



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis



“Estudio poblacional para Taruka (*Hippocamelus antisensis* D´Orbigny 1834) y Guanaco (*Lama guanicoe* Müller 1776) en la Región de Tarapacá”

Informe Final



Cristián Bonacic, MV, MSc, PhD

Alejandra Muñoz, Ing. Agr., MSc

Omar Ohrens, Ing. Agr

Robert Petitpas, Ing. For.

Laboratorio de Vida Silvestre Fauna Australis
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Pontificia Universidad Católica de Chile

Santiago, Abril de 2011



ÍNDICE

I. RESUMEN.....	7
II. INTRODUCCIÓN.....	11
III. METODOLOGÍA.....	15
III.1 Estimación de parámetros poblacionales de taruka, guanaco, llamanaco y burro en la Región de Tarapacá	
III.2 Caracterización de los patrones de uso de hábitat de taruka, guanaco, llamanaco y burro en la Región de Tarapacá	
III.3 Estimación de la distribución potencial de guanacos y tarukas en el extremo norte de Chile mediante modelación con el programa MaxEnt	
III.4 Descripción de vegetación en hábitat de taruka , guanaco, llamanaco y burro en la Región de Tarapacá	
III.5 Caracterización de la actividad agropecuaria y percepción de agricultores acerca de ungulados silvestres en el hábitat de guanacos y tarukas en la Región de Tarapacá	
III.6 Monitoreo de actividad nocturna de ungulados en cultivos	
IV. RESULTADOS.....	26
IV.1 LAS POBLACIONALES DE LOS GRANDES HERBÍVOROS EN LOS ANDES DE LA REGIÓN DE TARAPACÁ	
IV.1.a Tarukas (Hippocamelus antisensis)	
IV.1.b Guanacos (Lama guanicoe)	
IV.1.c Lllamanaco (Lama glama Lama x guanicoe)	
IV.1.d Burro (Equus asinus)	



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

IV.2 LA VEGETACIÓN EN HÁBITAT DE LOS GRANDES HERBÍVOROS EN LOS ANDES DE LA REGIÓN DE TARAPACÁ	
IV.3 AGRICULTURA Y GANADERÍA ALTO-ANDINA Y SU INTERACCIÓN CON UNGULADOS SILVESTRES EN LA REGIÓN DE TARAPACÁ	
IV.3.a Caracterización de la actividad agropecuaria en Los Andes de la Región de Tarapacá	
IV.3.b Percepción de los agricultores sobre ungulados silvestres en la Región de Tarapacá	
IV.3.c Monitoreo de actividad nocturna de ungulados en cultivos	
V. DISCUSIÓN.....	83
VI. CONCLUSIONES.....	97
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	100



ÍNDICE DE TABLAS, IMÁGENES, FIGURA Y APÉNDICE

1. TABLAS

Tabla 1. Formato de encuesta aplicado a agricultores y ganaderos en el área de estudio

Tabla 2. Registros de presencia de taruka en la Región de Tarapacá

Tabla 3. Registros de presencia de guanaco en la Región de Tarapacá

Tabla 4. Densidad de guanacos en Ruta A-651 y Quebrada de Guatacondo

Tabla 5. Registros de presencia de llamanaco en la Región de Tarapacá

Tabla 6. Códigos de clasificación de fenotipo de llamanacos (*Lama guanicoe* x *Lama glama*) en la Región de Tarapacá (adaptado de Frank et al. (2006) y Lauvergne et al. (2006))

Tabla 7. Caracterización fenotípica de algunos llamanacos de la Región de Tarapacá

Tabla 8. Registros de presencia de burro en la Región de Tarapacá

Tabla 9. Resumen de variables de amplitud de nicho para grandes herbívoros silvestres y asilvestrados en la Región de Tarapacá

Tabla 10. Tipos biológicos según estratificación y sus códigos de cobertura en el área de estudio

Tabla 11. Caracterización COT de la vegetación en el hábitat de los grandes herbívoros de los Andes la Región de Tarapacá

Tabla 12. Especies representativas de formaciones vegetacionales identificadas en el área de estudio

Tabla 13. Caracterización de la actividad agropecuaria en los Andes de la Región de Tarapacá

Tabla 14. Caracterización del conflicto entre agricultores y/o ganaderos y grandes herbívoros en los Andes de la Región de Tarapacá.

Tabla 15. Caracterización de cultivos y resultados de monitoreo de ungulados nocturnos sobre ellos

2. IMÁGENES

Imagen 1. Entrevista a agricultora de la localidad de Jaiña

Imagen 2. Huella de taruka en Parque Nacional Volcán Isluga

Imagen 3. Macho de taruka en Coscaya

Imagen 4. Guanaco en Quebrada de Guatacondo

Imagen 5. Carcasa de Guanaco en Chiapa

Imagen 6. Guanacos con una llama dentro de su grupo en Chiapa



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

Imagen 7. Llamanacos en ruta A-641, camino a Salar de Huasco

Imagen 8. Llamanaco en rebaño de ganaderos en Achacagua

Imagen 9 y 10. Llamanaco en el camino entre Poroma y Noasa

Imagen 11 y 12. Llamanaco en el camino entre Poroma y Noasa

Imagen 13 y 14. Llamanaco en el camino entre Poroma y Noasa

Imagen 15, 16 y 17. Llamanaca en Salar de Coposa

Imagen 18 y 19. Llamanaco en Salar de Coposa

Imagen 20. Llamanaco en Ruta A-651

Imagen 21. Grupo familiar burros asilvestrados en quebrada arriba del poblado de Chiapa

Imagen 22 y 23. Baja (izquierda, Ruta A-651, c.a. 2.900 m.s.n.m) y alta cobertura vegetal (derecha, tolar altoandino, PN Volcán Isluga, c.a. 3.900 msnm)

Imagen 24. Burros asilvestrados en pajonales altoandinos (P.N. Volcán Isluga, c.a. 4.250 msnm)

Imagen 25. Guanaco en comunidad vegetal con presencia de *Corryocactus brevistylus*

Imagen 26. Llamanaco en vegetación azonal en Salar de Coposa

Imagen 27. Frutales y cultivos en Huaviña (2.308 msnm)

Imagen 28. Terrazas de cultivo entre Jaiña y Chiapa (c.a. 3.000 msnm)

Imagen 29. Ganadería en Copaquire (3.500 msnm)

Imagen 30. Maíz consumido por ungulados silvestres entre Poroma y Coscaya

Imagen 31. Ganadería camélida en Achacagua

Imagen 32: Caza furtiva en Quebrada Caya

Imagen 33. Agricultoras y sus perros en Poroma

3. FIGURAS

Figura 1. Presencia de ungulados silvestres y asilvestrados (tarukas, guanacos, llamanacos y burros) en la Región de Tarapacá

Figura 2. Mapa de registros de taruka y actividad agropecuaria en los Andes de la Región de Tarapacá

Figura 3. Distribución potencial y extensión de la presencia actual de la taruka en Chile

Figura 4. Mapa de registros de guanaco y actividad agropecuaria en los Andes de la Región de Tarapacá

Figura 5. Distribución potencial y extensión de la presencia actual del guanaco en el extremo norte de Chile

Figura 6. Mapa de registros de llamanaco y actividad agropecuaria en los Andes de la Región de Tarapacá

Áreas de investigación

Ciencias Animales, Medicina Veterinaria, Manejo de Vida Silvestre, Bienestar Animal, Conservación Biológica

Av. Vicuña Mackenna 4860 - Campus San Joaquín - Casilla 306 Santiago 22 - Chile

Fono: 56-2-686 4142 - Fax: 56-2-552 9435 - E-mail bona@uc.cl

www.fauna-australis.puc.cl



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

Figura 7. Mapa de registros de burro y actividad agropecuaria en los Andes de la Región de Tarapacá

Figura 8. Sobre-posición de extensión de la presencia de guanacos y llamanacos

Figura 9. Sobre-posición de extensión de la presencia de guanacos y burros

Figura 10. Participación de los distintos productos agropecuarios en los encuestados en los Andes de la Región de Tarapacá

Figura 11. Existencia de agricultores y/o ganaderos con conflicto con ungulados silvestres y/o asilvestrados

Figura 12. Participación relativa de los distintas taxa en el conflicto con la actividad agropecuaria

Figura 13. Tipo de efectos negativos generados por ungulados a los agricultores y ganaderos de los Andes de la Region de Tarapacá

4. APÉNDICES

Apéndice 1. Listado de algunas especies de plantas vasculares presentes en el hábitat de grandes herbívoros en Los Andes de la Región de Tarapaca



I. RESUMEN

En el contexto del contrato suscrito entre el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y la Pontificia Universidad Católica, se desarrolló un estudio cuyo objetivo general era determinar la población de taruka (*Hippocamelus antisensis*) y guanaco (*Lama guanicoe*) y su distribución geográfica actual, en la Región de Tarapacá.

A partir del mes de Agosto del 2010 (fecha de inicio del período que considera este proyecto) se han desarrollado una serie de actividades por parte del Laboratorio de Investigación Fauna Australis orientadas al cumplimiento de los objetivos de este estudio.

Entre estas actividades se encuentran:

- **Las poblacionales de los grandes herbívoros en los Andes de la región de Tarapacá**

La comunidad de ungulados en silvestría en la Región de Tarapacá está compuesta por ungulados silvestres, domésticos asilvestrados e híbridos entre domésticos y silvestres. Durante el desarrollo de las expediciones a terreno se obtuvieron registros de presencia, tanto directos como indirectos, de guanacos, registros indirectos de presencia de tarukas, las dos especies inicialmente consideradas en estudio, y además se observó presencia de llamanacos silvestres y burros asilvestrados. La presencia de tarukas fue únicamente evidenciada en la parte norte de la Región de Tarapacá, en dos áreas: a) la Quebrada de Aroma en el Parque Nacional Volcán Isluga (c.a. 19° 29' latitud sur, en la parte alta de la cuenca de la Quebrada de Aroma y Chiapa, en particular) y b) en el sector de Coscaya (19° 52' latitud sur).

La presencia de guanacos fue evidenciada en prácticamente todo el rango latitudinal de la Región de Tarapacá entre el sector cercano al poblado de Nama (c.a. 19° 12' S) por el norte hasta la Quebrada de Choja (c.a. 21° 7' S) por el sur. En total fueron observados 134 guanacos en 50



avistamientos. Su presencia fue verificada desde los 2.437 (cerca del poblado de Guatacondo) hasta 4.289 msnm (en la Quebrada de Huinquitipa), habiendo una preponderante abundancia de registros (68%) entre los 3.000 y 4.000 en el piso de precordillera.

Se observó un total de 121 llamanacos en 22 avistamientos. Estos híbridos fueron avistados en un amplio rango latitudinal en la Cordillera de los Andes de la Región de Tarapacá, entre el poblado de Achacagua en la quebrada de Tarapacá (c.a. 19° 46,7' S) por el extremo norte y dentro de la Mina Doña Inés de Collahuasi, próximo al Hotel (c.a. 20° 50' S), en su extremo sur. En cuanto a la altitud donde se registró su presencia, llamanacos fueron avistados entre 2.774 y 4.068 msnm. A diferencia de guanacos y tarukas, además de ser avistados en ecosistemas de pre-cordillera dominados por una estepa arbustiva (tolares), llamanacos además fueron registrados en ecosistemas altioplánicos con vegetación tipo pajonal-tolar y en salares.

Los burros asilvestrados son, junto a los guanacos, los ungulados más numerosos y ampliamente distribuidos en la cordillera de la Región de Tarapacá, abarcando un rango latitudinal entre los 19° 12' latitud sur (cercano a la localidad de Nama) por el norte, hasta los 21° latitud sur (en el sector donde se emplaza la Mina Collahuasi) por el sur, y entre 2.898 y 4.516 msnm. En efecto, los burros fueron, entre los taxa estudiados, los que mostraron mayor amplitud de nicho, estando presentes no sólo en un amplio rango altitudinal y longitudinal dentro de la Región, sino también en una amplia variedad de hábitats entre los que se incluyen sectores cercanos a poblados donde se desarrolla agricultura y sectores con vegetación silvestre.

- **La vegetación en hábitat de los grandes herbívoros en los Andes de la región de Tarapacá**

En términos generales, la vegetación del hábitat de ungulados silvestres está desarrollada en pisos de vegetación (Villagrán et al., 1981), ubicándose la amplia mayoría de los registros de presencia en el piso de la precordillera (2.800-3.900), siendo el piso exclusivo donde se desarrolla



la taruka. En el caso de guanaco, también se observó presencia a menor altitud donde hay una considerable mayor aridez acercándose a la Pampa del Tamarugal, así también en ambientes altoandinos hacia el este.

El estrato herbáceo estaba prácticamente ausente durante las expediciones a terreno, lo cual respondería a la escasez de lluvias de los últimos años. En las altitudes inferiores, donde la precipitación es inferior a la zona alto-andina, este aspecto es crítico, los arbustos están secos y con escasas hojas lo que dificultó en variadas oportunidades su identificación.

Es relevante destacar la baja presencia de flora alóctona en la vegetación silvestre de los Andes de la Región de Tarapacá. Las especies introducidas se encuentran asociadas a sitios cultivados, presentando mayor desarrollo en zonas con riego, siendo incluso buscadas por los herbívoros.

- **Agricultura y ganadería alto-andina y su interacción con ungulados silvestres en la región de Tarapacá**

Para caracterizar las actividades agropecuarias, y además poder describir la percepción de la gente acerca de los ungulados silvestres, se entrevistó un total de 28 agricultores y/o ganaderos, residentes de la zona de estudio.

En general, se pudo apreciar que el tipo de actividad agropecuaria desarrollada varía principalmente según la altitud, lo cual determinaría las condiciones favorables para ciertos cultivos respecto de otros. Aquellos pueblos ubicados a menor altitud, i.e. menor a 2.700 msnm, producen frutales además de hortalizas (“chacra”) y forrajeras y, en general, no presentan problemas con ungulados silvestres.

Sobre los 2.700 msnm los cultivos son exclusivamente hortícolas y forrajeros, entre ellos están (en orden de importancia) el maíz (en 92% de los agricultores encuestados), la alfalfa (en 69% de



los agricultores encuestados), ajo (42%), orégano (35%) y papa (8%). se aprecian principalmente dos tipos de manejos: a) fertilización con guano de ganado o aves, urea, salitre, raspa y/o salitre sucio (57,69% de los encuestados que eran agricultores), mientras que la aplicación de pesticidas (insecticidas y herbicidas) es muy poco difundida (11,54% de los encuestados que eran agricultores).

La actividad ganadera es parte de todo este gradiente altitudinal pero aproximadamente desde 3.500 msnm y principalmente en ambientes altoandinos, es exclusiva.

En relación al conflicto con ungulados, se observa que los poblados ubicados por sobre los 2.700 msnm son los que mayor conflicto presentan. Lo que mayormente cultivan en estos poblados son especies forrajeras y hortalizas, que se ven afectados por el consumo y pisoteo tanto de ungulados silvestres como asilvestrados registrados en la zona de estudio.

De los 28 agricultores entrevistados durante el presente proyecto se obtuvo que un 71% de los encuestados presentaban algún tipo de conflicto con ungulados silvestres o asilvestrados. Las especies involucradas en el conflicto son: guanacos, tarukas y burros asilvestrados. Los principales cultivos dañados fueron en orden decreciente: alfalfa, maíz y orégano. El otro efecto negativo de ungulados silvestres, informado por los encuestados, lo constituye el rapto de llamas por parte de guanacos machos.

Se caracterizaron en total 15 chacras localizadas en los caminos que unen los poblados de Chiapa-Jaiña y Poroma-Coscaya, donde ha habido reporte de presencia y presión sobre cultivos de ungulados silvestres, en particular de taruka. A partir del monitoreo nocturno realizado en las chacras caracterizadas, se registró la presencia de burros adultos alimentándose de alfalfa.



II. INTRODUCCIÓN

Guanacos y tarukas constituyen dos mamíferos herbívoros nativos, integrantes del ensamble comunitario de los ecosistemas de montaña en el extremo norte de Chile y parte de una rica biodiversidad alto-andina no representada en otras áreas de nuestro país. Entre las principales amenazas a la biodiversidad de Chile se encuentran la transformación y pérdida de hábitat, la introducción de especies exóticas y la falta de información (Lazo et al., 2008; Simonetti, 2006). Respecto a este último factor, dicha falta de información constituye una amenaza pues difícilmente se puede conservar biota amenazada si se desconoce su distribución, presiones y tendencias poblacionales. Adicionalmente, se debe considerar que el desconocimiento es también para las eventuales opciones de desarrollo basadas en el uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que ella brinda.

En este marco, el presente informe contiene las actividades realizadas, resultados obtenidos y su análisis y discusión, del “Estudio poblacional para Taruka (*Hippocamelus antisensis* D’Orbigny 1834) y Guanaco (*Lama guanicoe* Müller 1776) en la Región de Tarapacá”. Este estudio tiene como objetivo describir la población actual de guanacos y tarukas en la Región de Tarapacá, en particular, estimar su distribución, abundancia y hábitat, y diagnosticar el potencial conflicto entre agricultores y ungulados silvestres, para finalmente proponer medidas de manejo que sustenten la conservación de la fauna nativa estudiada.

La taruka es una de las especies de cérvidos menos conocido en el mundo (Weber & González, 2003), la cual se desarrolla en ecosistemas altoandinos de Perú, Bolivia, Argentina y Chile (Barrios & Ferreyra, 2008). Constituye una de las tres especies de cérvidos nativos en Chile junto al pudu y huemul (Iriarte, 2008). En cuanto a su estado de conservación, es catalogada como Vulnerable según la UICN (V C2a(i)) y está listada en el Apéndice I de CITES (CITES, 2009). A nivel nacional ha sido considerada como el mamífero terrestre de Chile con mayor prioridad en



conservación (Cofré y Marquet, 1988), se le considera En Peligro según Reglamento Nacional de Clasificación de Especies (Decreto Supremo 151/2006, 2007) y está protegida por la Ley Nacional de Caza (SAG, 2010). Su presencia en Chile se encuentra ligada únicamente a la pre-cordillera andina del extremo norte. La población de tarukas en la Provincia de Parinacota, donde principalmente se distribuye, ha sido estimada en menos de 700 individuos (Sielfield et al., 1999; CONAF, 2008).

El guanaco, por su parte, corresponde al artiodáctilo más grande y más ampliamente distribuido de Sudamérica (Fernández-Baca, 1991), esto es desde el norte del Perú hasta la Isla Navarino por el sur, encontrándose también en Bolivia, Argentina y Paraguay (Baldi et al., 2008). El guanaco es una de las dos especies silvestres de camélidos en Chile junto a la vicuña y la forma ancestral de la llama (Marín et al., 2007). Respecto a su status en conservación, es considerado como Preocupación menor (LC) según la lista Roja de la UICN. Su clasificación a nivel nacional se encuentra aún en proceso (quinto Proceso) y está protegido por la Ley Nacional de Caza (SAG, 2010). A diferencia de la taruka, a nivel nacional se distribuye en una amplia gama de ecosistemas (desde desiertos costeros a bosques patagónicos) pero en área de estudio asociado únicamente a la Cordillera de Los Andes. La población nacional actual de guanacos es alrededor de 74.000 individuos siendo la población de Putre (en Provincia de Parinacota, adyacente al área de estudio) la segunda más importante en Chile en términos numéricos después de la de Tierra del Fuego (Grimberg, 2010).

Para efectuar un estudio de población primeramente se debe convenir qué se entiende por población. De acuerdo a Berryman (2002) una población es un grupo de individuos de la misma especie que viven en un área de tamaño suficiente para permitir conductas normales de dispersión y/o migración y en la cual los cambios de tamaño de ésta están ampliamente dominados por los procesos de nacimiento y mortalidad. No obstante, no es fácil definir el área en la cual muestrear una población para representar a la “verdadera” población más que una



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

población “local” y comúnmente la definición del área de estudio es arbitraria (Berryman 2002). Es este también el caso, pues el estudiar la población de guanacos y tarukas de la Región de Tarapacá, la delimitación del área de estudio está determinada por límites administrativos los cuales no necesariamente coinciden con límites ecológicos. Así, muy probablemente los individuos registrados más cerca de los límites regionales en la Región de Tarapacá conformen una población local parte de una población con individuos contenidos en regiones vecinas, sobre todo considerando que el ámbito de hogar de un guanaco en poblaciones migratorias puede alcanzar hasta 310 km² (González, 2010).

Cabe mencionar que si bien el burro no estaba considerado en el proyecto, a petición de la contraparte técnica y por la significancia de su presencia en simpatria con las especies en estudio, se incluyen los resultados de sus avistamientos en este informe. Lo mismo ocurre en el caso de llamanacos (*Lama guanicoe* x *Lama glama*), animales híbridos entre camélidos silvestres (guanacos) y camélidos domésticos (llama); el hallazgo de su presencia en el área de estudio durante la primera expedición a terreno fue sorpresiva y nuevamente, por las implicancias de su desarrollo en el área de estudio en términos de la conservación del guanaco y su relación con la ganadería, entre otros aspectos, también está incluido dentro del alcance del presente informe (Figura 1).

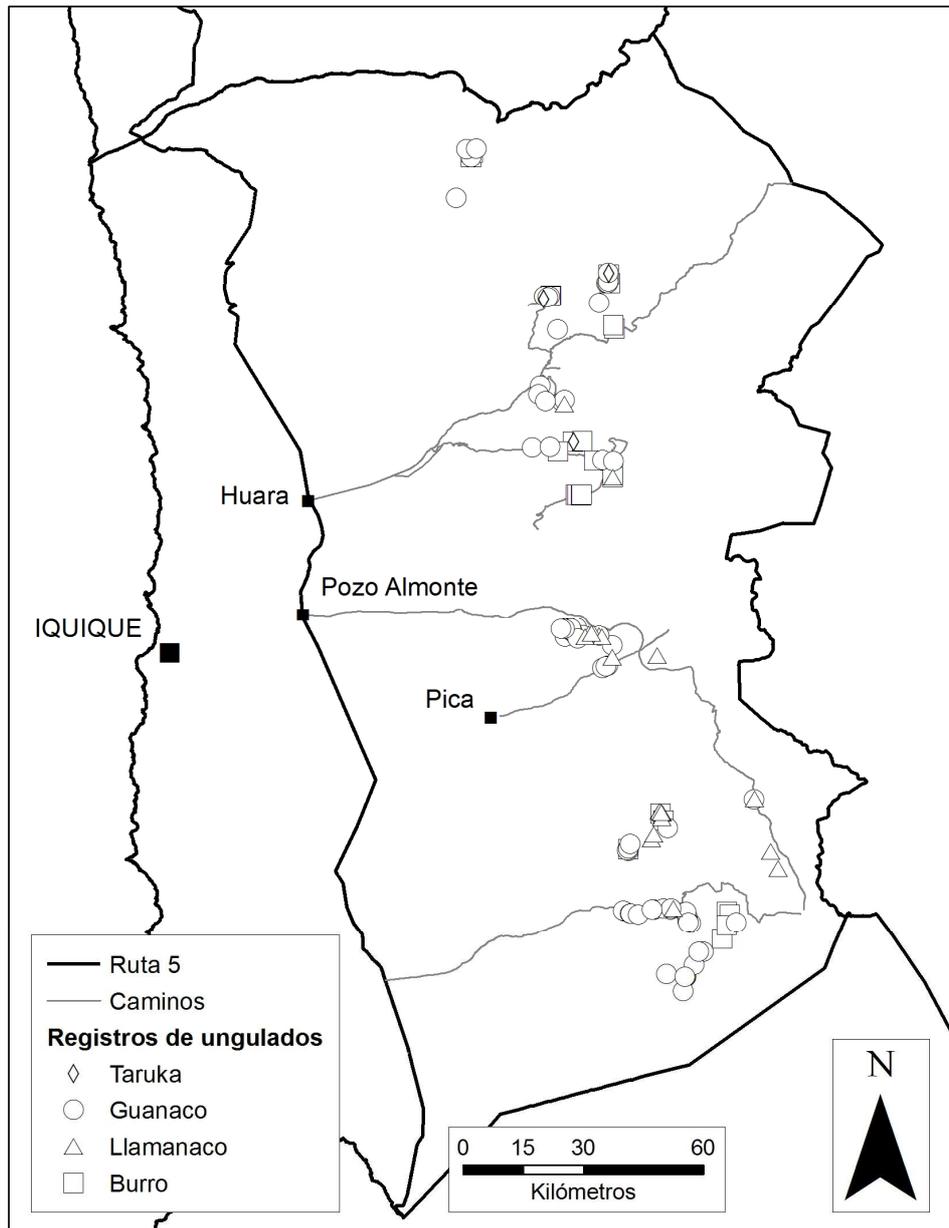


Figura 1. Presencia de ungulados silvestres y asilvestrados (tarukas, guanacos, llamanacos y burros) en la Región de Tarapacá



III. METODOLOGÍA

Para el cumplimiento de los objetivos recientemente expuestos se realizaron una serie de actividades. Primeramente, previo a la realización del trabajo en terreno, se revisaron los antecedentes publicados sobre guanacos y tarukas, con énfasis en su situación nacional, y además se consultó a la contra-parte técnica sobre los antecedentes que ya disponían de dichas especies en la Región de Tarapacá. A partir de esto se obtuvo una delimitación de la extensión del área de estudio y la identificación de los sitios de mayor relevancia a prospectar.

Posterior a esto, el trabajo en terreno se realizó en dos expediciones al área de estudio. La primera expedición ocurrió entre los días 12 y 16 de Octubre de 2010, mientras que la segunda abarcó desde el 6 al 19 de Enero de 2011.

En la primera expedición se recorrió las siguientes localidades: Chiapa, Jaiña, Huaviña, Limaxiña, Sibaya, Achacagua, Parca, Noasa, Poroma, Coscaya, ruta A-651 ("camino Collahuasi"), Salar de Huasco, Altos de Pica, ruta Teck, Quebrada Caya y la Quebrada de Guatacondo, pasando por Copaquire y hasta llegar al poblado de Guatacondo. Esta primera ida a terreno fue principalmente de reconocimiento del área de estudio. Durante ella se registró presencia de guanacos, llamanacos y burros, también se realizó encuestas a los agricultores de los poblados prospectados y se identificaron los sitios más interesantes en cuanto a presencia de los animales en estudio, donde hubo mayor esfuerzo de muestreo en la expedición siguiente. Asimismo, la localidad de Huaviña, en particular, fue descartada como hábitat de guanacos y tarukas.

