

**Informe final:**  
**El hábitat de la vicuña (*Vicugna vicugna* Molina, 1872) y  
su capacidad sustentadora en el altiplano de Parinacota (I  
Región de Tarapacá, Chile)**

**Alejandra Muñoz González. Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería  
Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Vicuña Mackenna 4860, Macul,  
Santiago.**

**Índice:**

	página
I. Resumen.....	3
II. Introducción.....	4
III. La vicuña: antecedentes generales.....	5
IV. Área de estudio.....	6
V. Características abióticas del hábitat de la vicuña.....	7
a) Clima.....	7
b) Hidrografía.....	8
c) Geomorfología.....	10
d) Suelos.....	11
VI. Características bióticas del hábitat de la vicuña.....	12
a) Vegetación.....	12
b) Fauna silvestre.....	17
c) Ganado doméstico.....	18
d) La población humana en el altiplano.....	20
VII. Productividad y capacidad de carga de praderas altiplánicas.....	22
VIII. Discusión y conclusiones finales.....	26
IX. Bibliografía.....	29

## I. Resumen:

La vicuña es un camélido sudamericano silvestre que habita en ecosistemas de altura de la Cordillera de los Andes centrales. La especie, tras su sobre-explotación, estuvo cercana al peligro de extinción en la década de los sesenta, momento desde el cual comenzó a protegerse. En gran parte de su distribución su recuperación ha sido satisfactoria; tal es el caso del altiplano de la Provincia de Parinacota, Chile, donde la población se ha recuperado a un nivel cercano a la capacidad de carga.

El monitoreo extensivo de la población de vicuñas en el altiplano de la Provincia de Parinacota, revela un sostenido crecimiento hasta el año 1990, cuando la población superaba los 25.000 individuos. Sin embargo, desde aquel entonces la población ha mostrado una tendencia a la disminución y en la actualidad, según los resultados censales del año el 2004, la población bordea los 15.000 individuos.

Ante estos antecedentes, en este trabajo se pretende realizar una descripción del hábitat de la vicuña para ahondar en el entendimiento de los factores que podrían estar afectando la dinámica poblacional. Para este efecto, se realizó una investigación bibliográfica de los elementos abióticos y bióticos del hábitat. En adición se realizó una expedición al área de estudio entre el 26 de abril y 4 de mayo, en la cual se muestreó la vegetación a través del uso de transectos. Se incluye una descripción general del ungulado en estudio, la vicuña y en el caso de los principales elementos bióticos influyentes, vegetación y ganado doméstico simpátrico, la revisión incluyo un análisis de su evolución a través del período del que se disponen los datos censales de vicuña, vale decir, desde 1975.

El área de distribución de la vicuña en la I Región es parte de una gran meseta ubicada en los Andes centrales. Su altura promedio cercana a los 3.700 km, es la principal condicionante de las características abióticas en el área. Se presentan bajas temperaturas. Las precipitaciones, cercanas a 300 mm al año, se encuentran concentradas durante el período estival; la mayor disponibilidad hídrica, junto al aumento de temperaturas, generan las condiciones favorables que hacen del verano el período de mayor actividad biológica. La amplitud térmica anual es de alrededor de 7° C pero la oscilación diaria más que duplica ese valor. La transparencia atmosférica, producto de la altura, es responsable de la alta pérdida de calor por radiación de la tierra en la noche, además de una alta radiación solar en el día.

Respecto a la hidrología, son importantes los cursos de agua que drenan hacia el oriente, pues poseen pendientes más suaves y escurren en forma más difusa permitiendo la formación de bofedales, con la consecuente generación de hábitat para vida silvestre. En efecto el altiplano, como su nombre lo dice, posee una orografía planiforme y elevada, y está constituido por rocas volcánicas de carácter ácido. Los tipos de suelos existentes son dependientes de las condiciones de hidromorfismo. Los suelos de secano son recientes pues presentan poca actividad biológica, dadas la falta de humedad y las bajas temperatura. En suelos bajo condiciones de escorrentía temporal o permanente y mal drenaje, donde crecen los bofedales, se presentan suelos orgánicos con gran desarrollo de un perfil constituido por material vegetal en distinto grado de descomposición.

Los principales tipos vegetacionales en el área son: el bofedal, el tolar, el pajonal, el queñoal y el llaretal. Los tipos que representan mayor importancia como recursos forrajeros son en orden descendente el bofedal, el pajonal y el tolar. El queñoal y

llaretal, asociados a terrenos rocosos y escarpados, carecen de aptitud forrajera. El bofedal es el tipo vegetacional de mayor importancia ganadera, aun cuando se distribuye en una superficie muy inferior respecto a los otros tipos presentes. La caracterización de la vegetación realizada en abril-mayo del año 2004 en distintos sectores del área censal de vicuña, coincidió con lo que la literatura consultada presenta.

La ganadería altoandina es la principal actividad económica de la comunidad Aymara residente. Desde sus inicios ha sido de tipo extensivo, en base al uso de praderas naturales, principalmente el bofedal. El ganado está constituido mayoritariamente por los camélidos domésticos llama y alpaca. Según los censos agropecuarios nacionales (INE) en el año 1976 y 1997 la Provincia de Parinacota aumentó su masa ganadera en tal período de 69.049 a 103.785; a nivel comunal, la Comuna de General Lagos, de menor superficie, mantuvo una masa mas bien constante, mientras que la Comuna de Putre más que triplicó el número de cabezas. El aumento es atribuible en casi su totalidad al aumento de llamas y alpacas. En cuanto a sus hábitos alimenticios, la alpaca prefiere comer especies tiernas y frescas de los bofedales, mientras la llama posee una dieta altamente fibrosa que crece en lugares áridos. Luego, la alpaca representaría mayor competencia para la vicuña por poseer similares hábitos alimenticios.

