiple effects of introduced mammalian herbivores in a temperate forest. *Biol Invasions* 4:175-191.

- **VERCAUTEREN, K.; LAVELLE, M.; HYGNSTROM, S.** 2006. Fences and deer-damage management: A review of designs and efficacy. *Wildlife society bulletin* 3(1):191-200

- **VON GERHARDT-WEBER, K.** 2011. Elephant movements and human-elephant conflict in a transfrontier conservation area. Tesis Master of Science in Conservation Ecology. Stellenbosch, Sudáfrica. University of Stellenbosch, Faculty of AgriSciences. 126 p.

- **WARREN, Y.; BUBA, B.; ROSS, C.** 2007. Patterns of crop-raiding by wild and domestic animals near Gashaka Gumti National Park, Nigeria. *International Journal of Pest Management*. 53(3):207-216.

- **WEBSTER, C.; JENKINS, M.; ROCK, J.** 2005. Long-term response of spring flora to chronic herbivory and deer exclusion in Great Smoky Mountains National Park, USA. *Biological Conservation* 125:297-307

- **WILSON, C.** 2004. Rooting damage to farmland in Dorset, southern England, caused by feral wild boar *Sus scrofa*. *Mammal Rev.* 34(4):331-335.

- **WOODROFFE, R.; HEDGES, S.; DURANT, S.** 2014. To fence or not to fence. *Science* 344:46-48

- **WWF (FONDO MUNDIAL PARA LA NATURALEZA).** 2005. Human wildlife conflict manual. *Wildlife Management Series*. 28 p.

- **WYMAN, W.** 1945. *The wild horse of the west*. Caxton Printers. Caldwell, Idaho, USA. 348 p. (citado por McKnight, T. 1958. The feral burro in the United States: distribution and problems. *Journal of Wildlife Management* 22(2):163-179)

- **WYWIALOWSKI, A.** 1994. Agricultural producers' perceptions of wildlife-caused losses. *Wildlife Society Bulletin* 22(3):370-382.

ANEXO N° 1: DATOS RECOPIADOS

Datos recopilados para cada potrero y su entorno, como se señala en las Tablas N°1 y N°2. <Loc>: Localidad (1: Coscaya, 2: Poroma); <Dist agua>: Distancia al Agua; <Sup>: Superficie; <Pos>: Posición; <Pend>: Pendiente; <Alt máx>: altura máxima; <Alt prom>: altura promedio; <Tipo>: Especie (0: Maíz, 1:Alfalfa); <Fenol>: Estado fenológico (1: Germinación; 2: Vegetativo; 3: Inflorescencia; 4: Fructificación; 5: Senescencia); <Daño> (0: No ataque; 1: Ataque); <Sup daño>: Superficie dañada (%); <Riego>: (0: Ausente; 1: Presente); <Control>: (0: Sin control; 1: Cerco rústico; 2: Malla Ursus); <Rug>: rugosidad (1: Baja; 2: Media); <Pend>: Pendiente (1: Baja; 2: Media; 3 Alta); <s.d.>: Suelo desnudo; <Suc>: suculentas; <Herb>: herbáceas; <Leño>: leñosas; <s/c – aband>: Sin cultivo o abandonado; <Cob Veg s/c>: vegetación (%) en cobertura “s/c – aband”.

Datos del Potrero														Datos del Entorno																	
ID	Loc	Dist. agua	Sup	Pos	Pend	Alt máx	Alt prom	Tipo	Fenol	Daño	Sup daño (%)	Riego	Control	Rug	Pend	Coberturas (%)															
																s.d.	Agua	Casa	Camino	Suc	Herb	Leño	Maíz	Alfalfa	Orégano	Ajo	Coles/Habas	Frutal	Flores	s/c - aband	Veg s/c
Pot 01	1	80	307	2	1	25	5	1	2	1	90	1	1	1	2	30	0	0	17	3	31	10	7	0	0	0	0	1	0	1	33
Pot 02	1	60	190	3	2	10	3	1	2	1	90	1	1	1	2	35	0	0	5	2	10	1	5	0	0	0	0	5	37	50	
Pot 03	1	7	300	1	1	10	5	1	5	1	100	0	0	2	3	40	4	1	9	1	8	8	0	0	0	0	0	0	29	33	
Pot 04	1	65	1650	2	1	5	3	1	5	1	90	1	0	1	2	20	0	0	1	0	17	3	0	0	0	0	0	0	59	50	
Pot 05	1	14	168	2	2	170	150	0	4	0	0	1	0	2	2	48	3	3	0	0	14	1	0	0	3	5	18	0	5	33	
Pot 06	1	50	375	1	1	10	4	1	2	1	80	0	0	2	2	14	2	2	4	1	27	2	0	0	0	15	3	0	0	30	45
Pot 07	1	30	236	1	1	40	20	1	2	0	0	1	0	1	2	20	2	3	5	0	16	1	0	0	0	5	0	18	0	30	50
Pot 08	1	24	255	2	2	20	10	1	2	0	0	1	0	2	2	26	1	1	2	0	29	1	10	0	0	0	0	0	0	30	50
Pot 09	1	22	962	2	1	45	20	1	2	0	0	1	0	1	3	52	1	0	0	29	0	1	0	0	0	1	1	0	0	15	20
Pot 10	1	45	1080	1	1	75	40	1	3	0	0	1	0	1	3	48	2	0	0	3	36	1	0	5	0	0	0	0	5	33	
Pot 11	1	100	5000	3	1	90	50	1	5	0	0	0	2	2	3	50	1	0	0	0	27	1	3	16	0	0	0	2	0	0	NA
Pot 12	2	150	5680	2	2	35	20	1	2	1	33	1	1	2	2	50	0	0	2	0	16	7	0	5	0	0	0	0	0	20	60
Pot 13	2	260	410	2	2	50	35	0	1	0	0	1	0	1	3	33	0	0	2	0	25	7	9	4	0	0	0	0	0	20	10

Datos del Potrero														Datos del Entorno																		
ID	Loc	Dist. agua	Sup	Pos	Pend	Alt máx	Alt prom	Tipo	Fenol	Daño	Sup daño (%)	Riego	Control	Rug	Pend	Coberturas (%)																
																s.d.	Agua	Casa	Camino	Suc	Herb	Leño	Maíz	Alfalfa	Orégano	Ajo	Coles/Habas	Frutal	Flores	s/c - aband	Veg s/c	
Pot 14	2	280	310	3	3	35	20	1	2	0	0	0	0	1	3	40	0	0	2	1	15	4	23	5	0	0	0	0	0	0	10	2
Pot 15	2	350	240	2	2	40	30	1	5	0	0	0	1	1	2	15	0	0	2	0	13	5	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0
Pot 16	2	270	470	2	1	35	20	1	2	1	35	1	1	2	3	49	0	2	4	0	30	3	0	0	0	0	0	0	0	12	10	

ANEXO N° 2: IMÁGENES REGISTRADAS POR TRAMPAS-CÁMARA

Selección de imágenes registradas por las trampas-cámara en los predios de Poroma y Coscaya. Se observan tres burros y un puma, fotografiados en distintos predios.



ANEXO N° 3: EFECTO DE LA LUMINOSIDAD NOCTURNA

Figura N° 8. Número de eventos de visita por noche para la campaña de invierno (arriba) y primavera (abajo).

El plenilunio se indica con un cero en el eje horizontal