En la segunda expedición a terreno, además de las localidades previamente señaladas, se sumaron nuevas localidades en el extremo norte y sur de la potencial área de distribución de las especies en estudio (esto en base a la delimitación inicial obtenida de la contra-parte técnica), no abarcadas en la primera expedición por razones de tiempo. Estas son la quebrada de Camiña y el



sector aledaño al poblado de Nama por el extremo norte y las quebradas Yareta, Blanca y Choja por el extremo sur. Adicionalmente y considerando la presencia conocida de tarukas en algunos sectores del Parque Nacional Volcán Isluga distintos a las localidades de Chiapa y Jaiña (comunicación personal Juan Ignacio Boudon, CONAF I Región de Tarapacá), durante la segunda expedición se recorrió una quebrada al este del cerro Tata-Jachura en compañía de personal de CONAF, dentro de los límites del parque. Durante esta segunda expedición, además de sumar nuevos registros y encuestas, se caracterizó la vegetación del hábitat de las especies de fauna en estudio, se monitoreó presencia nocturna de tarukas en cultivos, se realizó una capacitación en terreno destinada a personal del SAG en muestro de fauna y se obtuvo muestras biológicas de guanacos y llamanacos.

A continuación se presenta el detalle de la metodología utilizada en la prospección del área de estudio durante las expediciones a terreno:

III.1 Estimación de parámetros poblacionales de taruka, guanaco, llamanaco y burro en la Región de Tarapacá

Durante las jornadas de trabajo en las áreas prospectadas se registró toda evidencia directa (i.e. avistamientos) e indirecta (huellas, fecas, defecaderos y carcasas) de los ungulados. Cada evidencia fue georreferenciada con equipo GPS (Garmin Vista®) utilizando el Sistema Universal Transversal de Mercator y Datum WGS 84. Las observaciones directas fueron realizadas con bicoulares 10-22 x 50. En la práctica se registraron avistamientos de guanacos, llamanacos (*Lama guanicoe* x *Lama glama*) y burros asilvestrados (*Equus asinus*) y se observaron fecas y huellas de las mismas especies; así también se registró huellas de tarukas en el Parque Nacional Volcán Isluga.



Para la estimación de parámetros poblacionales, cada vez que se avistó un individuo de guanaco o llamanaco, se registró número de individuos, sexo (cuando la distancia de avistamiento lo permitió) y edad, de acuerdo a las siguientes categorías: cría (chulengo) y adulto; la distinción entre chulengo (menores a 1 año) y adulto responde a tamaño pues los chulengos son visiblemente más pequeños incluso a más de 300 m desde el observador (Marino & Baldi, 2008). Cabe destacar que las tarukas presentan un claro dimorfismo sexual en los individuos adultos dada la presencia de cornamentas únicamente en los machos (Geist, 1999), no es este el caso del guanaco, cuyo sexo sólo puede ser determinado luego de la observación de sus genitales (Franklin, 1983). En el caso de burros, sólo se registró número de individuos avistados, discriminándolos entre crías y adultos, y en el caso de tarukas, no hubo avistamiento de esta especie durante las expediciones; los registros directos de esta última especie presentados fueron obtenidos previo a la expedición (ver detalle de procedencia de registros en III.2)

Registros de presencia indirectos fueron considerados sólo cuando no estaban acompañados de una observación directa; esto dado que la observación de un animal es obviamente una evidencia de presencia y usualmente implica observación adicional de sus huellas y fecas en el sector (no consideradas en la tabla), mientras que observaciones indirectas de presencia de animales (fecas, huellas y carcasas) se registraron sólo cuando no se observó animales pues en ese caso aportan evidencia adicional de presencia aún cuando el animal en cuestión no sea avistado.

Además de los datos obtenidos en las expediciones a terreno de Octubre de 2010 y Enero de 2011 también fueron incluidos otros registros directos de guanacos y tarukas en el área de estudio, obtenidos por personal del Servicio Agrícola y Ganadero y de la Corporación Nacional Forestal durante los años 2009 y 2010 (para más detalle ver III.c).

Respecto a la estimación de densidad poblacional de guanacos y tarukas, si bien en la propuesta técnica entregada a la contra-parte se señala que dicha estimación sería calculada a partir de



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

datos obtenidos por medio de conteos en transectos de ancho variable, esto no pudo concretarse pues, debido a las dimensiones del área de estudio y los tiempos de duración de las expediciones acordes a los recursos disponibles, la mayor parte de los registros se obtuvieron desde los caminos. De acuerdo a Buckland et al. (1993), los transectos debiesen estar ubicados al azar dentro del área a prospectar mientras que los transectos a lo largo de caminos y carreteras no constituyen una muestra aleatoria y son consideradas una técnica de investigación pobre. Además, el tamaño muestral (número de transectos) recomendado es entre 60 a 80 y no menos de 40 (Buckland et al., 1993), valores lejanos a los menos de diez transectos que pudieron concretarse.

En consecuencia, para obtener una estimación de densidad se utilizó un modelo de elevación digital (DEM) para determinar el área visual (cuenca visual) desde un determinado punto de observación (donde en efecto se observaron ungulados), a través del uso de herramientas de Sistema de Información Geográfica (SIG). La distancia de truncado, definida como la distancia establecida sobre la cual cualquier registro observado a mayor distancia que ésta es descartado, fue de 2 km. Esto se realiza con el fin de eliminar valores extremos en donde la probabilidad de detección es escasa; este valor fue escogido utilizando la regla general de descartar entre un 5 a 10% del total de los registros detectados a mayor distancia (Buckland et al., 1993).

En la práctica se calculó la densidad de guanacos escogiendo al azar dos registros para cada uno de las dos localidades donde hubo mayor observación directa de guanacos, esto es Ruta A-651 y Quebrada de Guatacondo. La densidad fue calculada como el número de individuos observados ponderado por el área de la cuenca visual. En el caso de tarukas, dado el escaso número de registros, su densidad no fue calculada.



III.2 Caracterización de los patrones de uso de hábitat de taruka, guanaco, llamanaco y burro en la Región de Tarapacá

Para caracterizar los patrones de uso del hábitat en cada registro de evidencia directa (avistamiento) e indirecta de taruka, guanaco, llamanaco y burro, fueron registrados ubicación (ver metodología III.a), altitud (también a través del uso de GPS), hora, fecha, tipo de sitio (quebrada, ladera de cerro, lomajes, terrazas de cultivo, etc.), pendiente (%) y vegetación dominante (ver metodología III.c).

III.3 Estimación de la distribución potencial de guanacos y tarukas en el extremo norte de Chile mediante modelación con el programa MaxEnt

Se modeló la distribución geográfica potencial de guanacos y tarukas, mediante el modelo estadístico MaxEnt (versión 3.3.3a), basado en la máxima entropía. Para determinar la distribución, el programa utiliza variables ambientales para predecir el ajuste de los registros a las condiciones ambientales idóneas para una especie. Con este fin se utilizaron 213 registros de guanacos cuya procedencia se detalla a continuación:

- 82 registros directos de los autores obtenidos entre los años 2003 y 2004 en la Provincia de Parinacota, Región de Arica y Parinacota
- 58 registros directos reportados en estudio poblacional de guanacos y Tarukas en la Provincia de Parinacota, Región de Arica y Parinacota (Sielfield et al., 2004; con permiso del autor)
- 9 registros directos obtenidos entre los años 2009 y 2010 en la Provincia del Tamarugal, Región de Tarapacá, por personal de la División de Protección de los Recursos Naturales Renovables del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Tarapacá (con permiso del autor)



-
- 7 registros directos obtenidos durante la primera expedición a terreno (Octubre 2010), durante la ejecución del presente estudio
 - 57 registros (entre directos e indirectos) obtenidos en la segunda expedición a terreno (Enero 2011), durante la ejecución del presente estudio

Para la modelación de distribución potencial de Tarukas se utilizaron 58 registros de las siguientes fuentes:

- 47 registros directos de los autores obtenidos entre los años 2003 y 2008 en la Provincia de Parinacota, Región de Arica y Parinacota
- 7 registros directos reportados en estudio poblacional de guanacos y Tarukas en la Provincia de Parinacota, Región de Arica y Parinacota (Sielfield et al. 2004; con permiso del autor)
- 1 registro directo obtenido en el año 2009 en la Provincia del Tamarugal, Región de Tarapacá, por personal de la División de Protección de los Recursos Naturales Renovables del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Tarapacá (con permiso del autor)
- 2 registros directos obtenidos en el año 2009 en la Provincia del Tamarugal, Región de Tarapacá, por personal del Parque Nacional Volcán Isluga, Corporación Nacional Forestal (con permiso del autor)
- 1 registro indirecto obtenido en la segunda expedición a terreno (Enero 2011), durante la ejecución del presente estudio

Para realizar los modelos de distribución se utilizaron 21 variables ambientales. De éstas, 19 variables bioclimáticas (ver www.worldclim.org/bioclim) y una cobertura de altura fueron obtenidas de WorldClim (Hijmans et al., 2005). Además se incluyó una variable categórica de pisos de vegetación de Chile (Luebert y Plissock, 2006). Se estandarizó la extensión y el tamaño de pixel de todas las coberturas, dejando una resolución de 30 segundos de arco. Se eliminaron los registros ubicados en un mismo pixel, quedando así 131 registros para guanaco y 28 para Taruka. Para



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

generar el modelo se seleccionó al azar el 75% de los registros (datos de entrenamiento), dejando el resto para validar el modelo (datos de validación). Se realizaron 30 repeticiones para cada especie, utilizando el método de Crossvalidate y como máximo 1500 iteraciones. Los modelos fueron evaluados según el área bajo la curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*), o AUC (*area under the curve*). La curva ROC representa la proporción entre los registros de presencia correctamente predichos (sensibilidad) por el modelo y las ausencias incorrectamente predichas (1-especificidad, siendo especificidad la proporción de ausencias correctamente predichas), el área bajo esta curva nos permite evaluar el ajuste del modelo. Un AUC cercano a 0,5 implica un ajuste no mejor que lo que se obtendría al azar y un AUC igual a 1 implica un ajuste perfecto (Baldwin 2009). El AUC para los datos de validación de Taruka fue de 0,9954. Dado el buen ajuste del modelo y el bajo número de registros de Taruka se corrió nuevamente el modelo para esta especie, pero sin considerar datos para validación, de modo de aprovechar los 28 registros para elaborar el modelo. Como formato de salida, se utilizó el formato logístico, obteniéndose un mapa de probabilidad, con valores entre 0 y 1. Estos valores indican la probabilidad de que las condiciones sean adecuadas para la presencia de la especie, no representan la probabilidad directa de presencia, por lo que los valores tienen diferentes significados para diferentes especies, debido a que estas tienen distintas restricciones de hábitat. Para facilitar la interpretación de los resultados, se realizó un mapa de distribución binario de presencia/ausencia, que indica las zonas potenciales de distribución. Este mapa umbral permite una interpretación más sencilla, pero la distribución que presenta está sujeta al valor umbral que se escoja, el que determina el valor de probabilidad sobre el cual se considerará la especie presente. Se escogió como umbral de presencia la probabilidad en la cual se maximiza la sensibilidad más la especificidad (Jiménez-Valverde y Lobo, 2007). Este método ha sido utilizado previamente para las mismas especies (Véliz y Hoces, 2007). Para guanaco, el valor de probabilidad umbral corresponde a 0,0781 y para Taruka es 0,0203.



III.4 Descripción de vegetación en hábitat de taruka, guanaco, llamanaco y burro en la Región de Tarapacá

Dentro de la caracterización del uso de hábitat de guanacos y tarukas se consideró la descripción del tipo de vegetación asociada a los registros de presencia de estas especies y además de camélidos híbridos (llamanacos). Para esto, en cada registro de evidencia de presencia directo (avistamiento) e indirecto (fecas, huellas y/o carcasas, en particular) se realizó una descripción en terreno del tipo de vegetación de acuerdo a la metodología propuesta por la “Carta de Ocupación de Tierras” (COT), desarrollada por la escuela fitosociológica Louis Emberger (CEPE/CNRS), Montpellier, Francia, y adaptada para las condiciones ecológicas de Chile por Etienne y Prado (1982).

De acuerdo a la COT, las formaciones vegetacionales se clasifican según la estratificación y cobertura de sus componentes. Para el área de estudio se distinguieron tres tipos biológicos fundamentales: leñosos bajo (LB), herbáceo (H) y suculento (S). Así, las formaciones vegetacionales fueron denominadas de acuerdo a la dominancia de uno o más tipos biológicos categorizados según su estratificación y grado de cubrimiento del suelo, en escalas previamente definidas. Adicionalmente, en cada tipo biológico constituyente de una formación vegetacional dada, se identificaron las especies más representativas. En general, tales especies debieran alcanzar una cobertura relativa de al menos mayor o igual al 10 % (Etienne & Prado 1982).

La caracterización de la vegetación en una determinada localidad puede corresponder a una comunidad representativa obtenida a partir de varios registros, cuando se disponía de más de una descripción (asociadas a distintos registros) pero pertenecientes a una misma localidad.

Por último, sin pretender realizar una prospección exhaustiva, también se registraron las especies de plantas vasculares reconocidas durante la caracterización de los sitios. La nomenclatura de las



especies y su origen biogeográfico se basó principalmente en el “Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur” (Instituto de Botánica Darwinion, 2009). El nombre vernacular por su parte fue obtenido de Villagrán et al. (1999), Villagrán et al. (2003) y Trivelli y Valdivia (2009).

III.5 Caracterización de la actividad agropecuaria y percepción de agricultores acerca de ungulados silvestres en el hábitat de guanacos y tarukas en la Región de Tarapacá

Para conocer acerca del tipo de agricultura y ganadería desarrollada en poblados ubicados dentro del hábitat de guanacos y tarukas, se realizó una encuesta en forma oral a los agricultores residentes. La encuesta tenía un formato semi-estructurado, vale decir, si bien existe un formato de preguntas comunes a todos los encuestados, las encuestas daban pie a que el encuestado tuviese la libertad de explayarse más allá de la pregunta en cuestión. En general, no se aplicó un cuestionario fijo sino que se entabló una conversación con el encuestado y las preguntas eran guiadas por las respuestas, es decir, hay grupos de preguntas que no se realizaban cuando una respuesta negativa ante una pregunta inicial respondía por sí sola a un grupo de preguntas posterior (Imagen 1).

A grandes rasgos, la encuesta abordaba dos grandes grupos de preguntas: a) aquellas preguntas destinadas a caracterizar el tipo de agricultura y/o ganadería que desarrollan y b) aquellas enfocadas a indagar acerca de la percepción de los agricultores sobre el impacto de la taruka y guanaco en sus cultivos y ganado. En la tabla 1 se presenta el formato de la encuesta.



Imagen 1: Entrevista a agricultora de la localidad de Jaiña

Tabla 1. Formato de encuesta aplicado a agricultores y ganaderos en el área de estudio

<p>1. Preguntas destinadas a indagar el potencial conflicto entre agricultores y ungulados nativos simpátricos</p> <p>a) ¿Ha visto guanacos y/o tarukas en las zonas?</p> <p>b) ¿Cuándo?</p> <p>c) ¿Cuántos individuos aproximadamente?</p> <p>d) ¿Le causan algún problema?</p> <p>e) ¿Ingresan a sus cultivos?</p> <p>f) ¿Tiene cultivos cercados?</p> <p>g) ¿Qué cultivos consumen?</p> <p>2. Preguntas destinadas a caracterizar el tipo de agricultura desarrollada</p> <p>a) ¿Cuánta superficie cultiva?</p> <p>b) ¿Qué cultivos posee?</p> <p>c) ¿Aplica fertilizantes o pesticidas? ¿Cuáles?</p> <p>e) ¿Tiene ganado?</p> <p>f) ¿Cuál tipo de ganado y número de individuos por especie?</p>
--



III.6 Monitoreo de actividad nocturna de ungulados en cultivos

Teniendo en consideración que las tarukas de la Provincia de Parinacota ingresan a las chacras principalmente durante la noche, cuando el hombre se ha retirado de sus cultivos (Muñoz, 2003; Bonacic & Muñoz, 2006), se realizó un monitoreo para evaluar actividad nocturna de los ciervos en las localidades donde se ha reportado su presencia reciente (i.e. 2009-2010), tanto por pobladores como por personal institucional ligado a vida silvestre. Esto corresponde a la quebrada de Aroma entre las localidades de Chiapa y Jaiña (registros personal de SAG y CONAF, Región de Tarapacá) y en la quebrada con cultivos entre las localidades de Coscaya y Poroma (registros personal de SAG).

Para este fin, durante la segunda expedición a terreno se caracterizó previamente chacras de cultivos adyacentes a los caminos de acuerdo a ubicación, superficie, especies cultivadas, tipo de riego y evidencia de cultivos forrajeados por herbívoros. Posterior a esto, la metodología consistió en recorrer los caminos en vehículo de noche (alrededor de las 23:00) y alumbrar las chacras seleccionadas desde ellos con un foco de alto alcance.



IV. RESULTADOS

IV.1 LAS POBLACIONALES DE GRANDES HERBÍVOROS EN LOS ANDES DE LA REGIÓN DE TARAPACÁ

La comunidad de ungulados en silvestría en la Región de Tarapacá está compuesta por ungulados silvestres, domésticos asilvestrados e híbridos entre domésticos y silvestres. Durante el desarrollo de las expediciones a terreno se obtuvieron registros de presencia, tanto directos como indirectos, de guanacos, registros indirectos de presencia de tarukas, las dos especies inicialmente consideradas en estudio, y además se observó presencia de llamanacos silvestres y burros asilvestrados. Como fue mencionado en la metodología, adicional a los registros de presencia recopilados durante las expediciones a terreno ocurridas en el contexto del presente estudio, también se presentan registros previos de personal del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) dentro del área de estudio.

A continuación se presenta un resumen de los principales resultados por taxa:

IV.1.a Tarukas (*Hippocamelus antisensis*)

Distribución y abundancia

La presencia de tarukas fue únicamente evidenciada en la parte norte de la Región de Tarapacá, en dos áreas: a) la Quebrada de Aroma en el Parque Nacional Volcán Isluga (c.a. 19° 29' latitud sur, en la parte alta de la cuenca de la Quebrada de Aroma y Chiapa, en particular) y b) en el sector de Coscaya (19° 52' latitud sur) (Figura 2). En la Tabla 2 se presentan los registros directos e indirectos de presencia analizados. Es así como el hábitat de la taruka en la Región de Tarapacá, al igual que en la Provincia de Parinacota más al norte, se desarrolla en la Cordillera de los Andes, en la zona de pre-cordillera en particular, siendo registradas entre los 2.943 y 3.667



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

msnm. En total se disponen únicamente de cuatro registros de tarukas, tres de los cuales corresponden a registros directos (avistamiento de grupos de tarukas) y un registro de huellas en la parte alta de la Quebrada de Aroma (Imagen 2, contrastada con Manual de Huellas; Skewes, 2009), en la orilla del curso de agua; este último registro de huella es coincidente con registros de presencia previo en la zona confirmados oralmente por el guardaparque que nos acompañó a ese sector del parque. En cuanto a los registros directos, en los alrededores del poblado de Chiapa, personal de CONAF avistó dos tarukas (sin determinación de sexo) en Febrero del año 2009 y en Mayo del año siguiente, en el mismo sector, avistaron un grupo familiar compuesto de un macho, una hembra y una cría. Esto último coincide con la información reportada por pobladores de Chiapa (Serafín Larama, Alfonso Vilca y Simona Mamani), quienes señalaban la presencia de un grupo familiar de la misma composición hasta la fecha de la última expedición (Enero 2011), el cual probablemente sea el mismo grupo avistado por personal de CONAF durante el año 2010.



Imagen 2. Huella de taruka en Parque Nacional Volcán Isluga

Áreas de investigación

Ciencias Animales, Medicina Veterinaria, Manejo de Vida Silvestre, Bienestar Animal, Conservación Biológica
Av. Vicuña Mackenna 4860 - Campus San Joaquín - Casilla 306 Santiago 22 - Chile
Fono: 56-2-686 4142 - Fax: 56-2-552 9435 - E-mail bona@uc.cl
www.fauna-australis.puc.cl

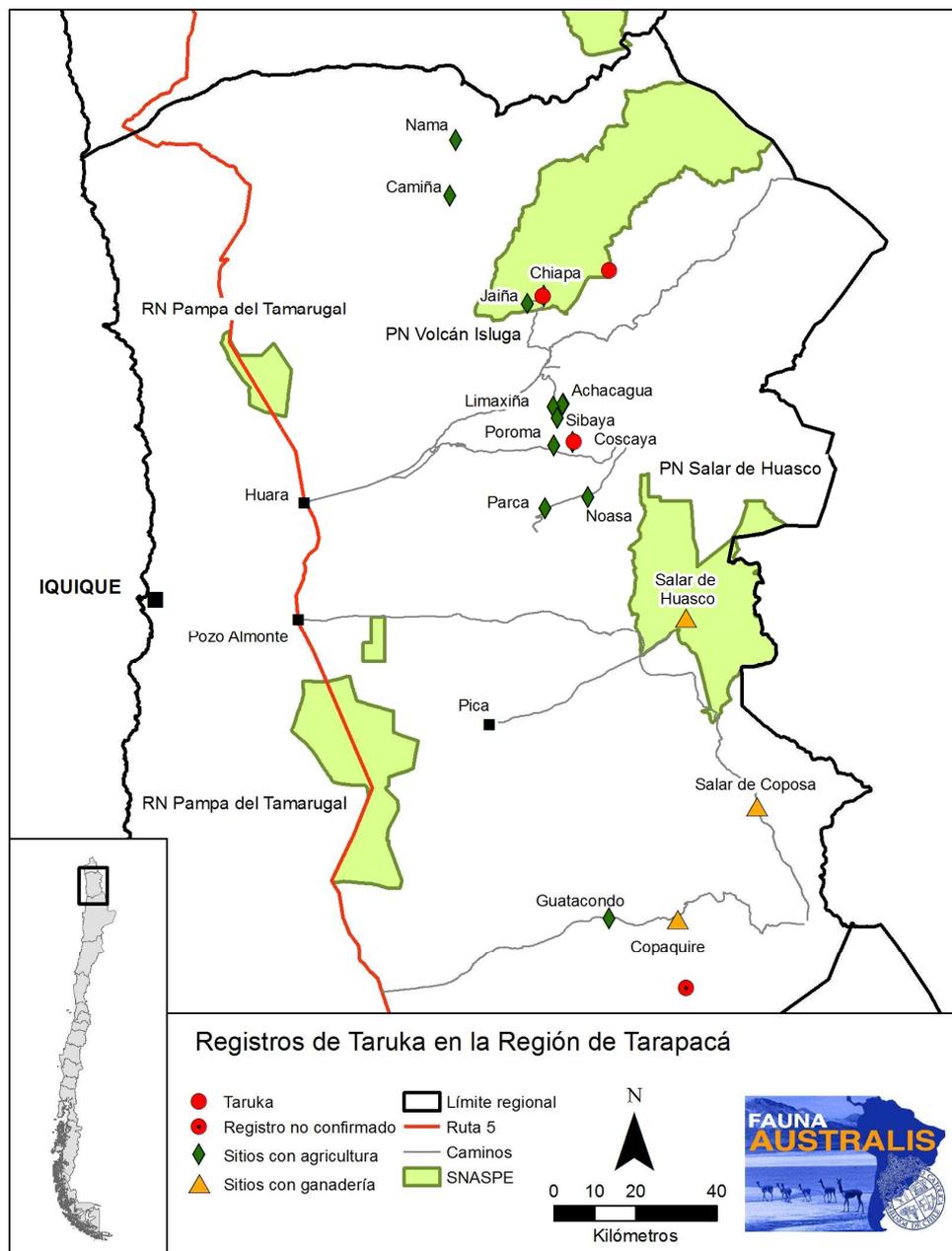


Figura 2. Mapa de registros de taruka y actividad agropecuaria en los Andes de la Región de Tarapacá



La segunda área dentro de la Región con reportes de presencia de taruka corresponde al sector cercano al poblado de Coscaya. En cerros aledaños a este poblado, personal del SAG avistó un macho en Septiembre del año 2009 (Imagen 3). Nuevamente este registro coincide con la información obtenida de los pobladores de Poroma y Coscaya través de encuesta (Adelaida Pereira y Richard Canaviri) quienes reportaron la presencia de un macho que no se ha vuelto a ver desde Marzo del año 2010, el cual intentaba montar a las cabras y tenía conducta agresiva, llegando a herir dos ovejas de la agricultora Adelaida Pereira, las cuales fueron finalmente sacrificadas.

Por último, es relevante mencionar el hallazgo de una huella en la Quebrada de Choja, la cual en base a nuestra experiencia y a las características morfométricas que presenta el Manual de Huellas (Skewes, 2009), correspondería a la huella de una taruka. En el caso del Parque Nacional Volcán Isluga donde se consideró una huella como un registro de presencia indirecta, dados la variabilidad intrínseca entre individuos de la misma especie y la potencial desfiguración de una huella impresa en terreno por el paso del tiempo, esta sí fue considerada pues su localización coincidía con una presencia actual conocida de la especie reportada por el guarda-parque. En el caso de la Quebrada de Choja, como no se conoce de actual presencia de tarukas en la zona, esta huella no fue considerada en la extensión de la presencia ni en el análisis, pero su registro se reporta en la Figura 2 como un registro de presencia no confirmado.

Uso del hábitat

Como fue mencionado anteriormente, en ninguna de las dos expediciones a terreno realizadas en el contexto del presente estudio se observó tarukas. Los registros que se disponen son anteriores a éstas. Dichos registros ocurrieron cercanos a poblados de pre-cordillera donde se desarrolla agricultura de cultivos y forrajeras (principalmente alfalfa y maíz), esto es Chiapa y Coscaya. Los registros diurnos denotan actividad a lo menos entre las 11:00 y 19:00 horas mientras que de acuerdo a agricultores locales, las tarukas también presentan actividad nocturna ocasión en la



cual aprovechan de ingresar a consumir cultivos (alfalfa y maíz, principalmente) aprovechando la ausencia de personas. Las tarukas fueron observadas en laderas de cerro y quebradas donde la vegetación dominante es el tolar o estepa arbustiva pre-altiplánica (*sensu* Gajardo, 1994). Sumado a lo anterior, el registro de huella en el Parque Nacional Volcán Isluga en la ribera del riachuelo donde nace la Quebrada de Aroma, fue hallada en un tolar de menor diversidad respecto al que se desarrolla en Chiapa y Coscaya dominado por *Parastrephia* spp. y *Diplostephium meyenii* entre pajonales del género *Festuca*.



Imagen 3. Macho de taruka en Coscaya (fotografía de Vinko Mallinarich, SAG Iquique)

Distribución potencial

Para el modelo de distribución de taruka, considerando las 30 repeticiones, se obtuvo un AUC promedio de 0,99 con una desviación estándar de 0,02, para los datos de entrenamiento. Valores de AUC mayores a 0,9 nos indican un muy buen desempeño del modelo (Baldwin, 2009).



Tabla 2. Registros de presencia de taruka en la Región de Tarapacá

Sector	Registro directo (Nº individuos)					Registro indirecto			Altitud (m.s.n.m.)	Fecha	Tipo de sitio	Exposición	Pendiente (%)
	M	H	C	I	Tot	huella	feca	carcasa					
Coscaya	1				1				2943	15-09-2009	ladera cerro	N	30
Cerca de Chiapa				2	2				3093	01-02-2009	ladera cerro	S/I	30
Quebrada de Aroma	1	1	1		3				3100	24-05-2010	quebrada	S/I	70
PN Volcán Isluga						x			3667	06-01-2011	quebrada	0	0
Total					6								

*: M=macho, H=hembra, C=cervatillo, Tot= total

En la Figura 3 se muestra el mapa binario de distribución potencial de taruka, donde se indica en color rojo las zonas que se consideran adecuadas para la presencia de la especie. El valor umbral obtenido fue de 0,0203, vale decir, sobre este valor de probabilidad se considera potencialmente presente la especie. En este mapa también se indica el área de extensión de presencia de la especie, basada en los registros de presencia obtenidos. El área de extensión de presencia corresponde al menor polígono cóncavo que contiene todos los registros de la especie. Podemos ver en el mapa que el modelo realizado en MaxEnt nos indica sectores idóneos para la especie fuera de la extensión determinada por los registros de presencia.

La zona de presencia potencial de taruka obtenida a partir del modelo, corresponde a una franja en la pre-cordillera, desde el límite norte de la Región de Arica y Parinacota (17° 50' S), estrechándose hacia el sur y llegando hasta el centro de la Región de Tarapacá (20°00' S). Esta zona presenta alturas entre los 2600 y 4200 msnm. Además del sector descrito, la presencia se extiende en una zona alrededor del poblado del Colchane (19° 17' S; 68° 40' O), al este de la Región de Tarapacá, junto al límite con Bolivia, en el centro de la Reserva Nacional Las Vicuñas (18° 35' S; 69° 08' O) y en una franja junto a la frontera con Bolivia, desde el hito tripartito de Visviri (17° 30' S) hasta los 17° 58' latitud sur. Además, se determinaron sitios de presencia aislados en la Región de Antofagasta, siendo el más importante la zona comprendida entre 22° 08'S a 22° 20' S y 68° 22'O a 68° 11' O.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

Se incluyó en la modelación, el test Jackknife que realiza MaxEnt, el cual consiste en correr el modelo con sólo una variable ambiental, de modo a evaluar la importancia de esa variable, y luego se corre el modelo omitiendo esta variable, para evaluar la pérdida de información al omitirla; esto se repite para cada variable ambiental, calculando la ganancia para el modelo en cada caso. La variable que presentó la mayor ganancia al ser usada sola, fue la precipitación del cuarto del año más húmedo, y la variable que al ser omitida genera un modelo con la menor ganancia fue la precipitación del cuarto del año más cálido. Por lo tanto, esta variable es la que aporta la mayor información al modelo que no está presente en las otras variables.

Áreas de investigación

Ciencias Animales, Medicina Veterinaria, Manejo de Vida Silvestre, Bienestar Animal, Conservación Biológica
Av. Vicuña Mackenna 4860 - Campus San Joaquín - Casilla 306 Santiago 22 - Chile
Fono: 56-2-686 4142 - Fax: 56-2-552 9435 - E-mail bona@uc.cl
www.fauna-australis.puc.cl

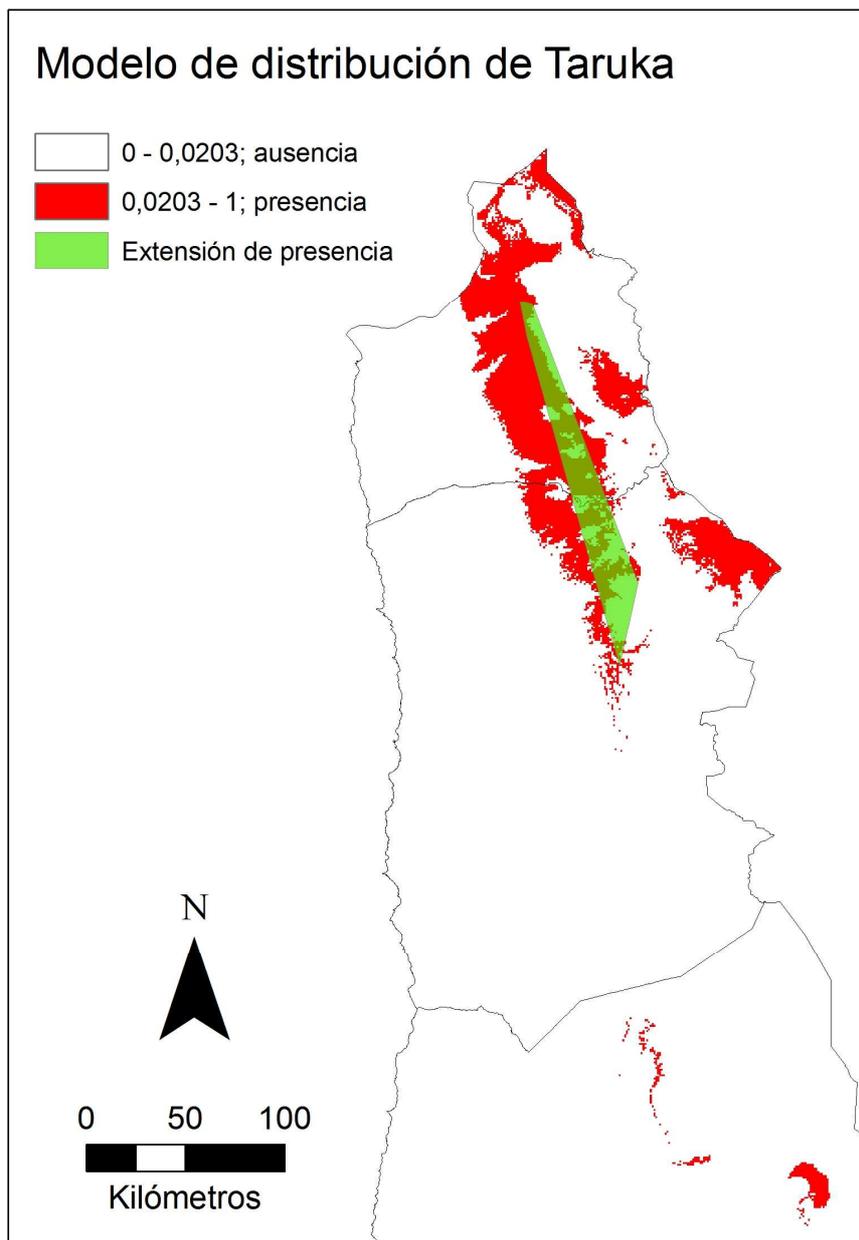


Figura 3. Distribución potencial y extensión de la presencia actual de la taruka en Chile



IV.1.b Guanacos (*Lama guanicoe*)

Distribución y abundancia

La presencia de guanacos fue evidenciada en prácticamente todo el rango latitudinal de la Región de Tarapacá entre el sector cercano al poblado de Nama (c.a. 19° 12' latitud sur) por el norte hasta la Quebrada de Choja (c.a. 21° 7' latitud sur) por el sur (Figura 4). En total fueron observados 134 guanacos en 50 avistamientos (Tabla 3). El número total de guanacos avistados puede estar un poco abultado pues en dos sitios (Ruta A-651 y Guatacondo), se recorrió la misma área en días consecutivos. La población de guanacos en la región de Tarapacá se encuentra asociada exclusivamente a ecosistemas montañosos, a diferencia de otras regiones en el norte del país donde también habita en ecosistemas costeros (Grimberg, 2010). Su presencia fue verificada desde los 2.437 (cerca del poblado de Guatacondo) hasta 4.289 msnm (en la Quebrada de Huinquitipa), habiendo una preponderante abundancia de registros (68%) entre los 3.000 y 4.000 en el piso de precordillera donde, como fue recientemente mencionado, se desarrolla la estepa arbustiva pre-altiplánica (Gajardo, 1994). En total se disponen de 73 registros de presencia de guanacos en la Región de Tarapacá, de los cuales 50 corresponden a registros directos (i.e. avistamiento de individuos; Imagen 4) mientras que los 23 restantes corresponden a registros de fecas, huellas y/o carcasas (Imagen 5).

En los avistamientos se observó desde individuos solitarios (en el 38% de los avistamientos) hasta grupos de 9 individuos. Es llamativo el hallazgo de grupo de guanacos acompañados de 1 llama (Imagen 6) en la quebrada de Aroma, arriba del poblado de Chiapa. Los guanacos presentaban estaban comiendo junto a la llama en una terraza abandonada de cultivos y cuando nos vieron huyeron juntos en grupo.

En promedio se registraron $2,68 \pm 1,87$ (promedio \pm desviación estándar) guanacos por avistamiento de los cuales 0,72 corresponden a machos, 0,68 hembras, 0,02 crías, y 1,26 correspondieron a individuos que por distancia no se determinó su categoría de sexo/edad. En



cuanto a la estructura de grupos se registraron individuos solitarios, grupo de machos, y grupos familiares (1 macho acompañado de hasta 8 hembras y 1 macho más sus hembras y crías), lo cual implica la representación completa de la organización social descrita para la especie (Ortega y Franklin, 1995; Sarno et al., 2003). En una ocasión se registró un grupo compuesto de dos hembras. Cabe señalar que la proporción de avistamientos de grupos familiares fue baja (4%).



Imagen 4. Guanaco en Quebrada de Guatacondo.

En cuanto a la proporción de sexos, ésta fue obtenida únicamente de aquellos avistamientos donde se logró identificar sexo. Como resultado se observó una proporción de macho : hembra igual a 0,475 : 0,525.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
 Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
 Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
 Laboratorio de investigación Fauna Australis

Tabla 3. Registros de presencia de guanaco en la Región de Tarapacá

Sector	Registro directo (Nº individuos ^s)					Registro indirecto			Altitud (m.s.n.m.)	Hora	Fecha	Tipo de sitio	Pendiente (%)
	M	H	C	I	Tot	huella	feca	carcasa					
Cerca de Nama						x	x		3423		09-01-2011	planicie	0
Cerca de Nama						x			3256		09-01-2011	ladera cerro	50
Entre Camiña y Nama						x	x		3290		09-01-2011	planicie	0
Cerros arriba de Camiña							x		2690		09-01-2011	ladera cerro	20
PN Volcán Isluga	1				1				3950	15:15	06-01-2011	cumbre cerro	0
PN Volcán Isluga						x	x		3869		06-01-2011	lomas	0
PN Volcán Isluga								x	3878	13:03	06-01-2011	quebrada	0
PN Volcán Isluga							x		3895		06-01-2011	ladera cerro	40
Chiapa	1				1				3000	18:00	14-10-2010	terrazza	0
Chiapa		1			1				3001	17:16	14-10-2010	ladera cerro	20
Cerca de Chiapa	1	5			6				3211	12:00	07-01-2011	terrazza	45
Cerca de Chiapa						x			3158		07-01-2011	ladera cerro	45
PN Volcán Isluga						x			4029		06-01-2011	lomas	0
Entre Chiapa y ruta 15-CH						x	x		3727		08-01-2011	lomas	0
Quebrada de Usmagama				1	1				2883	13:05	10-06-2010	ladera cerro	40
Cerca de Usmagama						x			2925		08-01-2011	lomas	0
Achacagua						x	x		2850		08-01-2011	ladera cerro	30
Entre Limaxiña y Sibaya	1				1				2757	18:40	08-01-2011	ladera cerro	45
Achacagua						x	x		2780		08-01-2011	terrazza	0
cerca de Poroma						x	x		2980		10-01-2011	planicie	0
cerca de Poroma	1				1				2926	19:10	13-10-2010	planicie	0
Entre Coscaya y Noasa							x		3705		11-01-2011	ladera cerro	20
Entre Coscaya y Noasa							x		3791		11-01-2011	planicie	0
Ruta A-651	1				1				3178	11:55	12-01-2011	lomas	0
Ruta A-651				1	1				2823	11:20	15-10-2010	lomas	0
Ruta A-651				4	4				2823	11:20	15-10-2010	lomas	0
Ruta A-651				1	1				3509	16:45	17-01-2011	lomas	0
Ruta A-651				2	2				3010	17:15	14-01-2011	ladera cerro	10
Ruta A-651	1			2	3				2815	16:57	18-01-2011	lomas	0
Ruta A-651	1	4	1		6				2942	10:10	15-10-2010	ladera cerro	5
Ruta A-651				3	3				2791	10:44	18-01-2011	ladera cerro	40
Ruta A-651	1	2			3				3075	17:30	14-01-2011	ladera cerro	5
Ruta A-651	1				1				3047	12:29	12-01-2011	lomas	0
Ruta A-651						x	x		3305	13:00	12-01-2011	lomas	0
Ruta A-651				4	4				3683	18:50	17-01-2011	lomas	0
Ruta A-651	1				1				3139	12:40	12-01-2011	lomas	0
Ruta A-651				3	3				2894	11:45	12-01-2011	lomas	0
Ruta A-651				4	4				3227	19:20	17-01-2011	ladera cerro	30
Ruta A-651				3	3				4039	14:45	12-01-2011	lomas	0



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
 Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
 Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
 Laboratorio de investigación Fauna Australis

Alto Pica				3	3				3833	18:03	12-01-2011	lomas	0
Alto Pica		2			2				3817	18:05	14-01-2011	lomas	0
Alto Pica						x	x		3697		14-01-2011	ladera cerro	5
Salar de Coposa				1	1				3739	11:37	05-02-2009	planicie	0
Quebrada Caya	1	8			9				3764	16:00	15-01-2011	ladera cerro	40
Ruta Teck						x	x		3892		15-01-2011	planicie	0
Ruta Teck	3				3				3723	11:45	15-01-2011	ladera cerro	50
Ruta Teck				1	1				3725	17:32	05-10-2009	ladera cerro	30
Ruta Teck				1	1				3739	17:48	01-04-2009	ladera cerro	20
Quebrada Guatacondo	2				2				3393	15:12	19-01-2011	ladera cerro	60
Quebrada Guatacondo	1				1				3173	13:45	19-01-2011	quebrada	0
Quebrada Guatacondo	5				5				3014	12:00	16-01-2011	quebrada	0
Quebrada Guatacondo				2	2				3014	15:15	19-01-2011	ladera cerro	60
Copaquire	1	2		2	5				3058	16:37	16-10-2010	quebrada	0
Copaquire	1	1			2				3714	13:00	16-01-2011	ladera cerro	70
Cerca de Copaquire	3			2	5				3819	13:20	16-01-2011	ladera cerro	70
Cerca de Copaquire	1				1				3316	12:24	16-01-2011	ladera cerro	65
Cerca de Copaquire				2	2				3572	14:15	19-01-2011	quebrada	0
Cerca de Copaquire	1			4	5				3828	14:35	19-01-2011	quebrada	0
Quebrada Guatacondo						x			2437		16-01-2011	quebrada	0
Quebrada Guatacondo				1	1				2517	13:29	07-10-2009	quebrada	0
Quebrada Guatacondo	1	3			4				2540	12:50	19-01-2011	ladera cerro	75
Quebrada Guatacondo	2				2				2560	11:15	16-01-2011	quebrada	0
Quebrada Guatacondo				3	3				2670	13:23	19-01-2011	quebrada	0
Quebrada Guatacondo	1	1			2				3982	15:09	16-10-2010	quebrada	0
Quebrada Huinquitipa				3	3				4289	18:59	13-01-2011	quebrada	0
Quebrada Yareta	1	5			6				4135	14:48	13-01-2011	quebrada	0
Quebrada Blanca						x	x		3756		13-01-2011	quebrada	0
Quebrada Blanca	1			5	6				3933	18:21	13-01-2011	quebrada	0
Quebrada Choja				3	3				3484	13:45	04-03-2010	ladera cerro	45
Quebrada Choja								x	3476		13-01-2011	quebrada	0
Quebrada Choja				1	1				3496	13:22	04-03-2010	ladera cerro	30
Quebrada Choja						x	x		3445		13-01-2011	quebrada	0
Quebrada Mani				1	1				3028	13:03	05-03-2010	quebrada	0
Total					134								

*: M=macho, H=hembra, C=chulengo, Tot= total, S/I: sin información

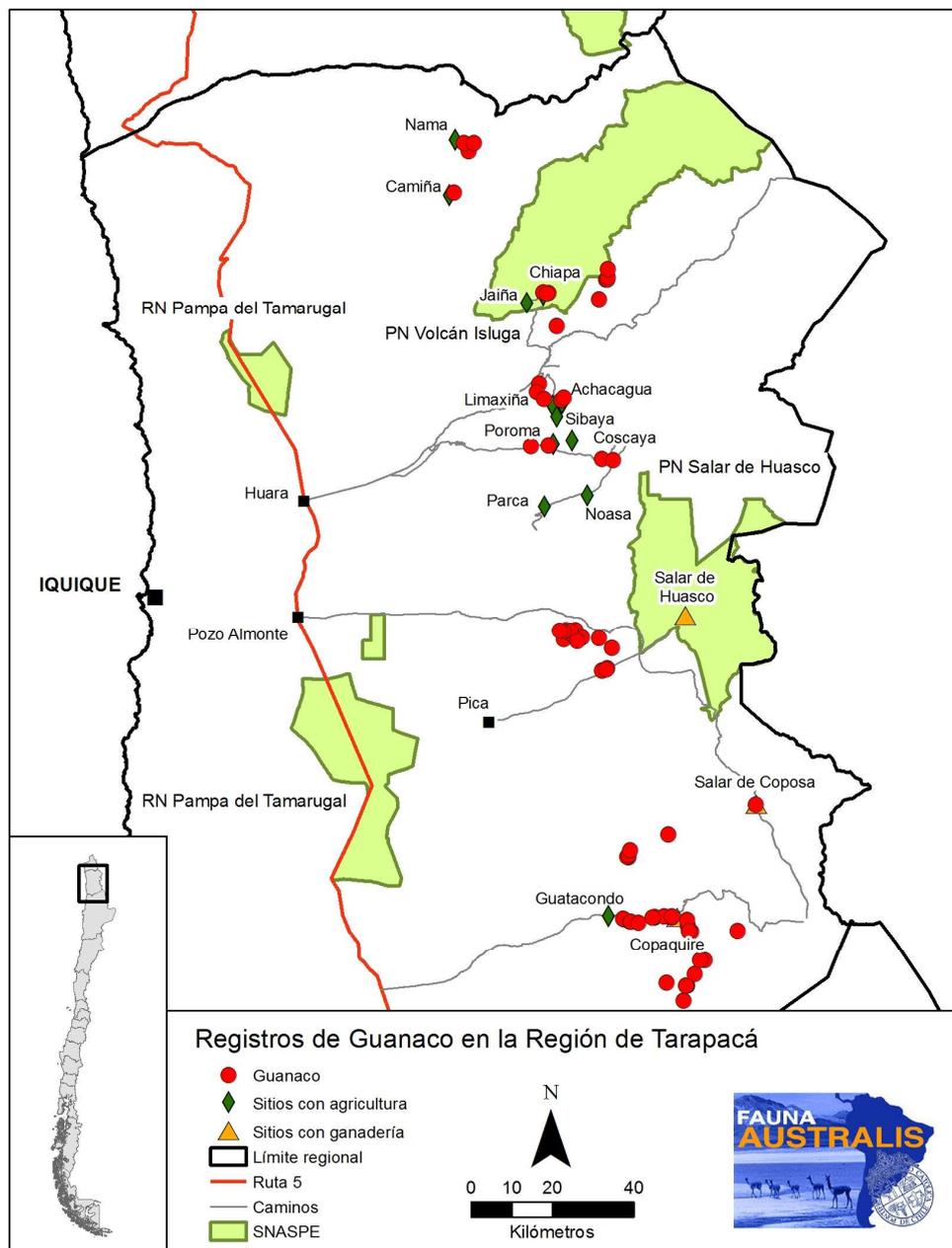


Figura 4. Mapa de registros de guanaco y actividad agropecuaria en los Andes de la Región de Tarapacá



Respecto a la abundancia de guanacos hubo sectores donde se verificó mayor abundancia relativo a todos los sectores donde fueron observados; éstos son: a) Quebrada de Tarapacá en el sector de los poblados Sibaya y Achacagua, y hacia el norte hacia el poblado de Usmagama, b) sectores aledaños a la Ruta A-651 que conduce a la faena minera de Collahuasi entre los 2.800 y 4.000 msnm aproximadamente y c) la Quebrada de Guatacondo. Cabe señalar que en ninguno de estos sitios fueron registrados burros asilvestrados, solo algunas fecas o huellas en baja densidad (respecto a otras zonas con alta presencia de burro, ver detalle más adelante). Guanacos fueron además avistados en otras zonas como en Chiapa, en Alto Pica, Ruta Teck y Quebrada Caya, pero con similares esfuerzos de muestreo se observaron en menor abundancia respecto a los sitios recién mencionados. En todos los otros sitios donde se observó menor abundancia, los guanacos compartían hábitat con híbridos y/o con burros.



Imagen 5. Carcasa de Guanaco en Chiapa



Imagen 6. Guanacos con una llama dentro de su grupo en Chiapa

Densidad:

Los guanacos en el área de estudio se encuentran en baja densidad. En la siguiente tabla se presentan los datos a partir de los cuales se calculó la densidad.

Tabla 4. Densidad de guanacos en Ruta A-651 y Quebrada de Guatacondo

Sector	cuenca visual (km ²)	nº individuos observados	densidad (guanaco/km ²)
Ruta A-651	2,98	3	1,01
Ruta A-651	0,46	1	2,18
Qda. Guatacondo	2,16	4	1,85
Qda. Guatacondo	2,31	2	0,87



A partir de estos registros obtenidos en las dos localidades donde se observó mayor presencia de guanacos (Ruta A-651 o “camino Collahuasi” y Quebrada de Guatacondo) se estimó una densidad de $1,48 \pm 0,64$ guanacos/km².

Uso del hábitat

Los guanacos presentan actividad exclusivamente diurna (esto corroborado tanto en este estudio como en experiencias previas). Las observaciones directas se obtuvieron entre las 10:00 y 19:20, ocurriendo la mayor parte de los avistamientos (48%) entre las 10:00 y 14:00 horas. Dichas observaciones ocurrieron principalmente en laderas de cerro, quebradas (en las Quebradas de Guatacondo, Yareta y Huinquitipa en particular) y sectores de lomas, todos ellos sitios con vegetación silvestre. Muy pocos avistamientos ocurrieron en sitios planos (9,59%), no obstante la mayoría de los avistamientos ocurrieron en sectores de pendiente baja o moderada (menor a 40% de pendiente en el 74% de los avistamientos). En terrazas abandonadas de cultivos se encontraron evidencias indirectas y un avistamiento directo arriba del pueblo de Chiapa, pero no se observaron guanacos en terrazas actualmente cultivadas.

Distribución potencial

Para el modelo de distribución de Guanaco, considerando las 30 repeticiones, se obtuvo un AUC promedio de 0,98 con una desviación estándar de 0,01, para los datos de validación. Al igual que para el caso de la taruka, se obtuvo un AUC mayor a 0,9 lo que indica un muy buen desempeño del modelo.

En la Figura 5 se muestra el mapa binario de distribución potencial de Guanaco, donde el color rojo representa las zonas que se consideran adecuadas para la presencia de la especie. En este caso, el valor umbral obtenido fue de 0,0781; sobre este valor de probabilidad se considera potencialmente presente la especie. En este mapa también se indica el área de extensión de presencia de la especie. De forma similar al modelo realizado para taruka, podemos ver que el



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

modelo para guanaco nos indica sectores idóneos para la especie fuera del área de extensión de presencia.

La zona de presencia potencial de guanaco, obtenida a partir del modelo, corresponde a una franja en la pre-cordillera similar a la descrita para taruka pero de mayor extensión, abarcando hasta la parte norte de la Región de Antofagasta (22° 00' S). Esta zona presenta alturas similares al sector determinado para taruka (2.600 a 4.200 msnm). También la presencia se extiende alrededor del poblado del Colchane (19° 17' S; 68°40' O), pero en una zona de menor extensión respecto a la que ocupa el modelo de taruka.

A partir del test Jackknife para esta especie, se obtuvo que la variable que aportó la mayor información por sí sola, fue la precipitación del cuarto del año más cálido, y la variable que aportó la mayor información al modelo que no está presente en las otras variables fue la estacionalidad de la temperatura.

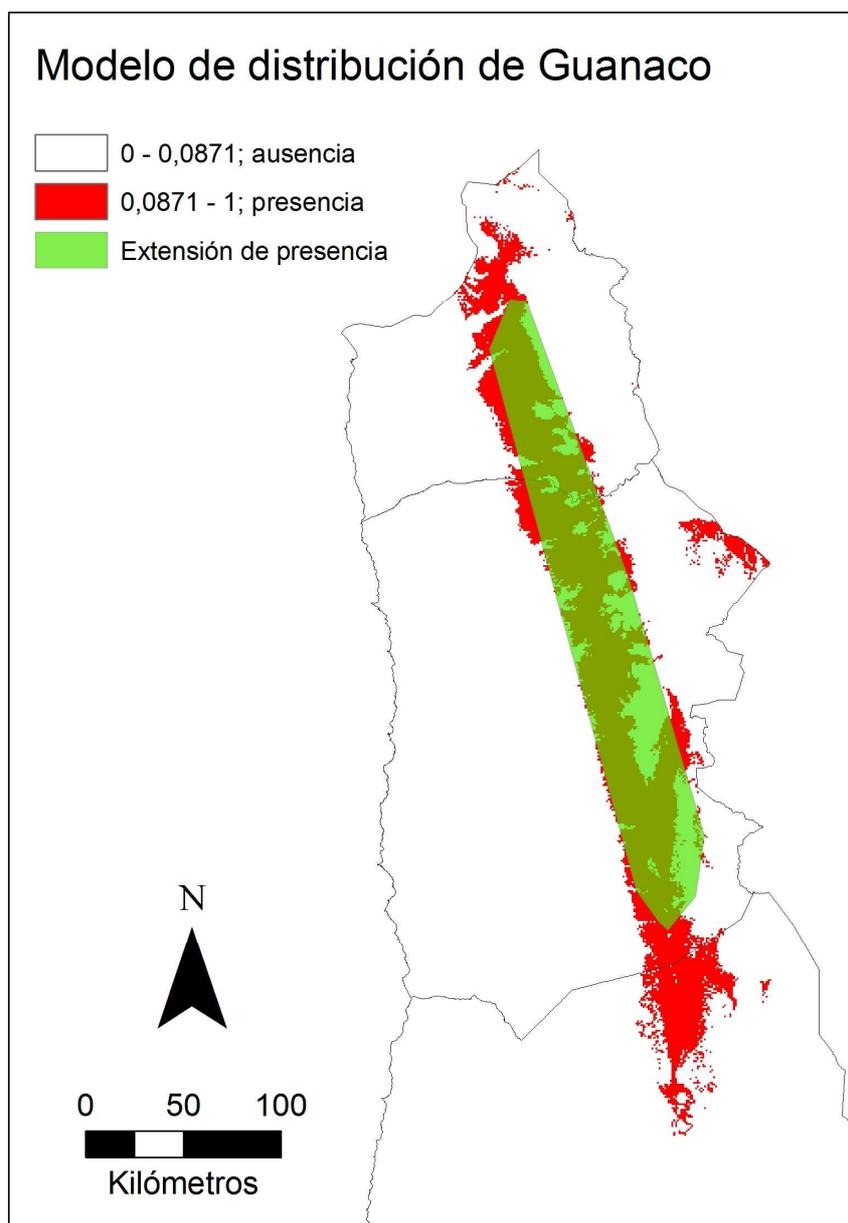


Figura 5. Distribución potencial y extensión de la presencia actual del guanaco en el extremo norte de Chile



IV.1.c Llamanacos (*Lama guanicoe* x *Lama glama*)

Distribución y abundancia

Durante las dos expediciones a terreno se observó un total de 121 llamanacos en 22 avistamientos. El número total de llamanacos observados puede estar un poco abultada pues en dos sitios (Ruta A-651 y Guatacondo), se recorrió la misma área en días consecutivos. 20 de los registros correspondieron a híbridos en silvestría y los dos restantes en rebaños bajo tenencia y manejo (en Achacagua y el otro en Copaquire). Respecto a esto si bien no era parte de los objetivos el realizar un análisis fenotípico del ganado camélido, en estas dos oportunidades mencionadas se observó un individuo entre el rebaño con características fenotípicas claramente intermedias entre llama y guanaco. Estos híbridos fueron avistados en un amplio rango latitudinal en la Cordillera de los Andes de la Región de Tarapacá, entre el poblado de Achacagua en la quebrada de Tarapacá (c.a. 19° 46,7' S) por el extremo norte y dentro de la Mina Doña Inés de Collahuasi, próximo al Hotel (c.a. 20° 50' S), en su extremo sur (Figura 6). En cuanto a la altitud donde se registró su presencia, llamanacos fueron avistados entre 2.774 y 4.068 msnm. Es altamente probable que haya hibridación también más al norte en la quebrada de Aroma, dada la observación de una llama entre un grupo de guanacos (Imagen 6), de confirmarse esto límite norte de su distribución se ampliaría hasta 19° 32' latitud sur. En la Tabla 5 se presentan los registros directos e indirectos de presencia analizados. A diferencia de guanacos y tarukas, además de ser avistados en ecosistemas de pre-cordillera dominados por una estepa arbustiva (tolares), llamanacos además fueron registrados en ecosistemas altiplánicos con vegetación tipo pajonal-tolar y en salares (Salar de Coposa en particular), en sectores donde se desarrolla vegetación azonal.

En los avistamientos se observaron individuos solitarios (22,73% de los avistamientos), pero en su gran mayoría los llamanacos fueron vistos en grupos de hasta 18 individuos.

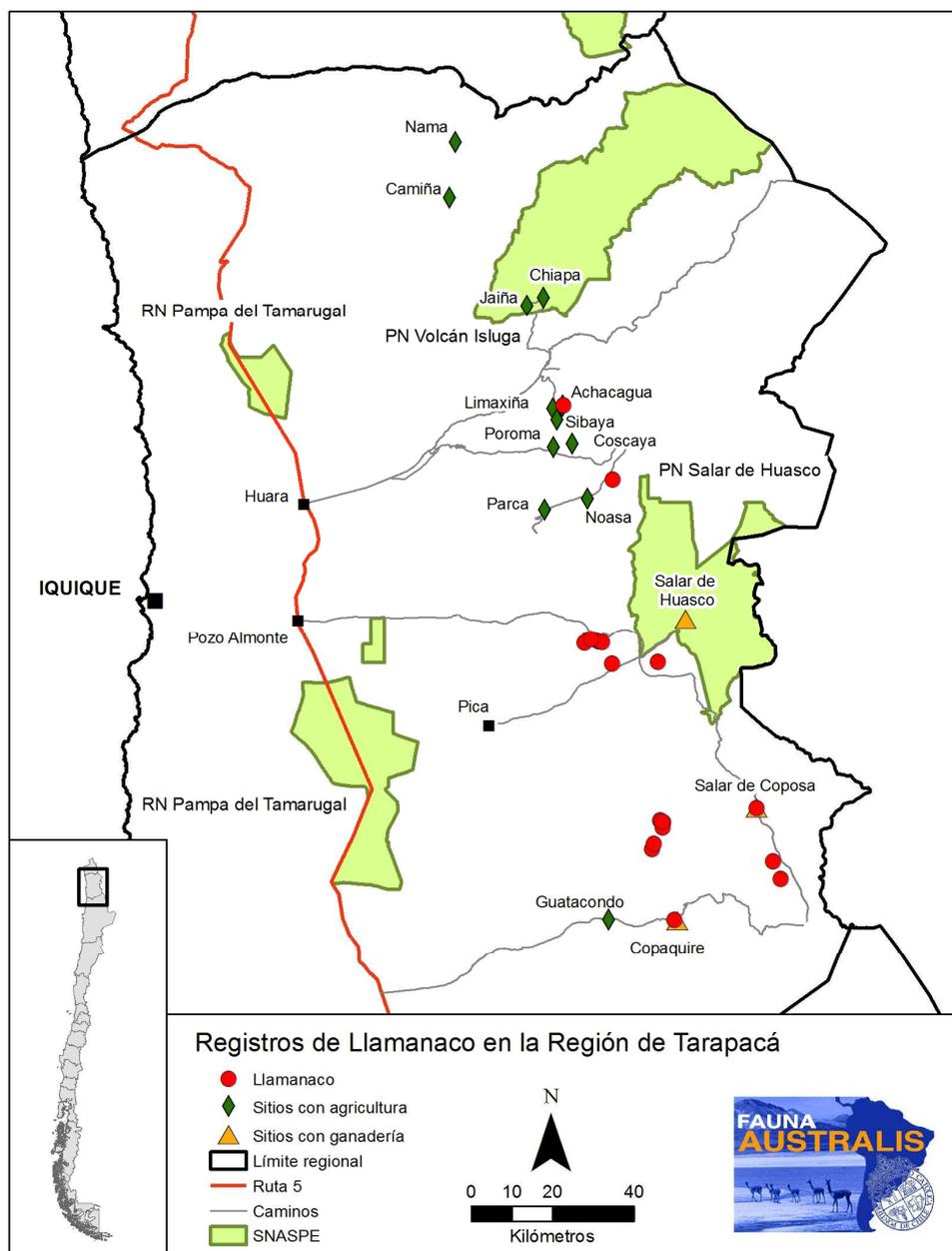


Figura 6. Mapa de registros de Llamanaco y actividad agropecuaria en los Andes de la Región de Tarapacá



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
 Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
 Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
 Laboratorio de investigación Fauna Australis

Es importante especificar que en estos registros fueron considerados grupos en los cuales se observaba únicamente individuos de fenotipo llamanacos (características intermedias y/o compartidas entre llamas y guanacos en cuanto a pelaje, coloración y forma de las orejas), así como también grupos con individuos de fenotipo llamanaco acompañados de individuos con fenotipo guanaco y/o llama (Imágenes 7 a 20). En una ocasión, en las cercanías del Hotel Collahuasi, se observó un grupo compuesto por 1 guanaco, 2 llamanacos, 5 llamas y además 1 vicuña (esta última no considerada para el promedio de tamaños grupales).

Tabla 5. Registros de presencia de llamanaco en la Región de Tarapacá

Sector	Registro directo (Nº individuos ¹)					Altitud (m.s.n.m.)	Hora	Fecha	Tipo de sitio	Pendiente (%)
	M	H	C	I	Tot					
Achacagua		1			1	2774	15:00	08-01-2011	terrazza	0
Entre Poroma y Noasa				10	10	3773	13:00	11-01-2011	ladera cerro	30
Ruta A-651				13	13	3283	12:00	15-10-2010	lomas	0
Ruta A-651				3	3	3563	12:20	15-10-2010	lomas	0
Ruta A-651				4	4	3582	13:15	12-01-2011	lomas	0
Ruta A-651	7				7	3748	16:00	14-01-2011	lomas	0
Ruta A-651				9	9	3509	17:10	17-01-2011	lomas	0
Ruta A-651			1	17	18	4068	15:10	18-01-2011	ladera cerro	30
Alto Pica				6	6	3956	12:30	14-01-2011	lomas	0
Salar de Coposa	1	15			16	3750	11:30	13-01-2011	salar	0
Salar de Coposa				4	4	3329	11:00	17-01-2011	salar	0
Cerca de Salar de Coposa				11	11	3875	13:20	13-01-2011	planicie	0
Entre Salar de Coposa y Hotel Collahuasi			1	7	8	3834	13:00	13-01-2011	planicie	0
Quebrada Caya				7	7	4017	11:01	16-10-2010	lomas	0
Quebrada Caya				1	1	3786	11:07	16-10-2010	lomas	0
Quebrada Caya				12	12	3707	11:55	16-10-2010	lomas	0
Quebrada Caya				1	1	3707	11:55	16-10-2010	lomas	0
Quebrada Caya				1	1	3707	11:55	16-10-2010	lomas	0
Quebrada Caya				8	8	3722	12:29	16-10-2010	lomas	0
Quebrada Caya	1				1	3746	13:45	15-01-2011	lomas	0
Quebrada Caya				16	16	3749	14:30	15-01-2011	quebrada	0
Copaquire				4	4	3396	14:05	19-01-2011	quebrada	0
Total					161					

*: M=macho, H=hembra, C=cría, Tot= total



Los llamanacos fueron vistos en grupos de $7,62 \pm 5,27$ individuos, de los cuales no necesariamente todos los individuos eran híbridos (como fue explicado anteriormente). Este cálculo no considera los dos llamanacos vistos en rebaños cuidadosos.



Imagen 7. Llamacos en ruta A-641, camino a Salar de Huasco

Los sitios con mayor abundancia de llamanacos fueron a) la Ruta A-651 entre 3.300 y 4.100 msnm aproximadamente, b) El Salar de Coposa y sectores aledaños a él dentro de los terrenos de Mina Collahuasi y c) Quebrada Caya. Llamacos también fueron vistos en el camino entre Poroma y Noasa y en Alto Pica, pero en menor abundancia. Al respecto, son de particular interés los hallazgos de estos híbridos en la Ruta A-651 y en Quebrada Caya, pues se confirmó su simpatria con guanacos. En el salar de Coposa, por su parte, se observó un grupo de llamanacos guiados por un único individuo cuyo fenotipo respondía a guanaco.



Caracterización fenotípica de híbridos

A continuación se presenta una clasificación y descripción del fenotipo de aquellos individuos considerados como híbridos por presentar características intermedias entre llamas y guanacos, en cuanto a patrones de coloración, largo de la fibra y forma de las orejas.

La descripción fenotípica de los patrones de coloración siguieron a Frank et al. (2006) y Lauvergne et al. (2006). En cuanto a longitud de la fibra se consideró pelaje corto a aquel que exhibe el guanaco y pelaje largo al que exhiben las llamas. Al respecto, no obstante no se midió el largo de fibra de los individuos observados, el largo que exhibe un guanaco es visiblemente más corto que el de llamas (Bonacic, 1991); en llamas, Ayala et al. (1991) reportan una longitud de fibra de 13 cm para crías y de 16,75 cm para llamas esquiladas de diferente clases de edad (citado por Frank et al. 2006), mientras que para el caso del guanaco, González et al. (2002), señalan una longitud de fibra promedio de $2,5 \pm 0,05$ cm para guanacos esquilados mientras que en silvestría el largo de fibra aumenta a 3,2 hasta 4,5 cm. Por último, en cuanto a la forma de las orejas, los guanacos presentan orejas rectas mientras que las llamas presentan orejas curvas (Redford & Eisenberg, 1992; Fowler, 1988). Los individuos clasificados como híbridos presentaban una mezcla de características entre ambas especies.

La codificación de la descripción del fenotipo se presenta en la Tabla 6; En la Tabla 7 se presenta la clasificación de algunos de los híbridos observados durante las dos expediciones a terreno.

Como puede apreciarse, hubo híbridos cuyo patrón de coloración era el de guanacos pero el largo de fibras y/o forma de orejas era el de una llama; también observamos lo contrario, patrones de coloración distinto a guanacos pero orejas rectas y/o pelaje corto. En las imágenes asociadas a las descripciones (Imagen 8 a 20) puede apreciarse el detalle.



Tabla 6. Códigos de clasificación de fenotipo de llamanacos (*Lama guanicoe* x *Lama glama*) en la Región de Tarapacá (adaptado de Frank et al. (2006) y Lauvergne et al. (2006))

I. Patrón coloración		III. Largo de fibra	
1	Tapado oscuro (<i>eumelánico</i>)	1	largo
2	Dóberman (<i>negro y tostado</i>)	2	corto
3	Cara negra (<i>feomelánico con extremidades eumelánicas</i>)	IV. Forma orejas	
4	Raya de mula	1	curvas
5	Panza negra o cara negra	2	rectas
6	Silvestre vicuña	N/A no aplica	
7	Silvestre guanaco		
8	Tapado claro (<i>feomelánico</i>)		
II. Diseños blancos			
1	Marca		
2	Mancha irregular I		
3	Mancha irregular II		
4	Tapado blanco		
5	Mancha regular I		
6	mancha regular II		
7	Pintado		

Tabla 7. Caracterización fenotípica de algunos llamanacos de la Región de Tarapacá

Sector	Fecha	clasificación				Nº Imagen
		I	II	III	IV	
Achacagua	08-01-2011	3	N/A	2	2	8
Entre Poroma y Noasa	11-01-2011	N/A	4	2	2	9 y 10
Entre Poroma y Noasa	11-01-2011	7	1	2	1	11 y 12
Entre Poroma y Noasa	11-01-2011	7	N/A	2	1	13 y 14
Salar de Coposa	13-01-2011	7	N/A	1	2	15, 16 y 17
Salar de Coposa	13-01-2011	N/A	7	1	2	18 y 19
Ruta A-651	15-10-2010	3	N/A	2	2	20



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

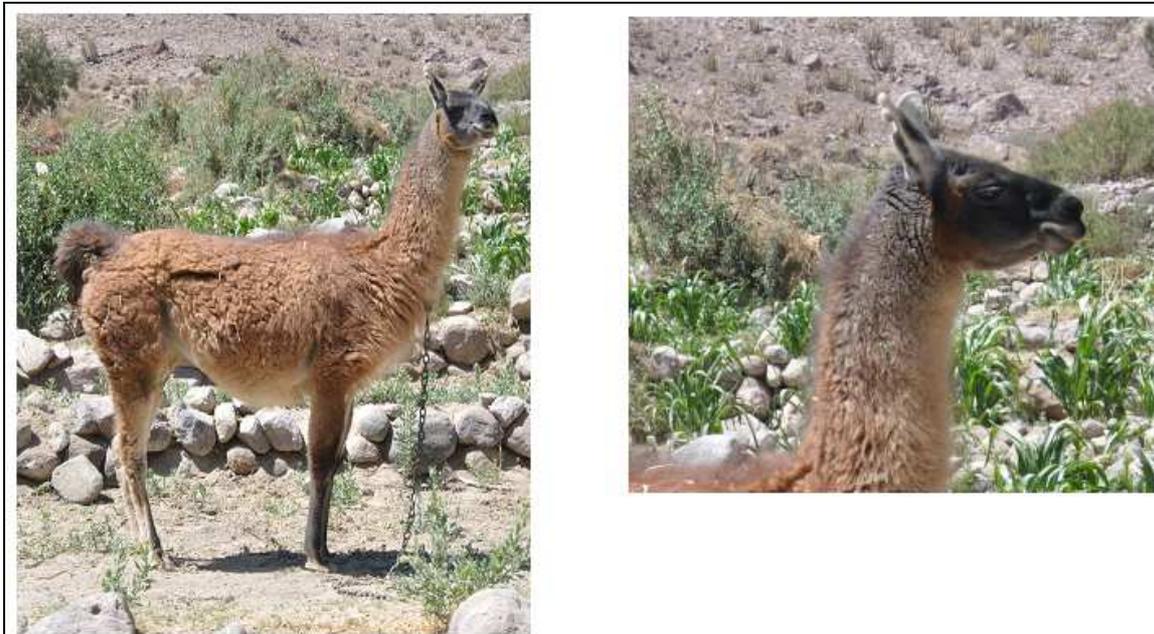


Imagen 8. Llamanaco en rebaño de ganaderos en Achacagua

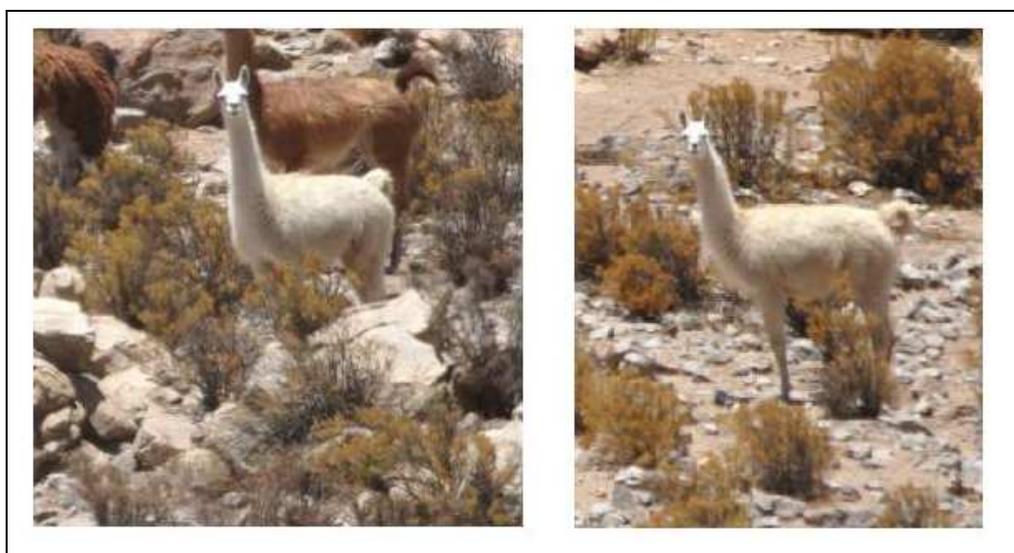


Imagen 9 y 10. Llamanaco en el camino entre Poroma y Noasa



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis



Imagen 11 y 12. Llamanaco en el camino entre Poroma y Noasa



Imagen 13 y 14. Llamanaco en el camino entre Poroma y Noasa



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis



Imagen 15, 16 y 17. Llamanaca en Salar de Coposa



Imagen 18 y 19. Llamanaco en Salar de Coposa



Imagen 20. Llamanaco en Ruta A-651

Es relevante destacar que en dos oportunidades se vio grupos familiares con crías; uno de estos grupos correspondía a un grupo mixto de híbridos con llamas acompañados de una cría, mientras que en el segundo caso se trataba del grupo mixto de guanaco y llamas acompañados de una vicuña.

Uso del hábitat

Los llamanacos, al igual que los guanacos, presentan actividad exclusivamente diurna y sus avistamientos ocurrieron también principalmente entre las 10:00 y 14:00 horas (76,19% de los avistamientos). Los llamanacos fueron vistos principalmente en lomas en Quebrada Caya y el sector de la Ruta A-651 (“camino Collahuasi”) ubicado entre 3.500 y 3.800 msnm en precordillera. No obstante, además de utilizar la precordillera, hay llamanacos que habitan el Salar de Coposa y sectores aledaños dentro de los terrenos de Mina Collahuasi cuyo hábitat es alto-andino, distinto al de pre-cordillera, con sitios más planos y vegetación alto-andina (ver descripción de vegetación para mayor detalle).



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

Dados los avistamientos en lomajes y en sectores altiplánicos, una alta proporción de las observaciones (90,48%) fueron realizadas en sitios de baja pendiente (menor a 20%). Los llamanacos fueron siempre vistos en sitios de vegetación silvestre. Existió el caso de un único llamanaco en el caserío de Copaquire en la Quebrada de Guatacondo, donde hay actividad agrícola y ganadera, que pertenecía a un rebaño donde la encuestada (Sabina Segovia) manifestó que guanacos habían “raptado” años atrás algunas de sus llamas.



IV.1.d Burros (*Equus asinus*)

Distribución y abundancia

En terreno se pudo verificar que los burros asilvestrados son, junto a los guanacos, los ungulados más ampliamente distribuidos en la cordillera de la Región de Tarapacá, abarcando un rango latitudinal entre los 19° 12' latitud sur (cercano a la localidad de Nama) por el norte, hasta los 21° latitud sur (en el sector donde se emplaza la Mina Collahuasi) por el sur, y entre 2.898 y 4.516 msnm (Imagen 21, Figura 7)

En total se registraron 141 burros asilvestrados en 28 registros directos, 27 de los cuales fueron obtenidos en las expediciones a terreno de Octubre de 2010 y Enero de 2011; el registro restante fue obtenido y otorgado por personal del SAG (Tabla 8). Se observaron individuos solitarios (17,86%) pero principalmente burros en grupos de hasta 21 individuos. En promedio se registraron $5,04 \pm 4,62$ burros por avistamiento, de los cuales 4,75 correspondieron a burros adultos y 0,29 a crías.



Imagen 21. Grupo familiar burros asilvestrados en quebrada arriba del poblado de Coscaya.

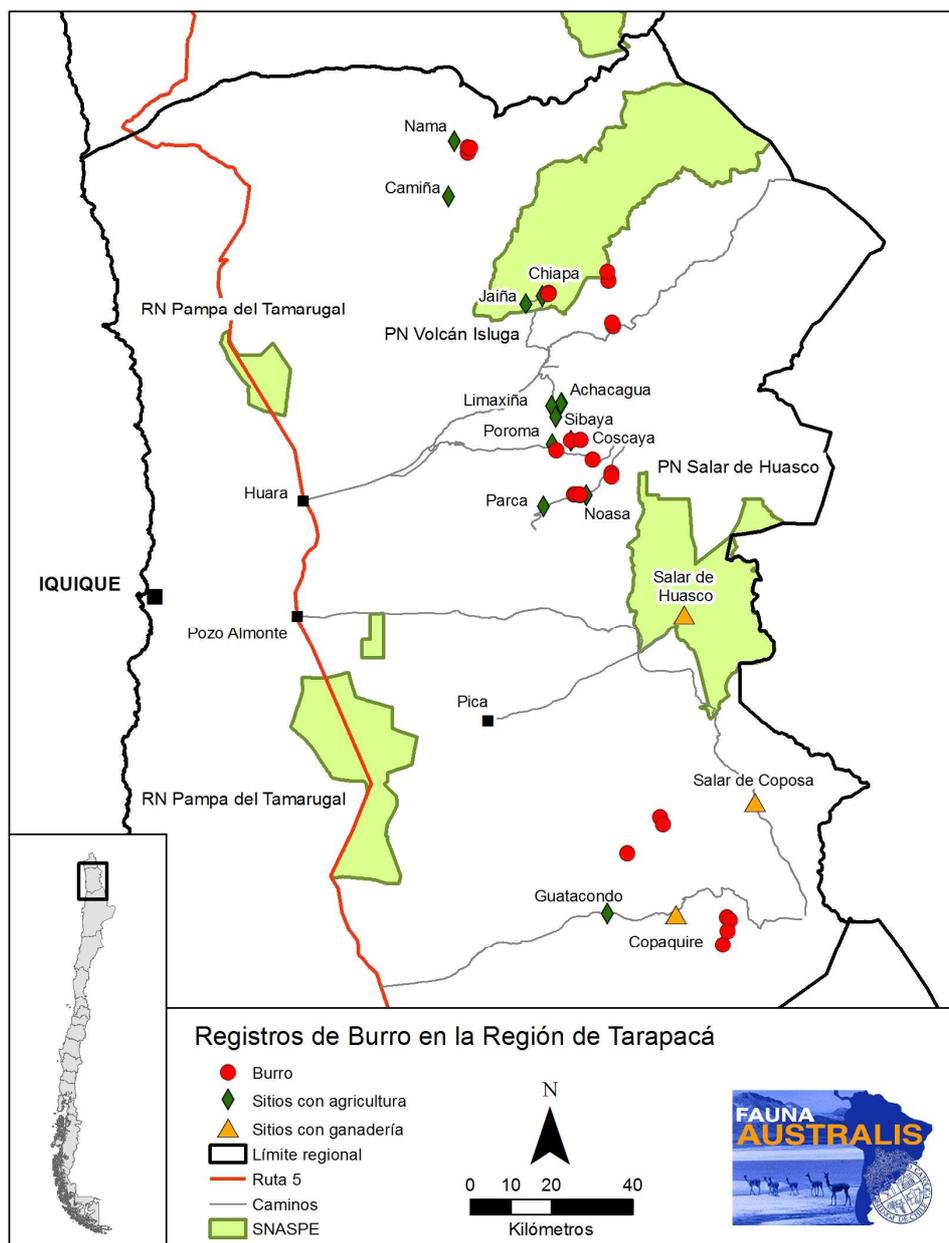


Figura 7. Mapa de registros de burro y actividad agropecuaria en los Andes de la Región de Tarapacá



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
 Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
 Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
 Laboratorio de investigación Fauna Australis

No obstante la amplia distribución de presencia de burros asilvestrados en la región, destaca la alta abundancia de ellos encontrada en la quebrada que cruza Poroma y Coscaya, así como el cercano sector de Noasa y Parca.

Tabla 8. Registros de presencia de burro en la Región de Tarapacá

Sector	Nº individuos *			Altitud (m.s.n.m.)	Fecha
	A	C	Tot		
Quebrada Caya	7		7	3708	05-10-2009
Entre Parca y Noasa	3		3	3130	13-10-2010
Entre Parca y Noasa	6		6	3136	13-10-2010
Noasa	5		5	3119	13-10-2010
Entre Noasa y Coscaya	21		21	3731	13-10-2010
Cerca de Poroma	9		9	2898	13-10-2010
Ruta Teck	1		1	3581	16-10-2010
Quebrada Blanca	3		3	4516	16-10-2010
PN Volcán Isluga	3		3	4191	06-01-2011
PN Volcán Isluga	6	1	7	4146	06-01-2011
PN Volcán Isluga	4	1	5	3895	06-01-2011
PN Volcán Isluga	4		4	3900	06-01-2011
Cerca de Chiapa	2		2	3174	07-01-2011
Cerca de Chiapa	3	1	4	3240	07-01-2011
Entre Camiña y Nama	1		1	3290	09-01-2011
Entre Camiña y Nama	4		4	3363	09-01-2011
Entre Nama y Alpajeres	1		1	3379	09-01-2011
Cerca de Coscaya	13	2	15	3027	10-01-2011
Cerca de Coscaya	1		1	3087	10-01-2011
Entre Poroma y Coscaya	4		4	2839	10-01-2011
Entre Coscaya y Noasa	2		2	3070	11-01-2011
Entre Coscaya y Noasa	1		1	3453	11-01-2011
Entre Coscaya y Noasa	3		3	3733	11-01-2011
Cerca de Parca	8	2	10	3253	11-01-2011
Quebrada Caya	10	1	11	3750	15-01-2011
Ruta Teck	2		2	4321	15-01-2011
Ruta Teck	3		3	4173	15-01-2011
Ruta Teck	3		3	4312	15-01-2011
Total			141		

*: A= adulto, C=cría, Tot= total



En cuanto a la presencia de crías, se registraron 6 grupos familiares con crías de escasas semanas o días únicamente durante la expedición de Enero en el Parque Nacional Volcán Isluga, Chiapa, Coscaya, Parca y Quebrada Blanca. En uno de estos registros se observó crías amamantando, lo que sugiere que los burros se están reproduciendo en silvestría y que la época de pariciones es entre Diciembre y Enero.

Uso del hábitat

Los burros asilvestrados presentan tanto actividad diurna como nocturna y, siguiendo el mismo patrón que tarukas en Parinacota. De acuerdo a los agricultores locales es en la noche cuando preferentemente ingresan a los cultivos para alimentarse aprovechando la ausencia de estos. Los burros fueron vistos principalmente en laderas de cerros (44,44% de los avistamientos), aunque también fueron observados en cumbres, lomas, planicies, quebradas y terrazas de cultivo. En cuanto a esto último, la mitad de los avistamientos ocurrieron en los alrededores de poblados donde actualmente se desarrolla agricultura y en donde la comunidad local acusa presión de herbivoría de burros sobre sus cultivos. En particular, el área corresponde a un sector de pre-cordillera en el área centro-norte de la Región donde se ubican una serie de poblados con agricultura y ganadería de subsistencia, los cuales son (de norte a sur): Chiapa, Poroma, Coscaya, Noasa y Parca. La otra mitad de los registros ocurrió en sectores con vegetación silvestre en distintos tipos de hábitat. Se registraron burros en sectores de pre-cordillera en tolares con distinta cobertura (según altitud, a mayor altitud mayor cobertura - en general, ver descripción de vegetación más adelante), en sectores con escasa vegetación (cobertura vegetal absoluta inferior a 5%) a excepción de algunas cactáceas y también en sectores alto-andinos dominados por pajonales. En efecto, los burros fueron, entre los taxa estudiados, los que mostraron mayor amplitud de nicho, estando presentes no sólo en un amplio rango altitudinal y longitudinal dentro de la Región, sino también en una amplia variedad de hábitats entre los que se incluyen sectores cercanos a poblados donde se desarrolla agricultura y sectores con vegetación silvestre, como fue mencionado.



En la siguiente tabla, se muestra en resumen algunas variables de amplitud de nicho para los distintos taxa, de manera de poder comparar variación de amplitud y apreciar sobre-posición de nichos inter-específica. Una comparación de tamaños de grupos entre guanacos, llamanacos y burros realizado a través de un Anova de una vía de Kruskal-Wallis señala una diferencia significativa ($H = 17,96$ con 2 g.l; $P < 0,001$), y un Test de Dunn, *a posteriori*, indica que burros y llamanacos son más gregarios que respecto a los guanacos y no exhibiendo diferencia entre ellos (guanaco versus llamanaco $Q=4$; guanaco versus burro $Q= 2,43$; ambos con $P < 0,05$).

Tabla 9. Resumen de variables de amplitud de nicho para grandes herbívoros silvestres y asilvestrados en la Región de Tarapacá

Taxa	Rango latitudinal (LS)	Rango altitudinal (msnm)	Nº avistamientos	Individuos avistados	Tamaño grupal (prom \pm DE)	Rango horario avistamiento	Actividad nocturna
Taruka	19° 29' - 19° 52'	2.943 - 3.667	3	6	2 \pm 1	11:00 - 19:17	sí
Guanaco	19° 12' - 21° 7'	2.437 - 4.289	50	134	2,68 \pm 1,87 (a)*	10:10 - 19:20	no
Llamanaco	19° 47' - 20° 50'	2.774 - 4.068	21	161	7,62 \pm 5,27 (b)*	11:00 - 19:10	no
Burro	19° 12' - 21° 0'	2.898 - 4.516	27	141	5,04 \pm 4,62 (b)*	10:00 - 23:00	sí

*= letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas

En las Figuras 8 y 9 puede apreciarse la sobre-posición en la extensión de la presencia (i.e. polígono convexo que una todos los registros con presencia conocida) de guanacos con llamanacos y con burros, respectivamente, a modo de ilustrar el solapamiento de nicho entre ellos. Como puede apreciarse la extensión de presencia de burros y llamanacos están incluidas casi completamente dentro de la extensión de presencia de guanacos (casi 100% en el caso de burros y 96,44% en el caso de llamanacos). Dentro de la Región de Tarapacá la extensión de presencia de burros ocupa el 41,07% de la extensión de presencia de guanacos (esta última considerando que su extensión de presencia se prolonga hacia la Región de Arica y Parinacota hacia el norte), mientras la extensión de presencia de llamanacos se sobre-pone con el 23,22% de la extensión de presencia de guanacos en la Región. Al respecto cabe destacar que muy probablemente la



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

extensión de presencia de llamanacos sea superior a la reportada en el presente informe, dada la observación de guanacos y llamas en el mismo grupo en la localidad de Chiapa, al norte de la región (Imagen 6). El área de extensión de presencia de guanacos dentro de la Región que no se sobre-pone con ninguno de los dos ungulados corresponde al 54,67% del total.

Áreas de investigación

Ciencias Animales, Medicina Veterinaria, Manejo de Vida Silvestre, Bienestar Animal, Conservación Biológica
Av. Vicuña Mackenna 4860 - Campus San Joaquín - Casilla 306 Santiago 22 - Chile
Fono: 56-2-686 4142 - Fax: 56-2-552 9435 - E-mail bona@uc.cl
www.fauna-australis.puc.cl

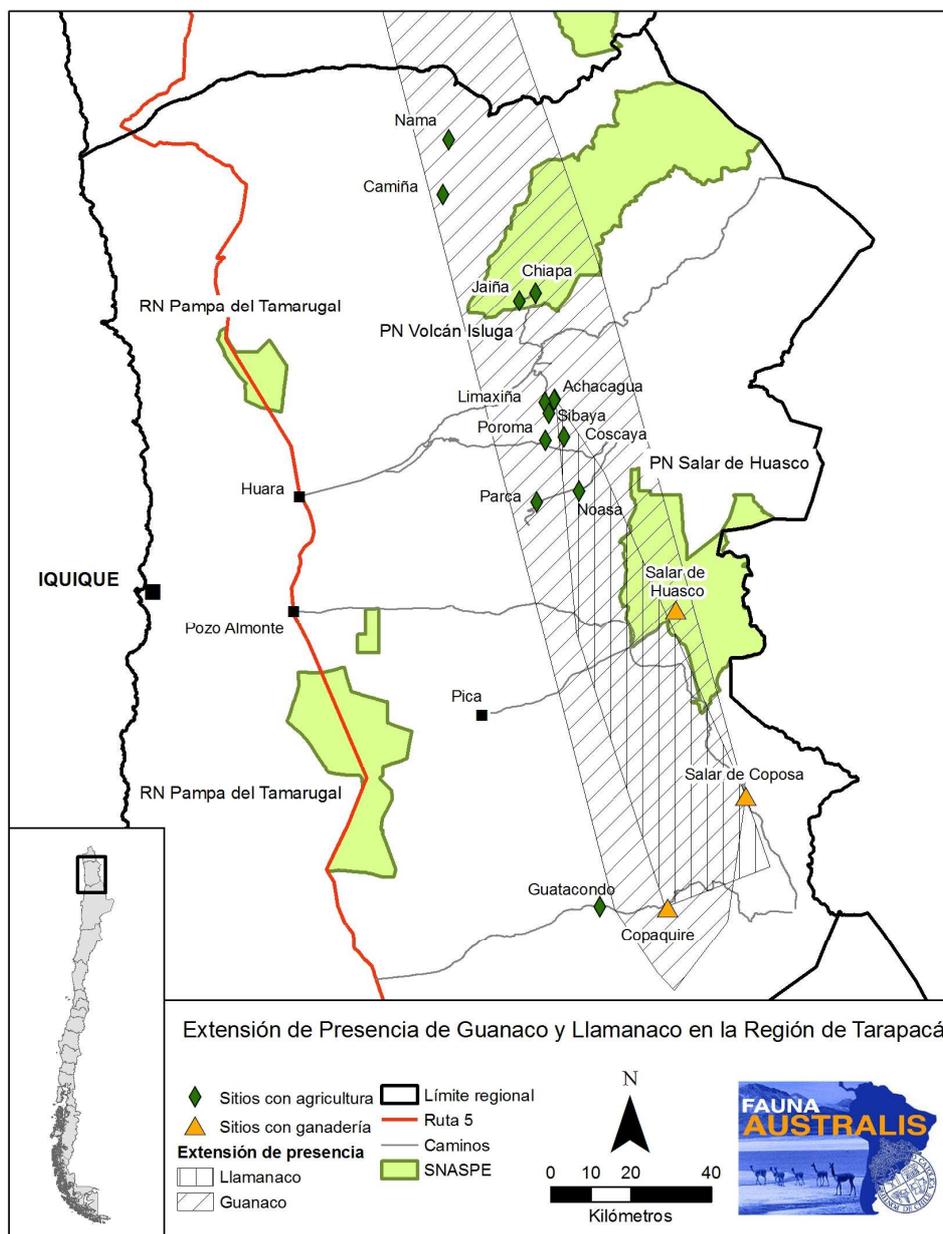


Figura 8. Sobre-posición de extensión de la presencia de guanacos y llamanacos

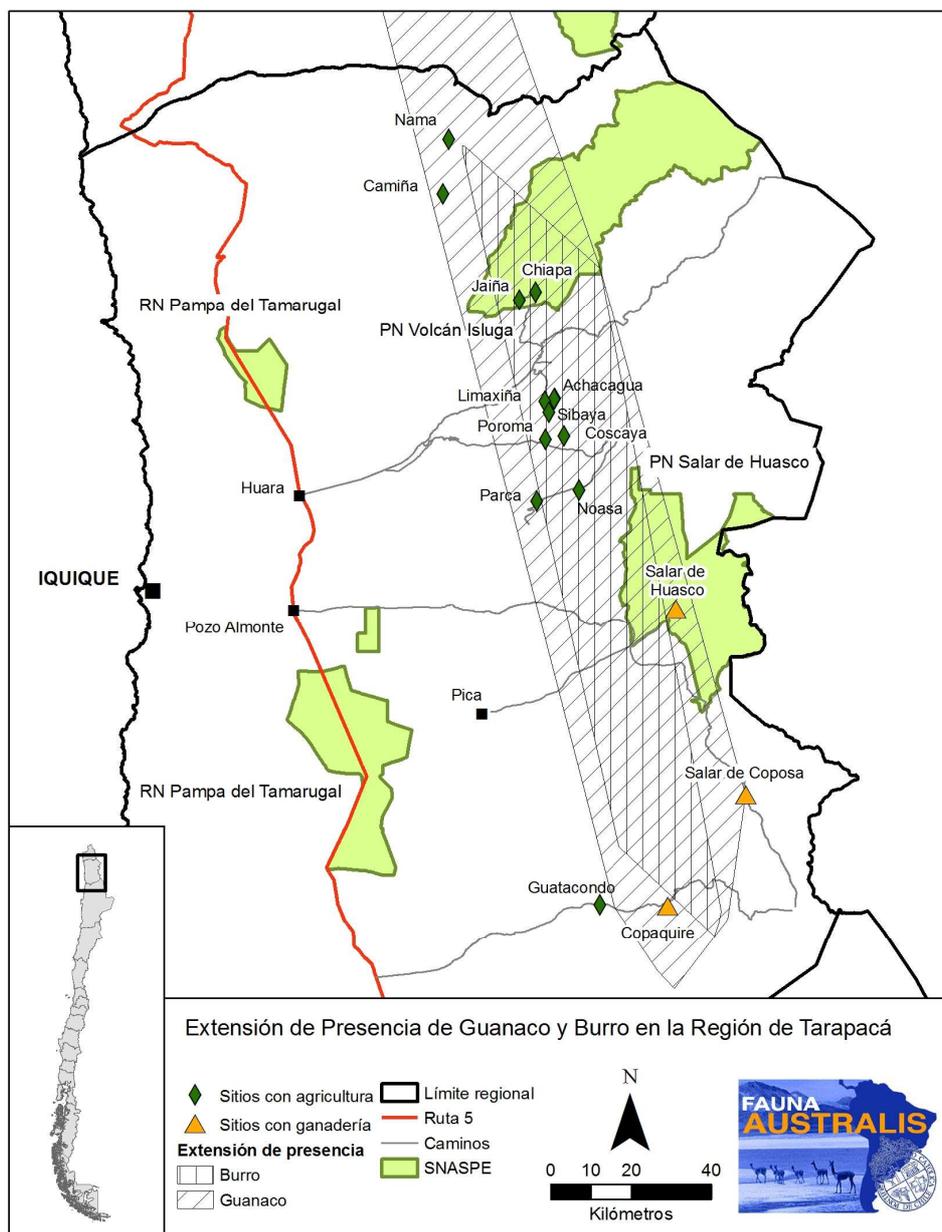


Figura 9. Sobre-posición de extensión de la presencia de guanacos y burros



IV.2 LA VEGETACIÓN DEL HÁBITAT DE GRANDES HERBÍVOROS EN LOS ANDES DE LA REGIÓN DE TARAPACÁ

En términos generales, la vegetación del hábitat de ungulados silvestres está desarrollada en pisos de vegetación (Villagrán et al., 1981), ubicándose la amplia mayoría de los registros de presencia en el piso de la precordillera (2.800-3.900), siendo el piso exclusivo donde se desarrolla la taruka. En el caso de guanaco, también se observó presencia a menor altitud donde hay una considerable mayor aridez acercándose a la Pampa del Tamarugal, así también en ambientes altoandinos hacia el este.

El piso de precordillera se encuentra ampliamente dominada por una estepa de arbustos o tolares (de la voz aymara *t'ola* que significa arbusto), esta es la comunidad de leñosas más diversa del norte de Chile (Rundel, 2003). El piso de precordillera se desarrolla bajo una región climática que se desarrolla en una faja de ancho variable ubicada entre el área interior más desértica y el área de altura de características más tropicales. La cobertura vegetal varía según la altitud desde la mínima en la parte más baja (inferior a 5%, Imagen 22 y 23) aumentando hacia al este a mayor altura y mayor pluviometría (Luebert & Pliscoff, 2006). Pero no sólo la cobertura vegetal sufre modificaciones de acuerdo a la altitud, sino también la composición de especies. En la Tabla 10, se presentan los códigos de clasificación de tipos biológicos de plantas según estratificación y grado de cubrimiento. En la Tabla 11, por su parte, se presenta la caracterización de la vegetación del hábitat de los herbívoros según la metodología COT en base a dichos códigos. En la Tabla 12, se presentan los códigos de las especies representativas de las formaciones vegetacionales descritas en la Tabla 11. En el Apéndice 1 se presenta el listado de flora.



Imagen 22 y 23. Baja (izquierda, Ruta A-651, c.a. 2.900 m.s.n.m) y alta cobertura vegetal (derecha, tolar altoandino, PN Volcán Isluga, c.a. 3.900 msnm)



En zonas altas, aproximándose al piso alto-andino propiamente tal, los tolares se van entremezclando con pajonales de *Festuca orthophylla* (“paja brava” o “coirón”) perdiendo progresivamente participación relativa en la comunidad vegetal (Imagen 24). Bajo los 3.000 dominan, o incluso pueden llegar a ser la única especie arbustiva, *Ambrosia artemisioides* (“petaloxa”, “mulumulu” o “chaspaksa”; por ejemplo en el camino entre Usmagama y Limaxiña), y *Atriplex* sp. (por ejemplo, en la ruta A-651). Entre los 3.000 y 3.500 además de la especie mencionada también se desarrollan *Balbisia microphylla* (“purisa” o “pupuñia”), *Coreopsis suaveolens* (“chilile”, “chirichiri”, “flor amarilla”), *Atriplex imbricata* (“ojala”) y *Baccharis scandens* (“chilca”), esta última próxima a cursos de agua. En algunos sectores como la Quebrada de Guatacondo, *Solanum chilense*, la cual corresponde a una herbácea con base leñosa, es también frecuente en este rango altitudinal. Sobre los 3.500, aparecen *Fabiana ramulosa* (“kipa” o “checal”), *Adesmia spinosissima* (“añawayá” o “añawiya”), *Baccharis boliviensis* (“ñaka”, “ñakat’ola”, “ñakat’ula” o “chijua”), *Baccharis tola* (“tola”, “ñakat’ula” o “lejía”) y los arbustos del género *Parastrephia*, en particular, *Parastrephia lepidophylla* (“sipu”, “siput’ula”, “chijarwaya”), *Parastrephia quadrangularis* (“pulika”) y *Parastrephia teretiuscula* (“kobatola” o “kulkut’ula”). A mayor altitud, i.e. sobre los 3.800 msnm también crece *Senecio nutans* (“chachacoma”) como



especie dominante. La especie *Ephedra breana* (“pingopingo”) se encuentra en todo el rango altitudinal donde habitan guanacos y tarukas y es parte de la dieta del guanaco (observación directa).

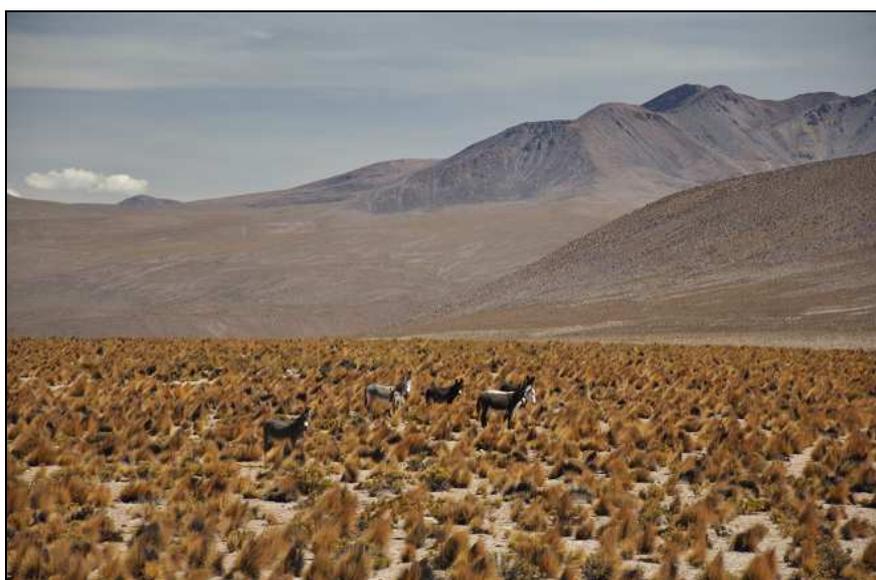


Imagen 24. Burros asilvestrados en pajonales altoandinos (P.N. Volcán Isluga, c.a. 4.250 msnm)

Tabla 10. Tipos biológicos según estratificación y sus códigos de cobertura en el área de estudio

Tipo biológico	Código	Cobertura (%)	Código
Leñoso bajo		1 - 5	1
>25 - 50 cm	LB	> 5 - 10	2
		> 10 - 25	3
Herbáceo		> 25 - 50	4
0 - 25 cm	H	> 50 - 75	5
>25 - 50 cm	H	> 75 - 90	6
>50 - 100 cm	(H)	> 90 - 100	7
Suculento			
0 - 25 cm	S		
1 - 2 m	S		



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

En cuanto a las cactáceas, la especie más frecuente hasta los 3.300 msnm aproximadamente, es la cactácea columnar *Corryocactus brevistylus* (“guacalla” o “tacaysiña”; Imagen 25). Desde los 3.000 y en sectores de mayor altitud (hasta aprox. 3.700 msnm) las especies del género *Oreocereus* (“viejito”, “chastudo”, “kisko” o “pichaja”) y *Cumulopuntia sphaerica* (“piskayo”, “perrito” o “jalajala”) constituyen especies dominantes.

Tabla 11. Caracterización COT de la vegetación en el hábitat de los grandes herbívoros de los Andes la Región de Tarapacá

Sector	Tipo de sitio	Vegetación dominante	Código	Especies dominantes
Nama	meseta	tolar ralo	LB ₂ - S ₁ - S ₁	LB = Pl, Aa; S = Cs; S = Ol, Cb
cerros arriba de Camiña	ladera cerro	cactáceas ralas	S ₁	S = Bc
PN Volcán Isluga, ala E del Tata-Jachura	quebrada	tolar	LB ₃ - H ₁	LB = Pl, Bb, Dm; H = Fo
Chiapa	ladera cerro	tolar	LB ₂ - S ₁ - S ₁	LB = Csu, Bm; S = Cs; S = Cb
Entre Chiapa y cruce a Chusmiza	lomas	tolar	LB ₂ - H ₂	LB = Bb, As, Pl; H = Fo
bajo Usmagama	lomas	tolar ralo	LB ₁ - S ₁	LB = Aa; S = Cb
Limaxiña	ladera cerro	tolar	LB ₂ - S ₁	LB = Aa; S = Cb
Achacagua	ladera cerro	tolar	LB ₃ - H ₁ - S ₁	LB = Aa, Bm; H = Eb; S = Cb
Poroma	meseta	cactáceas ralas	LB ₁ - S ₁ - S ₁	LB = Aa; S = Cs; S = Cb
camino entre Coscaya y Noasa	ladera cerro	tolar	LB ₃	LB = Bb, Pl, As
Ruta A-651, parte baja (bajo 3.300 m)	lomas	casi suelo desnudo	LB ₁	LB = A sp.
Ruta A-651, parte media (entre 3.500 y 3.900 m)	lomas	tolar	LB ₃	LB = Fr, Pt, As
Ruta A-651, parte alta (sobre 3.900 m)	ladera cerro	pajonal-tolar	LB ₂ - H ₃	LB = Sn, H = Fo
Alto Pica	lomas	tolar	LB ₄ - H ₁	LB = Bt, Pl, As; H = Fo
Alto Pica	ladera cerro	tolar	LB ₃	LB = Bm, Fr
Salar de Coposa	salar	pajonal-plantas pulvinadas	H ₁ - H ₁	H = Pb; H = D sp.
Quebrada Caya, fondo de quebrada	quebrada	pajonal-bofedal	LB ₁ - H ₅ - H ₂	LB = Sn; H = C sp.; H = Fo
Quebrada Caya, sectores no húmedos	lomas	tolar	LB ₂	LB = Sn, As, V sp.
Ruta Teck	ladera cerro	tolar	LB ₃ - H ₁ - S ₁	LB = Bb, Bm, As; H = Eb, Fo; S = Ol
cerros sector Salar de Coposa	meseta	tolar	LB ₂ - H ₁	LB = Pl, Bb; H = Fo
Quebrada Guatacondo	quebrada	tolar	LB ₁ - H ₁	LB = B sp., Bs, Ai; H = Sc
Copaquire	ladera cerro	tolar	LB ₁ - S ₁	LB = Ai, Bm; S = Ol
sector Copaquire - Áridos San Lorenzo	ladera cerro	tolar	LB ₂ - H ₁	LB = Ai; H = Eb
Quebrada Yareta - Quebrada Blanca	quebrada	tolar	LB ₃ - H ₂	LB = Bb, As; H = Eb, Fo
Quebrada Chojá, adyacente a curso de agua	quebrada	tolar	LB ₂ - H ₁ - (H) ₁	LB = Bs; H = Mp; (H) = Ca

Respecto al estrato herbáceo, *Festuca ortophylla* es una especie común y con una participación creciente desde aproximadamente los 3.500 msnm. Además de dicha especie y las antes



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

mencionadas: *Ephedra breana* y *Solanum chilense* (estas últimas con apariencia más bien arbustiva), puede decirse que el estrato herbáceo durante las expediciones a terreno estaba prácticamente ausente, lo cual respondería a la escasez de lluvias de los últimos años. En las altitudes inferiores, donde la precipitación es inferior a la zona alto-andina, este aspecto es crítico, los arbustos están secos y con escasas hojas lo que dificultó en variadas oportunidades su identificación.

Tabla 12. Especies representativas de formaciones vegetacionales identificadas en el área de estudio

Nº	Código	Nombre científico	Nº	Código	Nombre científico
Leñoso bajo			Suculento		
1	Aa	<i>Ambrosia artemisioides</i>	1	Bc	<i>Browningia candelaris</i>
2	Ai	<i>Atriplex imbricata</i>	2	Cb	<i>Corryocactus brevistylus</i>
3	As	<i>Adesmia spinosissima</i>	3	Cs	<i>Cumulopuntia sphaerica</i>
4	A sp.	<i>Atriplex</i> sp.	4	OI	<i>Oreocereus</i> aff. <i>leucotrichus</i>
5	B sp.	<i>Baccharis</i> sp.	5	Pb	<i>Pycnophyllum bryoides</i>
6	Bb	<i>Baccharis boliviensis</i>			
7	Bm	<i>Balbisia microphylla</i>			
8	Bs	<i>Baccharis scandens</i>			
9	Bt	<i>Baccharis tola</i>			
10	Csu	<i>Coreopsis suaveolens</i>			
11	Dm	<i>Diplostephium meyenii</i>			
12	Fr	<i>Fabiana ramulosa</i>			
13	J sp.	<i>Junellia</i> sp.			
14	Pl	<i>Parastrephia lepidophylla</i>			
15	Pt	<i>Parastrephia teretiuscula</i>			
16	Sn	<i>Senecio nutans</i>			
Herbáceo					
1	C sp.	<i>Carex</i> sp.			
2	Ca	<i>Cortaderia atacamensis</i>			
3	Eb	<i>Ephedra breana</i>			
4	D sp.	<i>Deyeuxia</i> sp.			
5	Fo	<i>Festuca orthophylla</i>			
6	Mp	<i>Muhlenbergia peruviana</i>			
7	Sc	<i>Solanum chilense</i>			

Áreas de investigación

Ciencias Animales, Medicina Veterinaria, Manejo de Vida Silvestre, Bienestar Animal, Conservación Biológica

Av. Vicuña Mackenna 4860 - Campus San Joaquín - Casilla 306 Santiago 22 - Chile

Fono: 56-2-686 4142 - Fax: 56-2-552 9435 - E-mail bona@uc.cl

www.fauna-australis.puc.cl



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

Otra comunidad vegetal distinta a las antes descritas corresponde al tipo de vegetación azonal que se desarrolla en los Salares, en particular Huasco y Coposa en el área de estudio, la cual es hábitat de ganadería camélida y llamanacos (en el Salar de Coposa; Imagen 26). Estos humedales de altura presentan especies arbustivas y herbáceas de bajo cubrimiento (generalmente inferior a 50%) y baja estratificación (por lo general inferior a 1 m) (Ahumada & Faúndez, 2009). En términos de superficie son comunidades escasamente representadas (sólo donde hay afloramientos de curso de agua permanente) respecto a tolares y pajonales.



Imagen 25. Guanaco en comunidad vegetal con presencia de *Corryocactus brevistylus*

Áreas de investigación

Ciencias Animales, Medicina Veterinaria, Manejo de Vida Silvestre, Bienestar Animal, Conservación Biológica
Av. Vicuña Mackenna 4860 - Campus San Joaquín - Casilla 306 Santiago 22 - Chile
Fono: 56-2-686 4142 - Fax: 56-2-552 9435 - E-mail bona@uc.cl
www.fauna-australis.puc.cl



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis



Imagen 26. Llamanaco en vegetación azonal en Salar de Coposa

Por último, es relevante destacar la baja presencia de flora alóctona en la vegetación silvestre de los Andes de la Región de Tarapacá. Las especies introducidas se encuentran asociadas a sitios cultivados, presentando mayor desarrollo en zonas con riego, siendo incluso buscadas por los herbívoros. Así, de acuerdo a agricultores encuestados, guanacos derribarían las pircas de las terrazas donde hay malezas crecidas en torno al orégano, especie no consumida por los herbívoros en estudio, cuyo mayor crecimiento responde al riego. Entre las malezas observadas se encuentran: hualputra (*Medicago lupulina*), correhuella (*Convolvulus arvensis*), pichoga (*Euphorbia peplus*) y Alfilerillo (*Erodium cicutarium*).



IV.3 AGRICULTURA Y GANADERÍA ALTO-ANDINA Y SU INTERACCIÓN CON LOS GRANDES HERBÍVOROS EN LOS ANDES DE LA REGIÓN DE TARAPACÁ

IV.3.a Caracterización de la actividad agropecuaria en Los Andes de la Región de Tarapacá

Para caracterizar las actividades agropecuarias, y además poder describir la percepción de la gente acerca de los ungulados silvestres, se entrevistó un total de 28 agricultores y/o ganaderos, residentes de las siguientes localidades: Nama, Camiña, Chiapa, Jaiña, Sibaya, Achacagua, Limaxiña, Huaviña, Coscaya, Yamiña, Poroma, Noasa, Parca, salar de Huasco, Guatacondo y Copaquire (Tabla 13).

En general, se pudo apreciar que el tipo de actividad agropecuaria desarrollada varía principalmente según la altitud, lo cual determinaría las condiciones favorables para ciertos cultivos respecto de otros. Aquellos pueblos ubicados a menor altitud, i.e. menor a 2.700 msnm, producen frutales además de hortalizas (“chacra”) y forrajeras y, en general, no presentan problemas con ungulados silvestres (Imagen 27). Los poblados que presentan estas características son: Camiña (2.416 msnm), Huaviña (2.308 msnm), Limaxiña (2.695 msnm), Guatacondo (2.298 msnm) y Parca (2.578 msnm). Exceptuando el caso de los frutales ubicados a menor altitud, existe un balance bastante equilibrado entre cultivos forrajeros, cereales, hortalizas y ganado (Figura 10).

Sobre los 2.700 y hasta alrededor de los 3.500 msnm no se cultivan frutales. Los cultivos son exclusivamente hortícolas y forrajeros (Imagen 28), entre ellos están (en orden de importancia) el maíz (en 92% de los agricultores encuestados), la alfalfa (en 69% de los agricultores encuestados), ajo (42%), orégano (35%) y papa (8%). Otros de menor participación son: cebolla, zanahoria y haba entre otras hortalizas.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

En relación a los manejos que hacen los agricultores a sus cultivos se aprecian principalmente dos tipos de manejos: a) fertilización con guano de ganado o aves, urea, salitre, raspa y/o salitre sucio (57,69% de los encuestados que eran agricultores), mientras que la aplicación de pesticidas (insecticidas y herbicidas) es muy poco difundida (11,54% de los encuestados que eran agricultores).

Por último, la actividad ganadera es parte de todo este gradiente altitudinal pero aproximadamente desde 3.500 msnm y principalmente en ambientes altoandinos, es exclusiva (Imagen 29). Actividad únicamente ganadera fue observada en Copaquire y en los Salares de Huasco y Coposa.



Imagen 27. Frutales y cultivos en Huaviña (2.308 msnm)



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis



Imagen 28. Terrazas de cultivo entre Jaiña y Chiapa (c.a. 3.000 msnm)



Imagen 29. Ganadería en Copaquire (3.500 msnm)



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal

Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente

Laboratorio de investigación Fauna Australis

Tabla 13. Caracterización de la actividad agropecuaria en los Andes de la Región de Tarapacá

Sector	Nombre encuestado	superficie cultivada (ha o nº eras)	cultivos	manejos	Tenencia de ganado	
					si/no	especie (cantidad)
Nama	Nieves Carlos	S/I	ajo, alfalfa, maíz, orégano y papa	riego únicamente	si	cordero (30), llamo (10)
Camiña	Buenaventura Castro	S/I	alfalfa, cebolla, zanahoria y maíz	fertilización con guano y úrea. Control de insectos plaga con insecticida (Lorsban 4E®, ingrediente activo: clorpirifos)	si	cordero (30), llamo (15), chancho (3)
Chiapa	Juana Paucay	1 ha	alfalfa, orégano, maíz, papa y haba	fertilización con guano y urea	no	
Chiapa	Serafín Larama	10 ha	orégano, maíz, haba, papa	fertilización con guano y salitre	no	
Chiapa	Simona Mamani	no sabe	haba, maíz y orégano	riego únicamente	si	llamo (5)
Chiapa	Alfonso Vilca	1 era	orégano	fertiliza con raspa (salitre sucio)	si	cordero (10), llamo (2), burro (1)
Jaiña	Rodrigo Ayma	S/I	ajo, maíz y orégano	fertilización con urea, salitre y guano	si	conejo (10), cuye (10), cordero (7), llamo (2)
Jaiña	Angélica Bartolo	30 eras aprox.	alfalfa, maíz, papa y orégano	fertilización con salitre y guano	si	conejo (20)
Jaiña	Gregoria García	20 eras aprox.	alfalfa, maíz, papa y orégano	riego únicamente	si	cuy (50), conejo (25), pollo (13), cordero (10), burro (1), cabra (1)
Jaiña	Antonio Bartolo	S/I	alfalfa, maíz y trigo	riego únicamente	si	cordero (12), llamo (10)
Sibaya	Rubén Aranibar	no sabe	ajo cebollín, zanahoria, espinaca, maíz, alfalfa, haba y betarraga	fertilización con urea, SPT y guano de cordero y vacuno. Aplica herbicida	si	llamo (36), cordero (26)
Achacagua	Andrés García	1 ha	orégano, maíz y alfalfa	fertilización con caliche y guano de cordero	si	cordero (13)
Limaxiña	Hernán Condore	0,8 ha	maíz, alfalfa, cebollín, apio y zanahoria	fertilización con guano y urea, aplica insecticida y herbicida	si	conejo (S/I)

Áreas de investigación

Ciencias Animales, Medicina Veterinaria, Manejo de Vida Silvestre, Bienestar Animal, Conservación Biológica

Av. Vicuña Mackenna 4860 - Campus San Joaquín - Casilla 306 Santiago 22 - Chile

Fono: 56-2-686 4142 - Fax: 56-2-552 9435 - E-mail bona@uc.cl

www.fauna-australis.puc.cl



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

Huaviña	Orlando Navarrete	2,5 ha	membrillo, pera, alfalfa, papa, maíz, haba y chacra en general	S/I	si	cerdo (20), cordero (30), conejo (30), cuye (60)
Coscaya	Enrique Cáceres	0,06 ha	alfalfa	fertilización con guano	no	
Poroma	Richard Canaviri	1 ha	maíz, ajo, cebolla, zanahoria y alfalfa	fertilización con guano de ave y urea	si	cordero (5), cabra (3), conejo (4)
Poroma	Francisco Moscoso	0,5 ha	maíz, ajo, cebolla, zanahoria y alfalfa	ninguno	no	
Poroma	Adelaida Pereira	10 ha	maíz, ajo, cebolla, zanahoria y alfalfa	fertilización con guano y urea	si	cordero (35), cabra (7), conejo (6)
Poroma	Mauricio Moscoso	N/S	alfalfa y maíz	Fertilización con guano y úrea	no	N/A
Poroma	Baudilio Bueno	N/S	ajo, alfalfa, maíz y zanahoria	riego únicamente	si	cordero (7), cabra (7)
Coscaya	Severo Vilca	N/S	ajo, alfalfa, cilantro, maíz, papa y zanahoria	fertilización con guano de chivo y llama	si	cabra (4), llamo (2)
Yamiña	Mirta Moruña	S/I	ajo, alfalfa, cebolla, maíz, zanahoria y otras verduras	riego únicamente	si	conejo (S/I)
Noasa	Eugenio Mamani	no sabe	va a sembrar maíz y papas	fertilización con guano de corderos	si	cordero (100), cabra (70)
Parca	Juan Quihuata	<1 ha	membrillo, ciruela, tuna, flores, ajo, papa, maíz	fertilización con guano de conejos	no	
Parca	Fidelia Borda	1 ha	membrillo, pera, maíz, cebolla y ajo	fertilización con guano	si	conejo (S/I)
Salar de Huasco	Margarita Lucas	N/A	N/A	N/A	si	llamo (170)
Guatacondo	Nolbia Anza	0,04 ha	maíz, zanahoria y cilantro	fertilización con urea y guano	no	
Copaquire	Sabina Segovia	N/A	no tiene cultivos en Copaquire, sólo ganado	N/A	si	burro (12), cordero (22), cabra (24), llamo (21), caballo (1)

N/A: no aplica; S/I: sin información

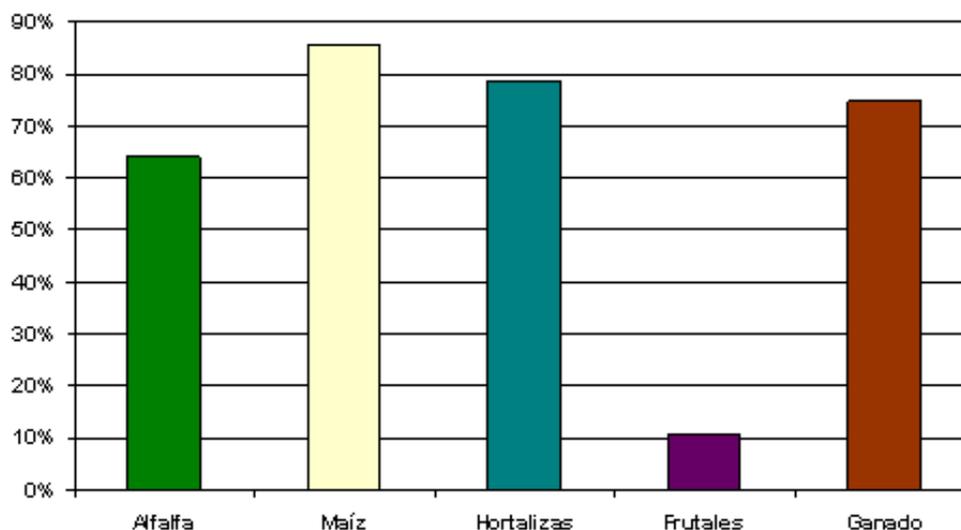


Figura 10. Participación de los distintos productos agropecuarios en los encuestados en los Andes de la Región de Tarapacá

IV.3.b Percepción de los agricultores sobre ungulados silvestres en la Región de Tarapacá

En relación al conflicto con ungulados, se observa que los poblados ubicados por sobre los 2.700 msnm son los que mayor conflicto presentan: Nama, Chiapa, Jaiña, Sibaya, Coscaya, Poroma, Noasa, Yamiña, Parca, Copaquire. Lo que mayormente cultivan en estos poblados son especies forrajeras y hortalizas, que se ven afectados por el consumo y pisoteo tanto de ungulados silvestres como asilvestrados registrados en la zona de estudio. Con estos antecedentes, se presentan a continuación los siguientes resultados de las encuestas referentes al conflicto con ungulados (Tabla 14).



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
 Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
 Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
 Laboratorio de investigación Fauna Australis

Tabla 14. Caracterización del conflicto entre agricultores y/o ganaderos y grandes herbívoros en los Andes de la Región de Tarapacá.

Sector	Propietario	¿cultivo cercado?	¿conflicto con ungulados?	cultivo(s) dañado(s)	especie(s)	Tipo de daño		
						pisoteo	ingesta	rapto llamas
Nama	Nieves Carlos	algunas eras	si	alfalfa y maíz	guanaco y burro	x	x	
Camíña	Buenaventura Castro	no	no	N/A	N/A			
Chiapa	Juana Paucay	no	si	alfalfa	N/S	x	x	
Chiapa	Serafín Larama	no	si	maíz	guanaco, taruka y burro	x	x	
Chiapa	Simona Mamani	no	si	haba, maíz y orégano	guanaco, taruka y burro	x	x	x
Chiapa	Alfonso Vilca	no	si	orégano	guanaco y taruka	x		
Jaiña	Rodrigo Ayma	no	no	N/A	N/A			
Jaiña	Angélica Bartolo	no	si	alfalfa	guanaco	x	x	
Jaiña	Gregoria García	no	si	alfalfa	guanaco	x	x	
Jaiña	Antonio Bartolo	no	si	alfalfa y trigo	guanaco	x	x	
Sibaya	Rubén Aranibar	no	si	alfalfa y maíz	guanaco	x	x	
Sibaya	Andrés García	no	sí	orégano	guanaco	x		
Limaxiña	Hernán Condore	no	no	N/A	N/A			
Huaviña	Orlando Navarrete	no	no	N/A	N/A			
Coscaya	Enrique Cáceres	no	no	N/A	N/A			
Coscaya	Severo Vilca	no	si	alfalfa y maíz	burro	x	x	
Poroma	Richard Canaviri	no	si	alfalfa y maíz	taruka y burro	x	x	
Poroma	Francisco Moscoso	no	si	alfalfa y maíz	burro	x	x	
Poroma	Adelaida Pereira	no	si	alfalfa y maíz	taruka y burro	x	x	
Poroma	Mauricio Moscoso	no	no	N/A	N/A			
Poroma	Baudilio Bueno	no	si	alfalfa	burro	x	x	
Noasa	Eugenio Mamani	no	si	alfalfa y maíz	guanaco y burro	x	x	
Yamiña	Mirta Moruña	algunas eras	si	alfalfa y maíz	guanaco y burro			
Parca	Juan Quihuata	si	no	N/A	N/A			
Parca	Fidelia Borda	si	si	maíz	burro	x	x	
Salar de Huasco	Margarita Lucas	N/A	si	N/A	guanaco			x
Guatacondo	Nolbia Anza	no	no	N/A	N/A			
Copaquire	Sabina Segovia	si	si	N/A	guanaco			x

NA: no aplica; N/S: no sabe



De los 28 agricultores entrevistados durante el presente proyecto se obtuvo que un 71% de los encuestados presentaban algún tipo de conflicto con ungulados silvestres o asilvestrados (Figura 11). Las especies involucradas en el conflicto son: guanacos, tarukas y burros asilvestrados, vale decir no hubo reporte de conflicto agricultores y/o ganaderos que tuviesen conflicto con llamanacos. Cabe destacar que de estas especies las que presentan mayor conflicto según nuestros resultados, son los guanacos y burros (Figura 12).

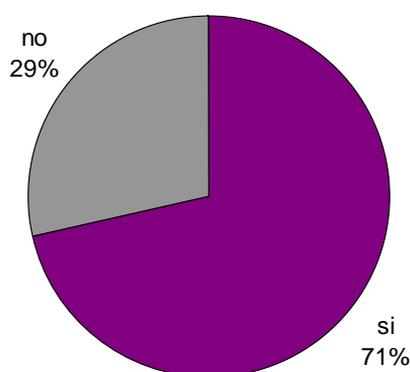


Figura 11. Existencia de agricultores y/o ganaderos con conflicto con ungulados silvestres y/o asilvestrados

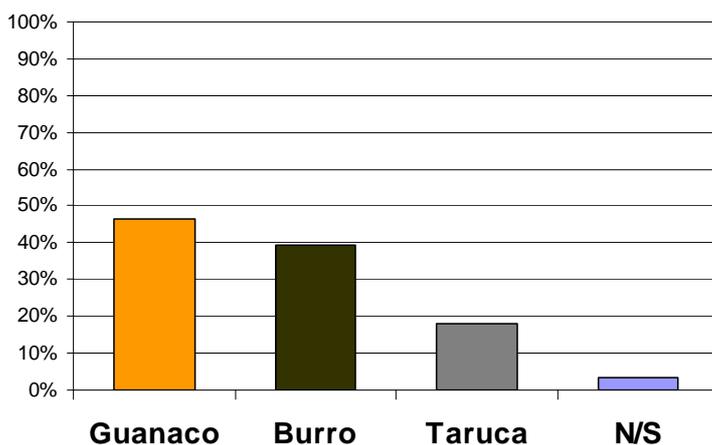


Figura 12. Participación relativa de los distintas taxa en el conflicto con la actividad agropecuaria



Los principales cultivos dañados fueron en orden decreciente: alfalfa, maíz y orégano (Imagen 30). Es así como entre los encuestados que reportaron actividad de forrajeo de ungulados sobre sus cultivos, en el 72% de los reportes el cultivo dañado era alfalfa, seguido por maíz (50% de los casos) y orégano (17%). Respecto al orégano, una hierba culinaria aromática, cabe señalar que no es consumido por los herbívoros, el daño es mecánico por pisoteo el cual comúnmente ocurre cuando los herbívoros consumen malezas alrededor del cultivo que presentan mayor desarrollo gracias al riego. El otro efecto negativo de ungulados silvestres, guanacos en particular, informado por los encuestados lo constituye el rapto de llamas por parte de guanacos machos. Esta situación fue reportada en Salar de Huasco (Margarita Lucas) y en Copaquire (Sabina Segovia), donde en este último lugar se reportó la pérdida de 7 llamas en tres años. En la Figura 13 se muestra la incidencia de los distintos efectos negativos de actividad de ungulados silvestres y asilvestrados que generan el conflicto.

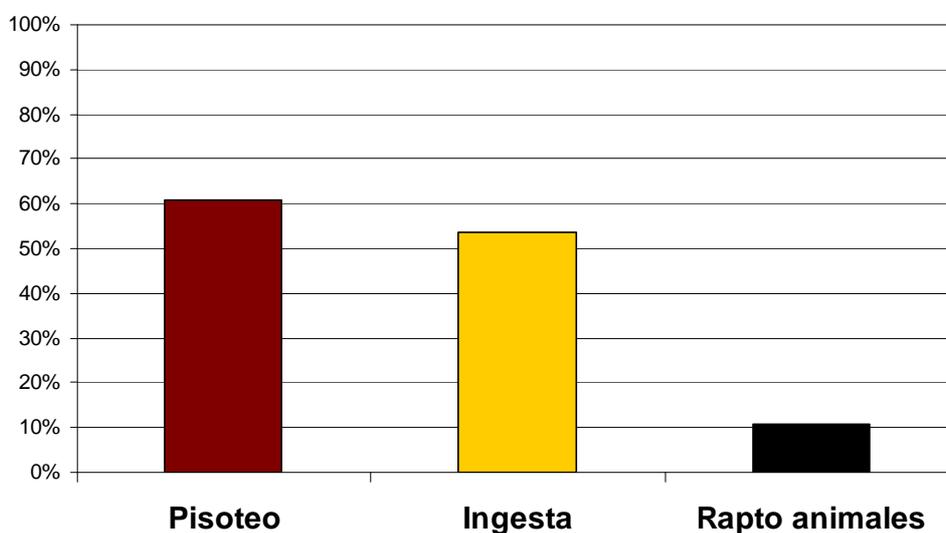


Figura 13. Tipo de efectos negativos generados por ungulados a los agricultores y ganaderos de los Andes de la Región de Tarapacá



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

La mayoría de los agricultores (26 encuestados) es también ganadero (81% de los encuestados; Imagen 31); los dos encuestados restantes eran sólo ganaderos. El tipo de ganado más común es el cordero (en 67% de los ganaderos encuestados), le siguen la llama (48%), el conejo (43%) y cabras (33%). El resto del tipo de ganado (burro, caballo, cerdo, aves y cuy) era criado únicamente por tres o menos encuestados. En cuanto al tamaño de los rebaños, éste mostró una alta variabilidad (entre 5 a 170 animales por ganadero) con $55,11 \pm 55,12$ cabezas por ganadero y una mediana igual a 34,5 (Imagen 31).



Imagen 30. Maíz consumido por ungulados silvestres entre Poroma y Coscaya

Áreas de investigación

Ciencias Animales, Medicina Veterinaria, Manejo de Vida Silvestre, Bienestar Animal, Conservación Biológica
Av. Vicuña Mackenna 4860 - Campus San Joaquín - Casilla 306 Santiago 22 - Chile
Fono: 56-2-686 4142 - Fax: 56-2-552 9435 - E-mail bona@uc.cl
www.fauna-australis.puc.cl



Imagen 31. Ganadería camélida en Achacagua

IV.3.c Monitoreo de actividad nocturna de ungulados en cultivos

Con el fin de evaluar actividad nocturna de tarukas en cultivos, como ocurre en la pre-cordillera de la Comuna de Putre, se monitoreó chacras previamente caracterizadas en los caminos entre Chiapa - Jaiña y Poroma - Coscaya, donde ha habido reporte de presencia y presión sobre cultivos de este herbívoro. El número de chacras caracterizadas respondió a la disponibilidad de chacras posibles de ser alcanzadas con el foco de alto alcance desde el camino, dada la distancia de éstas al camino y su visibilidad de acuerdo a la topografía del terreno. Por esto en el recorrido Coscaya - Poroma hay más chacras caracterizadas aún cuando el trayecto entre poblados es menor respecto al trayecto Chiapa - Jaiña. Además, se consideró en cada trayecto un sitio control (sin cultivo). La caracterización de las parcelas se presenta en la Tabla 15.

Chiapa-Jaiña

En este sector se caracterizaron 7 chacras localizadas en el camino que une ambos poblados, en un recorrido de 8 km de extensión. Además, se monitoreó un sitio control (vegetación silvestre).



Las parcelas, en general, son pequeñas en este sector (entre 0,01 a 0,5 ha en potreros caracterizados) poblados de alfalfa y/o maíz y/o orégano; uno de ellos tenía frutales pero algunos árboles aislados (paltos, tumbos y duraznero además de algunas especies ornamentales). En ninguna de ellas se observó cultivos con signos de forrajeo.

El recorrido se inició a las 22:30 y terminó a las 24:00. Durante la trayectoria, se alumbró cada parcela con un foco de largo alcance y, aparte de una llama atada a un potrero al lado de Chiapa, no se observó ningún otro herbívoro.

Coscaya-Poroma

En el sector de Coscaya se caracterizaron 8 chacras localizadas en el camino que une los poblados, en un recorrido de 5 km de extensión. Las parcelas también son de pequeño tamaño en esta zona (la totalidad de una superficie inferior a 0,25 ha). Además de alfalfa, maíz y orégano, se revisaron parcelas con habas y ajos. En esta zona, sí se observó parcelas de alfalfa y maíz con plantas forrajeadas y con fecas y huellas de burros dentro de ellas (Imagen 29).

El recorrido se inició a las 22:30 y terminó a las 23:30. En él se registró la presencia de cuatro burros adultos comiendo en una parcela de alfalfa, al parecer abandonada, cuyo cerco estaba incompleto. Los burros huyeron corriendo en fila por el cerro apenas fueron alumbrados.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
 Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
 Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
 Laboratorio de investigación Fauna Australis

Tabla 15. Caracterización de cultivos y resultados de monitoreo de ungulados nocturnos sobre ellos

Nº Chacra	Ubicación		tamaño (*)	cultivos	riego	forrajeo ungulados	cerco
	Este	Norte					
Trayecto Chiapa - Jaiña (07/01/2011)							
Control	4777111	7839642	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1	478195	7839642	mediano	alfalfa, maíz y orégano	tendido	no	no
2	476887	7839829	pequeño	orégano	tendido	no	no
3	476438	7838081	pequeño	alfalfa y orégano	tendido	no	no
4	476128	7838334	pequeño	maíz	tendido	no	no
5	474627	7838222	pequeño	alfalfa, orégano y frutales	tendido	no	no
6	474456	7838050	pequeño	maíz	surco y tendido	no	no
7	474319	7837858	pequeño	alfalfa	tendido	no	no
Trayecto Coscaya-Poroma (09/01/2011)							
Control	481116	7802607	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1	481221	7802824	pequeño	orégano y alfalfa rala	tendido	no	no
2	481319	7802841	pequeño	alfalfa, maíz y ajo	tendido	no	no
3	482628	7803166	pequeño	alfalfa	tendido	no	si
4	482945	7803195	pequeño	alfalfa	sin riego	si	incompleto
5	483235	7803150	pequeño	maíz	tendido	no	incompleto
6	484954	7803292	pequeño	alfalfa	tendido	no	no
7	484954	7803292	pequeño	maíz y haba	tendido	si	no
8	485122	7803419	pequeño	alfalfa, ajo, haba y maíz	tendido	si	no

N/A = No aplica

* = pequeño <0,25 ha; mediano 0,25 <x<0,5 ha



V. DISCUSIÓN

Las poblaciones de guanacos y tarukas en Los Andes de la Región de Tarapacá forman parte de un ensamble comunitario de grandes herbívoros compuestos por animales nativos silvestres, animales domésticos asilvestrados e híbridos entre silvestres y domésticos. Entre los silvestres nativos están la taruka y guanaco, principalmente en precordillera, y las vicuñas, especialistas de ambientes altoandinos, estas últimas no partes del presente estudio. Cabe destacar que, a diferencia del caso del guanaco cuya distribución en Chile se extiende hasta Cabo de Hornos (Fernández-Baca, 1991), en el caso de la taruka, conforme a la información que obtuvimos, los registros que se reportan constituyen el extremo sur de su distribución actual en Chile.

Las tarukas habitan en la parte norte de la Región en muy bajas densidades. La baja densidad local en tarukas es un patrón que no sólo ocurre en Chile sino también el resto de los países donde se distribuye, constituyéndose en una especie considerada como rara (Geist, 1999; Barrio, 2007). Los guanacos, por su parte, no obstante tienen una mayor distribución y presencia que la taruka en Tarapacá, al igual que ésta, se encuentran en menor abundancia respecto a lo que puede observarse en la continua Región de Arica y Parinacota, hacia el norte. La densidad de guanacos (1,48 guanacos/km²) es baja si la comparamos con las densidades observadas en el sur de Chile (16 a 43 guanacos/km² en Torres del Paine; Sarno & Franklin, 1999) o en la Patagonia Argentina (5 guanacos/km² en la Provincia de Chubut; Marino & Baldi, 2008). Cabe destacar que esta densidad fue obtenida en los lugares donde apreciamos mayor abundancia de guanacos (Ruta A-651 y Quebrada de Guatacondo), luego en los otros sitios donde se distribuye debe ser incluso inferior. Dado que guanacos y tarukas son ungulados herbívoros y, por ende, su presencia y abundancia tiene relación directa con disponibilidad de forraje y consecuente capacidad de carga de los ecosistemas, la menor densidad de estos ungulados en Tarapacá podría ocurrir por una conjunta disminución gradual de precipitaciones de la pre-cordillera a mayor latitud acercándose al Desierto de Atacama (Luebert & Plissock, 2006). Esta hipótesis es



congruente con el hecho de que el piso vegetacional fuese una de las variables ambientales que más aportaron al modelo de distribución potencial de las especies, denotando una alta dependencia de esta variable.

Los guanacos además de distribuirse en bajas densidades también conformarían grupos de bajo tamaño. El tamaño de grupo es comparativamente bajo en la Región de Parinacota (2,68 guanacos en promedio por grupo), comparado con nuestra observaciones en Putre (6,1 guanacos por grupo; datos no publicados) y con los tamaños observados en el sur de Chile, en Tierra del Fuego en particular (promedio de 7 individuos) y en Torres del Paine (promedio de 15 individuos) (Cunazza, 1991). Tierra del Fuego contiene la población más numerosa de guanacos de todo su rango de distribución, mientras en Putre habita la segunda población más importante en Chile en términos numéricos. El Parque Nacional Torres del Paine, por su parte, contiene la población más numerosa de guanacos en un área silvestre protegida. Luego, es esperable que exista una relación positiva entre tamaño poblacional, densidad y tamaños de grupos.

Un patrón llamativo observado en nuestros registros de guanacos fue un bajo porcentaje de grupos familiares. Esto, podría deberse a que gran parte de estos avistamientos ocurrieron en la expedición de inicios de enero, cuando probablemente las pariciones no habían ocurrido o estaba ocurriendo (Fernández-Baca, 1991), lo que podría traducirse en que las hembras se resguardaron en sitios más aislados. Los registros también muestran mayor actividad de guanacos a medio día respecto a horarios en la tarde. No obstante, la escasez de registros previo a las 10:00 debe ser visto con cautela, dado que hubo menor esfuerzo de muestreo en tal horario.

En el caso de tarukas no sólo las densidades son bajas sino que al parecer las poblaciones están altamente fragmentadas. En la Región de Tarapacá se conoce de su presencia en la quebrada de Aroma (Parque Nacional Volcán Isluga) en el extremo norte, al menos desde que nace la cuenca hasta el poblado agrícola de Chiapa; la siguiente área con presencia conocida hacia el sur



corresponde a los poblados agrícolas de Poroma y Coscaya, alrededor de 35 km más al sur. Adicionalmente, de acuerdo a nuestros registros previos en la Región de Arica y Parinacota, vecina hacia el norte, la taruka se distribuye hasta el sector de Tignámar-Saxamar, alrededor de 100 km más al norte del área más cercana a la Región de Tarapacá (Quebrada de Aroma). Más aún, de confirmarse su presencia en la Quebrada de Choja, significaría una población local distanciada alrededor de 140 km más al sur de la más cercana conocida en la Región (Coscaya). Al respecto, la fragmentación del hábitat es considerada una de las mayores amenazas a la persistencia de las especies (Fisher & Lindenmayer, 2007) y en tarukas el aislamiento es considerada una amenaza a la sobrevivencia de poblaciones locales (Barrio, 2007). Debe considerarse que la matriz en la cual están insertas estas sub-poblaciones o poblaciones locales, está ampliamente dominada por mineras lo que se traduce en tráfico frecuente y una alta demanda por agua. Es preocupante si consideramos que en el caso de una población aislada de huemul de bajo tamaño numérico (alrededor de 40 individuos y muy probablemente superior al tamaño de poblaciones locales de tarukas en la Región de Tarapacá), García et al. (2008) estiman el tiempo medio de extinción a través de simulación entre 27 a 42 años.

En cuanto al tipo de hábitat asociado a la presencia de estos ungulados es similar a donde se desarrollan en Parinacota, esto es una fisiografía con dominancia de cerros pedregosos cubiertos de una estepa arbustiva, entre los cuales existen quebradas agrícolas donde se cultivan hortalizas y forrajeras asociadas a ganadería. Los guanacos, eso sí, presentan una mayor amplitud altitudinal que taruka, alcanzando mayor altura. El rango altitudinal observado de tarukas en los registros que disponemos en la Región de Tarapacá (2.943 a 3.667 msnm) son inferiores a los que hemos observado en Parinacota (3.281-3.840 msnm; datos no publicados) y coincidentes con Barrio (2004, 2009) en que existe un gradiente que se manifiesta en inferiores altitudes máximas en la parte sur de su distribución (i.e. Chile y Argentina), mientras en el extremo norte de su distribución se les puede encontrar por sobre los 5.000 msnm.



De acuerdo a nuestros modelos de distribución potencial, tarukas y guanacos podrían distribuirse en más áreas que en las que actualmente se distribuyen. Los modelos de distribución espacial son una útil herramienta en especies de difícil detección, por su comportamiento críptico y/o por ocupar sitios remotos y de difícil acceso, como en el caso de las especies en estudio. Un mapa de distribución nos permite seleccionar los sitios que tienen mayor probabilidad de ser ocupados por cierta especie, y así designar en forma eficiente futuros sitios de muestreo y de manejo. Además, nos permite indagar en la relación espacial de la especie con otros elementos del territorio, para así tomar decisiones respecto al ordenamiento territorial y conservación de la especie. Por ejemplo, el modelo puede ser utilizado para determinar nuevas áreas de protección en los sitios donde hay mayor probabilidad de presencia de la especie y que no se encuentren protegidos o prospectar áreas con poco conocimiento donde de acuerdo al modelo hay una alta probabilidad de presencia.

Si bien los modelos de distribución pueden ser de gran ayuda para la conservación de la especie, es necesario tomar ciertas consideraciones para utilizarlos. En primer lugar, hay que considerar que no es posible incluir todas las variables ambientales que influyen en la distribución de una especie, debido a que estas representan un complejo set de factores ambientales y ecológicos que operan a diversas escalas. También es importante tomar en cuenta las características físico-sociales del territorio al interpretar el resultado de un modelo, por ejemplo, cuando se detecta un sector favorable para la especie que corresponde a una zona cuyo uso del suelo actual no es compatible con la presencia de la especie, o que dicha zona favorable sea inalcanzable para la población debido a barreras geográficas infranqueables (ríos, mar, desiertos, otros).

En el caso de la distribución de la taruka en la región, sería interesante corroborar la potencial presencia de tarukas en la Quebrada Choja, donde la especie se distribuía décadas atrás (Vinko Malinarich, comunicación personal). Para esto, dada la probable baja densidad de tarukas que podría haber, recomendamos el uso de cámaras trampa. Las cámaras trampa son dispositivos



fotográficos que están conectados a sensores de movimiento, los cuales captan al animal pasar por un área determinada y toman una foto. La tendencia mundial para estudios de especies crípticas, como el caso de la taruka (Muñoz, 2003), las cuales son difíciles de investigar es el uso de cámaras trampa (Maffei et al. 2002, Mackenzie & Royle 2005). Una foto, a diferencia de una huella, constituye una prueba irrefutable de la presencia de alguna especie; además el uso de cámaras trampa permite monitorear la presencia de especies remotamente sin tener que visitar el área constantemente.

En cuanto a las amenazas a la conservación de ungulados nativos, sin poseer cifras que permitan dilucidar la tendencia poblacional de estas especies, sí podemos denotar que existen dos actuales y relativamente recientes presiones. Una es la presencia ampliamente distribuida de burros asilvestrados en la cordillera y un sorpresivo hallazgo de hibridismo entre guanacos y llamas. En su calidad de integrantes del mismo gremio (herbívoros) y con un amplio solapamiento de nicho en ciertas variables ambientales y distribución (Tabla 8), puede esperarse una competencia por recursos entre ellos, más aún considerando que habitan un ecosistema desértico, por ende de escasa cobertura vegetal y disponibilidad de agua, siendo el agua un recurso compartido con una intensa actividad minera principalmente, además de agricultura, ganadería y abastecimiento de agua para centros poblados.

Si bien lugareños manifiestan haber visto burros cimarrones desde que tienen memoria, se reporta una mayor abundancia en las últimas décadas que se ha traducido en una alta presión sobre cultivos dada la escasez de forraje silvestre por veranos secos. Efectivamente en pre-cordillera la precipitación es escasa; de acuerdo a registros de la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas (DGA-MOP), en la estación de Sibaya en la Quebrada de Tarapacá, entre el año 2004 y 2009 ha precipitado en promedio $41,07 \pm 25,07$ mm/año con un rango entre 18,8 a 74,4 mm. Sin embargo, no disponen de registros anteriores que permitan dilucidar una tendencia. En cuanto al aumento de burros asilvestrados, esto responde a un continuo proceso de



despoblamiento de los poblados alto-andinos. En las encuestas nos fue reportado que el liberar burros a los cerros durante épocas de mayor cobertura de plantas y disponibilidad de herbáceas post lluvias estivales es una práctica común, pero los propietarios en grupos se organizaban para ir a buscarlos y marcarlos.

La presencia de burros es indeseada tanto por la competencia con guanacos y tarukas como por el potencial desplazamiento de sus hábitats que podrían generar. Pero además es un problema para los agricultores locales, pues los burros depredan sus cultivos, lo cual es particularmente preocupante en poblados como Poroma, Coscaya, Noasa y Parca. El burro, al tener actividad no sólo diurna, sino que también nocturna como la taruka, aprovecha ingresar a los cultivos principalmente de noche cuando los agricultores se han retirado de sus chakras a descansar.

En cuanto al potencial desplazamiento de guanacos y tarukas de ciertos hábitats por parte de los burros, podría esperarse debido a que el desplazamiento por ganado para ambas especies ha sido reportado en otras localidades (Raedeke 1980, 1982; Baldi et al., 2001; Barrio, 2004; Baldi et al., 2004). Llama la atención, en efecto, que las dos quebradas agrícolas donde se reporta y registramos mayor abundancia de guanacos, en particular la quebrada de Tarapacá a la altura de Sibaya y Achacagua junto con la quebrada de Guatacondo, sean las que tenían ostensiblemente menor abundancia de burros. En ellas se vieron escasas fecas y huellas aisladas sin avistamientos. Por el contrario, en quebradas agrícolas como Coscaya, observamos gran cantidad de burros en una caminata (15 individuos), una alta densidad de bostas (más de 5 por 100 de avance) y además corroboramos su actividad nocturna sobre cultivos. En una oportunidad, en la parte alta (3.773 msnm) de la ruta que une Poroma y Noasa, observamos un grupo de llamanacos huyendo de nuestra presencia que se encontraron con un grupo de burros a corta distancia (menos de 50 m), sin mostrar algún comportamiento distintivo. También observamos burros revolcándose en revolcaderos de guanacos y revolcaderos con huellas de ambas especies.



Cabe mencionar que la conducta exhibida por los burros asilvestrados fue muy distinta a la de los burros domésticos bajo tenencia y manejo. Los burros silvestres mostraron distancias de huida superiores a 50 m, similares a los guanacos del área. También presenciamos una llamada de alerta en Coscaya, en donde un burro en la ladera de un cerro a más de 500 m de distancia relincha avisando nuestra presencia a un grupo familiar en la quebrada con crías recién nacidas entre ellos. En contraste, el comportamiento de burros domésticos es pasivo; en Copaquire escasamente levantaron la cabeza mientras comían y amamantaban ante nuestro paso en vehículo aún estando a pocos metros de nosotros.

La realidad actual es que existe una alta población de burros en estado silvestre; es la población más numerosa, mayormente distribuida, más generalista que guanacos y tarukas, en ecosistemas donde los recursos son limitados. La promoción o ejecución de un plan de control mediante caza debiera ser una prioridad al interior de las áreas silvestres protegidas y los terrenos fiscales. Previo a ello, debiera estimularse el registro y marcaje de burros domésticos para impedir posteriores reclamos.

También creemos que la hibridización entre guanacos y llamas responde al abandono y descuido del ganado por parte de sus propietarios que migraron hacia ciudades, sumado a la baja densidad de guanacos, que podría traducirse en un escaso recurso pareja para un macho. El ganado camélido en los salares se deja alimentando libremente en la vegetación azonal espontánea, sin apotreramiento. En el caso de Copaquire, además del rapto de llamas, los guanacos bajarían a la quebrada a tomar agua. Debido a esto, el agricultor afectado ha cercado prácticamente toda el área de la parte plana de la quebrada en ese sector, restringiendo severamente el acceso a agua de la fauna silvestre (comunicación personal Vinko Malinarich, SAG I Región de Tarapacá).

De acuerdo a la versión de una integrante de las pocas familias ganaderas que reside actualmente en el Salar de Huasco (Margarita Lucas), la familia Ticuna que poseía llamas en el



salar, llevó alrededor de 30 llamas a los cerros de pre-cordillera posterior a un recordado evento niño en la temporada 1997-1998 (Muñoz-Schik et al. 2001), que trajo consigo mayor cantidad de precipitaciones y forraje silvestre. Los Ticuna no habrían logrado recapturar su ganado y se fueron yendo gradualmente hacia la costa hasta dejarlo completamente abandonado. Ella vive desde niña en el salar y nunca antes de este evento había visto llamanacos. Además, menciona a otra familia que actualmente tiene su ganado camélido que se ha mezclado con guanacos, producto de subir a cuidar su ganado alrededor de una vez por mes. Estos antecedentes indicarían que el proceso de hibridización es reciente y responde al poco cuidado y/o abandono de ganado camélido.

Es así como entre los cuidados de un pastor de su ganado está el espantar guanacos. Según Margarita Lucas, es el macho guanaco que “rapt” hembra de llamas y pelea con llamas con pechadas y mordidas. Para los ganaderos criar híbridos “contaminados” con genética de guanacos no es un fenómeno bien recibido. Las crías serían menos dóciles y la carne más negra y seca. En Copaquire, donde la propietaria del ganado que se desarrolla en ese sector reporta “rapt” de llamas por guanacos, observamos un individuo entre su rebaño con el fenotipo de un llamanaco, lo mismo ocurre en Achacagua (Imagen 8).

Consideramos que bajo este escenario actual la peor amenaza a la conservación del guanaco es la hibridización con la llama. En total, se observó un mayor número de llamanacos que de guanacos. Esta hibridización responde a que tanto los camélidos del Viejo como los del Nuevo Mundo son capaces de cruzarse entre sí y producir descendencia fértil (Marin et al., 2007). Sin embargo, se ha documentado que estas cruza no ocurren normalmente en la naturaleza sino que a través de influencia humana (Wheeler, 1995). MacDonagh (1940), documenta la crusa natural entre guanacos y llamas que fueron mantenidos durante 30 años en un potrero y se cruzaron libremente, los cuales generalmente exhibían un fenotipo y comportamiento muy similares a los de guanaco. Lo más común ha sido la crusa entre camélidos silvestres y domésticos en búsqueda de



características para fines productivos. De este modo, han sido comunes las cruzas entre alpaca y vicuña (Fernández-Baca 1993; Wheeler, 1995) y en Chile también han habido cruzas entre llamas y guanacos bajo manejo, produciendo una descendencia más dócil y con mayor cantidad de fibra respecto al guanaco (Lescrauwaet & Maslov, 2000). Lo señalado eso sí ocurre bajo condiciones controladas, mientras que lo preocupante de la hibridización de guanacos y llamas en silvestría es la erosión genética que esto causa, en una región donde las densidades de guanacos son bajas, los ecosistemas son frágiles y sometidos a presiones de uso como minería y en donde el guanaco además es cazado, como fue corroborado *in situ*. En efecto, observamos evidencia de caza de guanaco pues personal del SAG nos llevó a un sitio previamente identificado por ellos que correspondía a un puesto de pastores en Quebrada Caya, donde había evidencia (pelaje, patas y restos en general; Imagen 32) de al menos 20 guanacos cazados. Eso sí, no hubo evidencia de caza en los poblados donde los agricultores presentan conflicto con guanacos y tarukas, aunque es muy probable que exista persecución para alejarlos de sus cultivos. Entre los individuos cazados al parecer también habría llamanacos, pues encontramos algunas patas con manchas y además observamos directamente híbridos.

Sabemos que la identificación y descripción de los individuos considerados como híbridos sólo se basó en aspectos fenotípicos y que se requieren análisis moleculares que la respalden. No obstante, nuestras observaciones son congruentes con Lescrauwaet & Maslov (2000), quienes obtuvieron el 50% de las crías híbridas bajo cruce dirigida con fenotipo guanaco dominante y el 50% restante llama dominante. Dicho informe menciona que la hibridización afecta el patrón de coloración, el peso vivo del animal, la finura, largo y producción total de la fibra, la cantidad en peso del vellón y la conducta (en cuanto a docilidad). Nuestros datos confirman cambios en patrón de coloración, largo de fibra y conducta.

No obstante, la tabla 8 muestra simpatria y solapamiento de nicho para ciertas variables ambientales, existen algunas diferencias entre silvestres nativos, domésticos asilvestrados e



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

híbridos. Únicamente los burros comparten el conflicto con agricultores por consumo de cultivos. No obtuvimos ningún reporte de consumo de cultivos por parte de llamanacos. Los llamanacos representan una amenaza para el ganado por raptó de hembras y/o la generación de crías híbridas con caracteres propios de los guanacos. Tanto llamanacos como burros exhiben una menor especialización del hábitat, pues además de habitar la pre-cordillera pueden encontrarse en ambientes alto-andinos donde la presencia de guanacos es escasa y la de tarukas sin reporte.

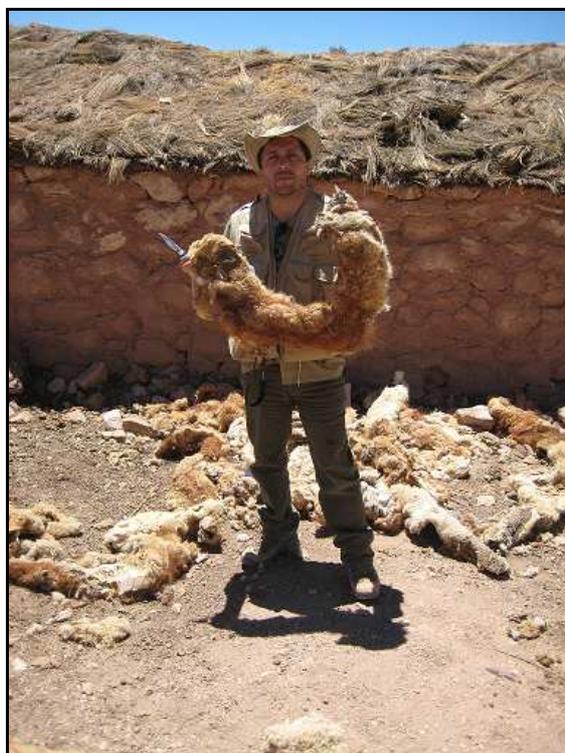


Imagen 32: Caza furtiva en Quebrada Caya

Otra diferencia observada fue en el tamaño de grupos. Los híbridos y la especie invasora (i.e. burros), de acuerdo a nuestros registros, viven en grupos más numerosos que los guanacos de la Región de Tarapacá. En general, los rebaños de ganado bajo manejo (burros y camélidos



domésticos) suelen ser más numerosos respecto al tamaño de grupos de guanacos en áreas de baja densidad y este patrón podrían reproducirlo los híbridos o domésticos en condiciones de silvestría. Al respecto, cabe destacar que el vivir en grupos es un conocido mecanismo de reducción del tiempo invertido en vigilancia sin implicar un aumento en el riesgo de depredación, observado en distintos animales (Blumstein et al., 1999; Fernández et al. 2003) y así también en guanacos (Marino & Baldi, 2008). Esta disminución de riesgo de depredación puede ocurrir tanto por la mayor capacidad de detección de un depredador (Lima 1996) como por la reducción de probabilidad de ser atacado o “efecto dilución” (Fairbanks & Dobson 2007). Luego, no obstante el desconocer cuál es el mecanismo que explica este patrón, sí podemos inferir que el vivir en grupos de mayor tamaño confiere a los híbridos e invasoras una ventaja comparativa respecto a los guanacos en términos de riesgo de depredación.

Por último, una potencial amenaza a la conservación de los ungulados silvestres son los perros. Los agricultores y ganaderos de la pre-cordillera del área de estudio suelen acompañarse de perros que ahuyentan fauna silvestre y les ayudan a arrear su ganado (Imagen 33). Los ungulados son herbívoros susceptibles a disturbios causados por perros (Lenth et al., 2008). De acuerdo a Barrio (2004), en Perú los perros que acompañan a los ganaderos espantan tarukas y probablemente matan cervatillos. También es conocido que perros asilvestrados matan cervatillos e incluso adultos de tarukas (Merkt, 1985). En Chile, en la Reserva Nacional Lago Cochrane durante la primavera del año 2005, el 30% de las crías de huemul (*Hippocamelus bisulcus*), otra especie de ciervo nativo del país emparentado con la taruka, fueron exterminadas por perros (Medina, 2007). Más aún, según Corti et al. (2010), la depredación por parte de perros y zorros es la principal causa de mortalidad en huemules adultos. Respecto a los guanacos, en el último encuentro nacional de expertos para la elaboración de un Plan Nacional de Conservación del guanaco en la zona centro y norte (Copiapó, Noviembre 2010), se identificó a los perros entre las principales amenazas a la conservación del guanaco en la zona norte y entre las principales



causas de muerte de guanacos costeros en los Parques Nacionales Llanos de Challe y Pan de Azúcar.

En cuanto al aspecto social involucrado, las actitudes de los agricultores hacia los ungulados silvestres tienen importantes implicancias para su conservación (Irby et al., 1997). La amplia mayoría de los agricultores y ganaderos actualmente residentes en la pre-cordillera y en algunos ambientes alto-andinos, considera a los ungulados, tanto silvestres como introducidos asilvestrados, una amenaza. Ambas especies de ungulados silvestres presentarían conflictos con agricultores locales por consumo y pisoteo de cultivos, principalmente alfalfa y maíz, con patrones similares a los documentados más al norte (Sielfield, et al. 1988, 1999; Muñoz, 2003; Bonacic y Muñoz, 2006).

Los agricultores habitan poblados pequeños dedicados principalmente a la producción de hortalizas, orégano, maíz y alfalfa, especies cultivadas en pequeñas superficies en terrazas o andenerías, donde la mayoría de los potreros no están cercados (luego ofreciendo ningún impedimento al ingreso de fauna silvestre y asilvestrada) y donde los principales manejos son riego por surco y fertilización con guano. Esto último no es de extrañar, pues el guano es de bajo o nulo costo para los agricultores dado que la mayoría de ellos posee ganado pudiendo auto-abastecerse de su propio guano. La nula o escasa aplicación de pesticidas tampoco sorprende dado que su adquisición implica un costo en un contexto de agricultura de subsistencia y los ambientes de altura también son hostiles a plagas, por lo cual hay menor incidencia de ellas. Cabe mencionar que los pocos agricultores que poseen sus potreros (o parte de ellos) cercados con cercos en buen estado, reportan que éstos sirven como impedimento al ingreso de fauna.

Los poblados escasamente superan los 20 habitantes, siendo los niños y jóvenes componentes escasos; así, la fuerza de trabajo residente es de avanzada edad. Esta migración rural-urbana de los pobladores de pre-cordillera y alto-andina no es sorprendente. No hay posibilidad de terminar la



educación escolar en sus poblados y existe una escasa o inexistente posibilidad de atención médica. El transporte público es también escaso o inexistente y la juventud no se queda en sus poblados natales ejerciendo la tradicional agricultura que sus antecesores desarrollaron, siendo ésta principalmente de subsistencia, generando escaso retorno.



Imagen 33. Agricultoras y sus perros en Poroma

De acuerdo a Distefano (2005), las aproximaciones más sustentables hacia la resolución de conflictos entre humanos y vida silvestre debieran considerar el desarrollo de una economía local derivada parcialmente de la misma. Un turismo basado en la observación de vida silvestre (flora y fauna), junto a los paisajes y ambientes donde ésta se encuentra, constituye una fuente de valor y oportunidades no explotados en Tarapacá. En efecto, pocas personas en Chile saben de la



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

existencia de la taruka. El uso de recursos naturales por indígenas locales promueve la tolerancia hacia la vida silvestre simpátrica, interacciones responsables con el medio ambiente y reconocimiento del valor de la herencia natural (Distefano, 2005). Podría incentivarse el turismo basado en vida silvestre sumado al atractivo de la cultura y arquitectura de pueblos originarios que dominan altamente. El desarrollo del turismo puede generar nuevas oportunidades de trabajo y convertiría la percepción de las especies de amenaza a recurso económico.

Áreas de investigación

Ciencias Animales, Medicina Veterinaria, Manejo de Vida Silvestre, Bienestar Animal, Conservación Biológica
Av. Vicuña Mackenna 4860 - Campus San Joaquín - Casilla 306 Santiago 22 - Chile
Fono: 56-2-686 4142 - Fax: 56-2-552 9435 - E-mail bona@uc.cl
www.fauna-australis.puc.cl



VI. CONCLUSIONES

- Las poblaciones de guanacos y tarukas en Los Andes de la Región de Tarapacá forman parte de un ensamble comunitario de grandes herbívoros compuestos por animales nativos silvestres, animales domésticos asilvestrados e híbridos entre silvestres y domésticos.
- Las tarukas habitan en la parte norte de la Región en muy bajas densidades y en poblaciones locales fragmentadas.
- Los guanacos, no obstante tienen una mayor distribución y presencia que la taruka en Tarapacá, se encuentran en menor abundancia, en baja densidad y en grupos de bajo tamaño, respecto a lo que puede observarse en la continua Región de Arica y Parinacota, hacia el norte.
- El tipo de hábitat asociado a la presencia de estos ungulados posee una fisiografía con dominancia de cerros pedregosos cubiertos de una estepa arbustiva, entre los cuales existen quebradas agrícolas donde se cultivan hortalizas y forrajeras asociadas a ganadería.
- De acuerdo a nuestros modelos de distribución potencial, tarukas y guanacos podrían distribuirse en más áreas que en las que actualmente se distribuyen. Este mapa de distribución nos permite seleccionar los sitios que tienen mayor probabilidad de ser ocupados, indagar en la relación espacial de la especie con otros elementos del territorio y así designar en forma eficiente futuros sitios de muestreo y de manejo.
- Existen dos actuales y relativamente recientes amenazas a la conservación de guanacos y tarukas en Tarapacá: la presencia creciente y ampliamente distribuida de burros asilvestrados y el hibridismo entre guanacos y llamas.
- En su calidad de herbívoros y con un amplio solapamiento de nicho en ciertas variables ambientales y distribución, puede esperarse una competencia por recursos entre ungulados nativos, domésticos asilvestrados e híbridos, más aún considerando que habitan un ecosistema desértico y por ende de escasos recursos.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

-
- Durante la última década se percibe mayor abundancia de burros cimarrones, la cual se ha traducido en una alta presión sobre cultivos dada la escasez de forraje silvestre por veranos secos.
 - La población de burros en la Región de Tarapacá es más numerosa, mayormente distribuida y más generalista que guanacos y tarukas.
 - Los burros son un problema para los agricultores locales, pues los burros depredan y pisotean sus cultivos principalmente de noche, cuando los agricultores se han retirado de sus chakras.
 - La peor amenaza a la conservación del guanaco es la hibridización con la llama. En total, se observó un mayor número de llamanacos que de guanacos.
 - La hibridización entre guanacos y llamas responde al abandono y descuido del ganado por parte de sus propietarios que migraron hacia ciudades, sumado a la baja densidad de guanacos.
 - Los híbridos pueden tener un fenotipo guanaco o llama dominante y presentan cambios en el patrón de coloración, largo de fibra y conducta respecto a sus parentales.
 - Tanto llamanacos como burros exhiben una menor especialización del hábitat respecto a tarukas y guanacos, pues además de habitar la pre-cordillera pueden encontrarse en ambientes alto-andinos.
 - Los híbridos y burros viven en grupos más numerosos que los guanacos de la Región de Tarapacá, lo cual les confiere una ventaja comparativa en términos de riesgo de depredación.
 - Los agricultores habitan poblados pequeños dedicados principalmente a la producción de hortalizas, orégano, maíz y alfalfa, especies cultivadas en pequeñas superficies en terrazas o andenerías, donde la mayoría de los potreros no están cercados. En la parte alto-andina domina la ganadería ligada a los lugares donde hay agua y crece vegetación azonal.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

-
- Los poblados escasamente superan los 20 habitantes, siendo los niños y jóvenes componentes escasos y, por ende, poseen una fuerza de trabajo residente de avanzada edad.
 - La amplia mayoría de los agricultores y ganaderos, actualmente residentes en la pre-cordillera y en algunos ambientes alto-andinos, consideran una amenaza a los ungulados tanto silvestres como introducidos asilvestrados.
 - Guanacos, tarukas y burros presentan conflictos con agricultores locales por consumo y pisoteo de cultivos, principalmente alfalfa y maíz, con patrones similares a los documentados más al norte.
 - Los guanacos son una amenaza a los ganaderos por raptos de llamas y contaminación genética de las crías de su ganado, las cuales son menos dóciles y tienen carne de inferior calidad organoléptica.
 - Proponemos un plan de control de burros mediante promoción o ejecución de caza y una mayor fiscalización, registro y marcaje de ganadería en la pre-cordillera y zona alto-andina que regule el abandono y/o descuido de ganado.
 - También proponemos el desarrollo de un turismo basado en la observación de vida silvestre (flora y fauna), junto a los paisajes y ambientes donde ésta se encuentra, sumado al atractivo de la cultura y arquitectura de pueblos originarios. El desarrollo del turismo puede generar nuevas oportunidades de trabajo y convertiría la percepción de las especies de amenaza a recurso económico.

Áreas de investigación

Ciencias Animales, Medicina Veterinaria, Manejo de Vida Silvestre, Bienestar Animal, Conservación Biológica
Av. Vicuña Mackenna 4860 - Campus San Joaquín - Casilla 306 Santiago 22 - Chile
Fono: 56-2-686 4142 - Fax: 56-2-552 9435 - E-mail bona@uc.cl
www.fauna-australis.puc.cl



VII. BIBLIOGRAFÍA

- 1) Ahumada M. & L. Faúndez. 2009. Guía descriptiva de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres de la Ecorregión Altiplánica (SVAHT). Ministerio de agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero, Santiago, 118 pp.
- 2) Baldi, R., S.D. Albon & D.A. Elston. 2001. Guanacos and sheep: evidence for continuing competition in arid Patagonia. *Oecologia*, 159: 561-570.
- 3) Baldi, R., A. Pelliza-Sbriller, D. Elston & S. Albon. 2004. High potential for competition between guanacos and sheep in Patagonia. *Journal of Wildlife Management*, 68(4): 924-938.
- 4) Baldi, B., Lichtenstein G., González, B., Funes, M., Cuéllar, E., Villalba, L., Hoces, D. & S. Puig. 2008. *Lama guanicoe*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 16 February 2011
- 5) Baldwin, R. 2009. Use of maximum entropy modeling in wildlife research. *Entropy* 11: 854 – 866.
- 6) Barrio, J. 2004. Manejo no intencionado de dos especies de cérvidos por exclusión de ganado en la parte alta del Parque Nacional río Abiseo, Perú. *Memorias VI Congreso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonia y Latinoamérica*, Iquitos – Perú: 375-383.
- 7) Barrio, J. 2007. Population viability analysis of the Taruka, *Hippocamelus antisensis* (D'Orbigny, 1834) (Cervidae) in southern Perú. *Revista Peruana de Biología* 14(2):193-200.



-
- 8) Barrio, J. & N. Ferreyra. 2008. *Hippocamelus antisensis*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 20 April 2011.
 - 9) Berryman, A. 2002. Population: a central concept for ecology? *Oikos* 97(3): 439-442.
 - 10) Blumstein, D. T., Evans, C. S. & J.C. Daniel. 1999. An experimental study of behavioural group size effects in tammar wallabies, *Macropus eugenii*. *Animal behaviour* 58: 351-360.
 - 11) Bonacic C. 1991. Características biológicas y productivas de los camélidos sudamericanos. *Avances en Ciencias Veterinarias (Chile)* 6: 87-101.
 - 12) Bonacic C. y A. Muñoz (Eds.) (2006) Experiencias de relación entre vida silvestre y comunidades aymaras de la Provincia de Parinacota: estudios de caso. *Fauna Australis (PUC)*, Secretaría Regional Ministerial de Agricultura I Región de Tarapacá. Arica, Chile. 41 pp.
 - 13) Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P. & J.L. 1993. *Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Chapman and Hall, London. 446 pp.
 - 14) Cofré, H., Marquet, P., 1998. Conservation status, rarity, and geographic priorities for conservation of Chilean Mammals: an assessment. *Biological Conservation* 88, 53-68.
 - 15) Convention on international trade in endangered species of wild fauna and flora (CITES), 2009. Appendices I, II and III. UNEP, Switzerland.
 - 16) CONAF. 2008. Diagnóstico poblacional del guanaco y taruka en la Provincia de Parinacota 2004-2008, Informe Final. Código BIP 20193099-0. Departamento de Medio Ambiente y



Áreas Protegidas, Corporación Nacional Forestal, Región de Arica y Parinacota. Arica, Chile. 86 pp + Anexos.

- 17) Corti, P., Wittmer, H. U., Festa-Bianchet, M. 2010. Dynamics of a small population of endangered huemul deer (*Hippocamelus bisulcus*) in Chilean Patagonia. *J. Mammal.* 91, 690–697.
- 18) Cunazza, C. 1991. El guanaco: una especie de la fauna silvestre con futuro. Boletín Técnico N° 47. Corporación Nacional Forestal, Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 37 pp.
- 19) Distefano, E., 2005. Human–wildlife conflict worldwide: a collection of case studies, analysis of management strategies and good practices. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), Sustainable Agriculture and Rural Development (SARD), Rome, Italy. 29 pp.
- 20) Etienne, M. y C. Prado. 1982. Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras. *Ciencias Agrícolas* N°10, Universidad de Chile, Santiago. 120 pp.
- 21) Fairbanks, B. & F.S. Dobson. 2007. Mechanisms of the group-size effect on vigilance in Columbian ground squirrels: dilution vs. detection. *Animal behavior* 73:115-123.
- 22) Fernández, G. J., Capurro, A. F. & J.C. Reborada. 2003. Effect of group size on individual and collective vigilance in Greater Rheas. *Ethology* 109:1-14.
- 23) Fernández-Baca, S. (Ed.). 1991. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. FAO, Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 429 pp.



-
- 24) Fernández-Baca, S. 1993. Manipulation of reproductive functions in male and female New World camelids. *Animal Reproduction Science* 33: 307-323.
- 25) Fischer, J. & D.B. Lindenmayer. 2007. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. *Global Ecology and Biogeography* 16(3):265–280.
- 26) Frank E.N., Hick M.V.H., Gaunab, C.D., Lamasc, H.E., Renieri C.& M. Antonini. 2006. Phenotypic and genetic description of fibre traits in South American domestic camelids (llamas and alpacas). *Small Ruminant Research* 61(2-3): 113–129
- 27) Franklin, W.L. 1983. Contrasting socioecologies of South America´s wild camelids: the vicuña and guanaco. Pp. 573-629 in Eisenberg, J.F. and D. Kleiman (Eds.) *Advances in the study of mammalian behavior*. American Society of Mammalogists, Special Publication N°7.
- 28) Fowler M. 1998. *Medicine and surgery of South American Camelids: Llama, Alpaca, Vicuña, Guanaco*. Ames, Iowa State University Press, Iowa, USA. 391 pp.
- 29) Gajardo, R. 1994. "La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica". Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 165 pp.
- 30) García, K., Jara, A., Ortiz, J.C. & P. Victoriano. 2008. Evaluación de un escenario de extinción para la última población de *Hippocamelus bisulcus* (Molina, 1782) de Chile Central. *Interciencia* 33(2):152-159.
- 31) Geist, V. 1999. *Deer of the world: their evolution, behaviour and ecology*. Editorial Swan Hill. Estados Unidos. 421 pp.
- 32) González, B., Radmann, T., Riveros, J.L., Zapata, B., Capellán, F., Bonacic, C.& F. Bas. 2002. Informe Final Proyecto FIA N° C98 - 1 - P - 0 19: Manejo productivo y comercial del



guanaco en el secano de la zona central. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Fundo “El Tralhuén”, María Pinto, Melipilla, Fundación para la Innovación Agraria. Santiago, Chile. 210 pp + Anexos.

- 33) González, B. 2010. El guanaco. Taller Científico de Plan Nacional de Conservación del Guanaco, Macrozona norte y centro de Chile, XV a VII Regiones. Corporación Nacional Forestal, Región de Atacama. Copiapó, Chile, 3 y 4 de Noviembre de 2010.
- 34) Grimberg, M.P. (Ed.) 2010. Plan Nacional de Conservación del Guanaco (Lama guanicoe, Müller 1776) en Chile: 2010-2015. Corporación Nacional Forestal, Gobierno de Chile. 42 pp.
- 35) Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones & A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965–1978.
- 36) Instituto de Botánica Darwinion. 2009. Flora del Cono Sur, Catálogo de las Plantas Vasculares. Academia Nacional de Ciencias Exactas, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. URL: <http://www2.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp> (con acceso 14 de Febrero de 2011)
- 37) Irby, L.R. Saltiel, J., Zidack, W.E., Johnson, J.B., 1997. Wild Ungulate Damage: Perceptions of Farmers and Ranchers in Montana. *Wildlife Soc. B.* 25, 320-329.
- 38) Iriarte, A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Ediciones. Barcelona, España. 420 pp.
- 39) Jiménez-Valverde, A. & J.M. Lobo. 2007. Threshold criteria for conversion of probability of species presence to either- or presence-absence. *Acta Oecologica*, 31, 361–369.



- 40) Lazo, I., Ginocchio, R., Cofré, H., Vilina, Y. y A. Iriarte. 2008. Nuestra diversidad biológica. En: Biodiversidad en Chile: Patrimonio y Desafíos (2ª Ed.) Comisión Nacional del medio Ambiente (CONAMA), Gobierno de Chile. Chile [web en línea]. Disponible en: http://www.conama.cl/librobiodiversidad/1308/articles-45158_recurso_1.pdf [con acceso el 16 de Febrero de 2011]
- 41) Lauvergne, J.J., Renierei, C., Frank, E., Hick, M. & M. Antonini. Descripción y Clasificación de los fenotipos de color de los camélidos domésticos sudamericanos. En: Renieri, C., Frank, E. & O. Toro (Coordinadores). 2006. Camélidos Sudamericanos Domésticos: investigaciones recientes: 159-165. Desco, Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo, Lima, Perú.
- 42) Lenth, B.E., Knight, R.L., Brennan, M.E. 2008. The effects of dogs on wildlife communities. Nat. Area. J. 28, 218-227.
- 43) Lesrauwaet A. & I. Maslov. 2000. Primera cruce inter-específica de llama (*Lama glama*) y guanaco (*Lama guanicoe*) como opción innovadora en la ganadería productiva de la Región de Magallanes: Informe Final. Proyecto FIA N° C97-2-P-088, Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 64 pp + Anexos.
- 44) Lima, S. L. & P.A. Zollner. 1996. Anti-predatory vigilance and the limits to collective detection: visual and spatial separation between foragers. Behavioral Ecology and Sociobiology 38:355-363.
- 45) Luebert F. & Plischoff P., 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 316 pp.



-
- 46) Medina, G. 2007. La tragedia de los perros vagos. Diario La Nación, Chile:
<http://www.lanacion.cl/prontus_noticias/site/artic/20070411/pags/20070411184211.html>
Downloaded on 12 August 2010
- 47) MacDonagh, E.K. 1940. Observaciones de guanacos cruzados con llamas. Revista del Museo de la Plata, Zoología 2(10): 5-84.
- 48) Mackenzie, D.I. & J.A., Royle. 2005. Designing occupancy studies: general advice and allocating survey effort. Journal of Applied Ecology 42: 1105-1114.
- 49) Maffei, L., Cuéllar, E. & A. J., Noss. 2002. Uso de trampas-cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitanía. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental 11: 55-65.
- 50) Marin, JC, Zapata, B, Gonzalez, BA, Bonacic, C, Wheeler, JC, Caseyc C, Bruford, M, Palma, RE, Poulin, E, Alliende, MA & AE Spotorno (2007) Sistemática, taxonomía y domesticación de alpacas y llamas: nueva evidencia cromosómica y molecular. Revista Chilena de Historia Natural 80: 121-140.
- 51) Marino, A. & R. Baldi. 2008. Vigilance patterns of territorial guanacos: the role of reproductive interests and predation risk. Ethology: 413-423.
- 52) Merkt, J.R., 1987. Reproductive seasonality and grouping patterns of the North Andean deer or Taruca (*Hippocamelus antisensis*) in Southern Perú. Wemmer:388-401.
- 53) Muñoz A.E. 2003. Estudio del conflicto entre dos ungulados nativos, guanaco (*Lama guanicoe*) y taruka (*Hippocamelus antisensis*), y la actividad agrícola Aymara en la precordillera andina de la I región de Tarapacá de Chile. Tesis Ingeniero Agrónomo,



Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile,
Santiago, Chile. 98 pp

- 54) Muñoz A.E. y C. Bonacic. 2006. Variación estacional de la flora y vegetación en la precordillera andina de la Comuna de Putre (I región de Tarapacá, Chile), durante el período 2002-2003. *Gayana Botánica*, 63(1): 75-92.
- 55) Muñoz-Schik, M., Pinto, R., Mesa, A. & A. Moreira-Muñoz. 2001. "Oasis de niebla" en los cerros costeros del sur de Iquique, Región de Tarapacá, Chile, durante el evento El Niño 1997-1998. *Revista Chilena de Historia Natural* 74: 389-405.
- 56) Ortega, I.M. & W. Franklin. 1995. Social organization, distribution & movements of a migratory guanaco population in the Chilean Patagonia. *Revista Chilena de Historia Natural*, 68: 498-500.
- 57) Raedeke, K.J. 1980. Food habits of the guanaco (*Lama guanicoe*) of Tierra del Fuego, Chile. *Turrialba*, 30(2): 177-181.
- 58) Raedeke, K.J. 1982. Habitat use by guanacos (*Lama guanicoe*) and sheep on common range, Tierra del Fuego, Chile. *Turrialba*, 32(3): 309-314
- 59) Redford, K.H. & J.F. Eisenberg (Eds.), 1992. *Mammals of the Neotropics, The Southern Cone. Volume 2: Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay*. University of Chicago Press, Chicago, USA. 430 pp.



-
- 60) Rundel, P.W., Gibson, A.C., Midgley, G.S. Wand, S.J.E., Palma, B., Kleier C. & J. Lambrinos. 2003. Ecological and ecophysiological patterns in a prealtiplano shrubland of the Andean Cordillera in northern Chile. *Plant Ecology* 169: 179-193.
- 61) Sarno R.J., & W. L. Franklin. 1999. Population Density and Annual Variation in Birth Mass of Guanacos in Southern Chile. *Journal of Mammalogy* 80(4): 1158-1162.
- 62) Sarno, R.J., Bank, M.S., Stern, H.S. & W.L. Franklin. 2003. Forced dispersal of juvenile guanacos (*Lama guanicoe*): causes, variation, and fates of individuals dispersing at different times. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 54(1):22-29.
- 63) Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), 2010. Lista completa de especies prohibidas de caza (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), División de Protección de los Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Agricultura, Chile: <[http://www.sag.cl/opendocs/asp/pagDefault.asp?boton=Doc54&argInstanciald=54&argCarpetald=299&argTreeNodosAbiertos=\(299\)\(-54\)&argTreeNodoSel=298&argTreeNodoActual=299](http://www.sag.cl/opendocs/asp/pagDefault.asp?boton=Doc54&argInstanciald=54&argCarpetald=299&argTreeNodosAbiertos=(299)(-54)&argTreeNodoSel=298&argTreeNodoActual=299)>. Downloaded on 16 February 2011
- 64) Sielfeld, W., Carrasco, C., González, G., Torres, J., Carevic, A. e Ilanino, I. (1988) Estudio de la Taruka (*Hippocamelus antisensis*) en Chile. Informe final Proyecto CONAF/PNUD7FAO-CHI/83/017, 97 pp.
- 65) Sielfeld, W., Carrasco, C. González, G. y J.C. Mura (1999) La taruka (*Hippocamelus antisensis*) en la población de Parinacota, Región de Tarapacá, Chile: población, hábitat y alimentación. *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso*, 24: 95-108.
- 66) Sielfeld K. W., J. Guzmán y N. Ledesma. 2004. Consultoría para el estudio poblacional de Guanacos y Tarukas asociadas a la producción agropecuaria de la precordillera de la



Provincia de Parinacota. Informe Final. Servicio Agrícola y Ganadero - Universidad Arturo Prat (UNAP). 54 pp.

- 67) Simonetti, J. 2006. Diversidad Biológica. En: Estado del medio ambiente Chile 2005. GEO – Universidad de Chile. Chile, 2006. Pp, 141 – 170.
- 68) Skewes, O. 2009. Manual de Huellas. Mamíferos Silvestres de Chile (nativos y exóticos) Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Concepción. Chile. 100 pp.
- 69) Trivelli, M.A. y V. Valdivia. 2009. Alcances sobre Flora y Vegetación de la Cordillera de Los Andes. Región de Arica y Parinacota y Región de Tarapacá. Segunda Edición. Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero, Santiago, Chile. 180 pp.
- 70) Universidad Arturo Prat 2004. Consultoría para el estudio poblacional de guanacos y tarukas asociados a la producción agropecuaria de la precordillera de la Provincia de Parinacota.
- 71) Véliz, C. & D. Hoces. Distribución potencial del guanaco y la vicuña en el Perú. En: Seminario Peruano de Investigación Agraria (SEPIA). 2007. Perú, El problema agrario en debate. SEPIA, CEDISA, Universidad Nacional de san Martín, IIAP, Tarapoto, Perú.
- 72) Villagrán, C., Armesto, J.J. y Arroyo, M.T.K. 1981. Vegetation in a high Andean transect between Turi and Cerro León in northern Chile. *Vegetatio*, 48: 3-16.
- 73) Villagrán, C., Castro, V., Sánchez, G., Hinojosa, F. y Latorre, C. (1999). La Tradición Altiplánica: Estudio Etnobotánico en Los Andes de Iquique, Primera Región, Chile. *Chungará*, 31(1): 81-186.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

-
- 74) Villagrán, C., Romo, M. y V. Castro (2003). Etnobotánica del sur de los Andes de la Primera Región de Chile: un enlace entre las culturas altiplánicas y las de quebradas altas del Loa superior. *Chungará*, 35(1): 73-124.
- 75) Weber, M. & S. González. 2003. Latin American deer diversity and conservation: a review of status and distribution. *Ecoscience* 10, 443-454.
- 76) Wheeler, J. 1995. Evolution and present situation of the South American Camelidae. *Biological Journal of the Linnean Society* 54: 271-295.

Áreas de investigación

Ciencias Animales, Medicina Veterinaria, Manejo de Vida Silvestre, Bienestar Animal, Conservación Biológica
Av. Vicuña Mackenna 4860 - Campus San Joaquín - Casilla 306 Santiago 22 - Chile
Fono: 56-2-686 4142 - Fax: 56-2-552 9435 - E-mail bona@uc.cl
www.fauna-australis.puc.cl



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

APÉNDICE 1. Listado de especies de plantas vasculares presentes en el hábitat de grandes herbívoros en Los Andes de la Región de Tarapacá

División	Clase	Tipo biológico	Origen geográfico
Familia	Especie		
Pinophyta	Gnetopsida		
Ephedraceae	<i>Ephedra breana</i> Phil.	herbáceo	nativo
Magnoliophyta	Magnoliopsida		
Asteraceae	<i>Ambrosia artemisioides</i> Meyen & Walp. ex Meyen	leñoso bajo	endémico
	<i>Baccharis boliviensis</i> (Wedd.) Cabrera	leñoso bajo	nativo
	<i>Baccharis tola</i> Phil.		nativo
	<i>Baccharis scandens</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	leñoso bajo	nativo
	<i>Baccharis</i> sp.		nativo
	<i>Coreopsis suaveolens</i> Sherff	leñoso bajo	endémico
	<i>Chuquiraga spinosa</i> Less. ssp. <i>rotundifolia</i> (Wedd.) C. Ezcurra	leñoso bajo	endémico
	<i>Diplostegium meyenii</i> Wedd.	leñoso bajo	endémico
	<i>Haplopappus</i> sp.	leñoso bajo	nativo
	<i>Lophopappus tarapacanus</i> (Phil.) Cabrera	leñoso bajo	endémico
	<i>Mutisia acuminata</i> Ruiz & Pav. var. <i>hirsuta</i> (Meyen) Cabrera	leñoso bajo	endémico
	<i>Mutisia hamata</i> Reiche	herbáceo	nativo
	<i>Ophryosporus pinifolius</i> (Phil.) R.M. King & H. Rob.	leñoso bajo	endémico
	<i>Parastrephia lepidophylla</i> (Wedd.) Cabrera		
	<i>Parastrephia quadrangularis</i> (Meyen) Cabrera	leñoso bajo	nativo
	<i>Parastrephia teretiuscula</i> (Kuntze) Cabrera		endémico
	<i>Senecio nutans</i> Sch. Bip.	leñoso bajo	nativo
	<i>Viguiera pazensis</i> Rusby	herbáceo	nativo
Brassicaceae	<i>Lepidium rahmeri</i> Phil.	herbáceo	endémico
Caesalpinaceae	<i>Senna birostris</i> (Dombey ex Vogel) H.S. Irwin & Barneby var. <i>arequipensis</i> (Meyen)	leñoso bajo	endémico
Cactaceae	<i>Browningia candelaris</i> (Meyen) Britton & Rose	suculento	endémico
	<i>Corryocactus brevistylus</i> (K. Schum. ex Vaupel) Britton & Rose	suculento	endémico
	<i>Maihueniopsis boliviana</i> (Salm-Dyck) R. Kiesling ssp. <i>echinacea</i> (F. Ritter) Faúnc	suculento	endémico
	<i>Cumulopuntia sphaerica</i> (C.F.Först.) E.F.Anderson	suculento	endémico
	<i>Oreocereus</i> aff. <i>leucotrichus</i> (Phil.) Wagenkn. ex F. Ritter	suculento	endémico
	<i>Oreocereus</i> aff. <i>varicolor</i> Backeb.	suculento	endémico
Caryophyllaceae	<i>Pycnophyllum bryoides</i> (Phil.) Rohrb.		nativo
Chenopodiaceae	<i>Atriplex</i> sp.		nativo
	<i>Atriplex imbricata</i> (Moq.) D. Dietr.	leñoso bajo	nativo
	<i>Chenopodium petiolare</i> Kunth	herbáceo	nativo
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	herbáceo	introducido
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia peplus</i> L.	herbáceo	introducido
Fabaceae	<i>Adesmia spinosissima</i> Meyen	leñoso bajo	nativo
	<i>Lupinus oreophilus</i> Phil.	leñoso bajo	endémico
	<i>Medicago lupulina</i> L.	herbáceo	introducido
Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. ex Aiton	herbáceo	introducido
Krameriaceae	<i>Krameria lappacea</i> (Dombey) Burdet & B.B. Simpson	leñoso bajo	nativo



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Laboratorio de investigación Fauna Australis

Ledocarpaceae	<i>Balbisia microphylla</i> (Phil.) Reiche	leñoso bajo	endémico
Loasaceae	<i>Nasa urens</i> (Jacq.) Weigend	herbáceo	nativo
Malvaceae	<i>Tarasa operculata</i> (Cav.) Krapov.	leñoso bajo	endémico
Scrophulariaceae	<i>Calceolaria inamoena</i> Kraenzl.	leñoso bajo	endémico
Saxifragaceae	<i>Escallonia angustifolia</i> C. Presl		nativo
Solanaceae	<i>Dunalia spinosa</i> (Meyen) Dammer	leñoso bajo	endémico
	<i>Fabiana ramulosa</i> (Wedd.) Hunz. & Barboza	leñoso bajo	endémico
	<i>Solanum chilense</i> (Dunal) Reiche	herbáceo	nativo
Verbenaceae	<i>Junellia</i> sp.	leñoso bajo	nativo
<i>Liliopsida</i>			
Cyperaceae	<i>Carex</i> sp.	herbáceo	nativo
Poaceae	<i>Cortaderia atacamensis</i> (Phil.) Pilg.	herbáceo	nativo
	<i>Deyeuxia</i> sp.		
	<i>Festuca orthophylla</i> Pilg.	herbáceo	nativo
	<i>Muhlenbergia peruviana</i> (P. Beauv.) Steud.	herbáceo	nativo
	<i>Poa</i> sp.	herbáceo	no determinado
	<i>Stipa</i> sp.	herbáceo	nativo

Áreas de investigación

Ciencias Animales, Medicina Veterinaria, Manejo de Vida Silvestre, Bienestar Animal, Conservación Biológica
Av. Vicuña Mackenna 4860 - Campus San Joaquín - Casilla 306 Santiago 22 - Chile
Fono: 56-2-686 4142 - Fax: 56-2-552 9435 - E-mail bona@uc.cl
www.fauna-australis.puc.cl