La población humana, así como el ganado, se encuentra dispersa y la densidad disminuye de norte a sur, a medida que también descienden las precipitaciones. Los datos censales del INE entre los años 1970 y 1992, muestran un rápido incremento de la población hasta el año 1982, y luego una sostenida caída hasta el año 2002. En forma neta, la población de Parinacota aumentó en alrededor de 20% como consecuencia de los cambios en la Comuna de Putre, pues la Comuna de General Lagos se mantuvo más bien estable.

En el altiplano de la Provincia de Parinacota hay alrededor de 350.000 ha de praderas. Troncoso (1983) y posteriormente Castellaro et al. (1998), estimaron la productividad de materia seca de bofedales en el sector de Parinacota. Troncoso describe una productividad que varía de 7.600 hasta 1.809 kg MS/ha. Castellaro, en cambio, calculó un promedio anual de disponibilidad de materia seca inferior entre 771 y 3.364 kg/ha. Este mismo autor realiza un estudio de la variación nutricional estacional de las praderas. De acuerdo a los resultados se concluye que la principal limitante para la producción animal es la concentración de energía metabolizable, mientras que la proteína cruda sólo es limitante durante el invierno. Por último, ambos autores calcularon la capacidad de carga teórica de los sitios estudiados; Troncoso estimó una capacidad de carga entre 4,28 y 2,09 alpacas, mientras Castellaro, quince años más tarde, estimó una capacidad de carga inferior entre 2,4 y 2,06 alpacas por ha/año.

Según los antecedentes, tanto por la recuperación de la población de vicuña como por el aumento de la masa ganadera, el área de estudio ha soportado en las últimas décadas una carga animal creciente, no obstante a principios de los ochenta se reportaba que estos sistemas eran utilizados por sobre su capacidad de carga. Según los factores del hábitat analizado se concluye que la disminución progresiva de la población de vicuñas registrada desde el año 1990 podría ser resultante de una mayor competencia por recursos con el ganado doméstico y una carga animal excesiva que ha ido mermando la capacidad sustentadora de las praderas altoandinas.

## II. Introducción

La vicuña es un camélido silvestre del sur de América que habita en ecosistemas de altura o “puneños” en los Andes de Bolivia, Chile, Perú y Argentina (Bonacic, 2002). En el siglo XVI la población total de vicuñas era de varios millones de individuos (Koford, 1957; Torres, 1992). Posteriormente, en la década de los sesenta del siglo pasado y tras su sobre-explotación, la especie estuvo cercana al peligro de extinción, época en la cual su población comenzó a protegerse en los países en los cuales se distribuye. En la actualidad, la población se ha recuperado satisfactoriamente en parte de su área de distribución. En el caso de Chile, el Programa de Conservación de la Vicuña establecido por CONAF (Corporación Nacional Forestal) a principios de la década de los setenta, recuperó la población desde el riesgo de la extinción a un nivel cercano a la capacidad de carga (Bonacic *et al.* 2002), lo que significa mayor competencia con el ganado doméstico existente y mayor presión sobre un frágil hábitat utilizado, en ciertos casos, por sobre su capacidad de carga.

Los requerimientos alimenticios de las vicuñas y de los otros herbívoros silvestres y domésticos del altiplano son satisfechos exclusivamente por las praderas naturales. Las condiciones ambientales en las que la vegetación se desarrolla son rigurosas, entre ellas, alta radiación solar, temperatura baja con amplia oscilación diaria y concentración de las precipitaciones (alrededor de 300mm/año) en el período estival (diciembre a marzo), mientras los restantes ocho meses se encuentran prácticamente carente de ellas. Así, en la vegetación del área es posible distinguir principalmente dos grupos: el que ocurre en terrenos húmedos con riego permanente o temporal y aquel desarrollado en condiciones de secano; la alta producción de pasturas del primero de ellos, conocido localmente como “bofedal”, convierte a estas áreas en sitios cruciales tanto para el ganado como para los herbívoros silvestres; en efecto, el ganado doméstico y los camélidos silvestres (vicuñas) en el altiplano chileno basan su alimentación en las praderas húmedas de los bofedales, no obstante constituir una superficie muy inferior respecto a los demás tipos vegetacionales presentes (Troncoso, 1983). En consecuencia, los bofedales son el foco de las actividades ganaderas (en llamas, alpacas y ovejas), además del sustento de una significativa proporción de la dieta de vicuñas.

Si bien es conocido el uso que las vicuñas hacen de los bofedales, las dinámicas en el crecimiento de la vegetación, la competencia con los herbívoros domésticos y la ecología de la población de la vicuña no son plenamente conocidas. Cómo, por ejemplo, la intensidad en el uso de ganado doméstico afecta la disponibilidad de hábitat para la vicuña es un tema fundamental pero dependiente de una compleja interrelación de factores, algunos de los cuales han sido registrados en el pasado.

El monitoreo extensivo de la población de vicuñas en Parinacota, Chile, revela una sostenida recuperación hasta el inicio de la década de los noventa, época desde la cual la vicuña manifestó una tendencia a la disminución hasta el presente. Aún así, el aumento poblacional neto de la vicuña en el altiplano de la I Región luego de su protección, a través de la creación de áreas silvestres protegidas en la década de los sesenta, lógicamente ha significado una mayor presión sobre el hábitat. Tomando en cuenta el aumento de ganado doméstico, principalmente camélido, en el área y las variaciones presentes en las precipitaciones anuales ocasionadas, entre otros efectos, por fenómenos como la corriente del niño, es difícil dilucidar si la capacidad de carga del altiplano está declinando y de ser así, si es por condiciones climáticas, por sobrepastoreo o por ambos.

### III. La vicuña, Antecedentes Generales

La vicuña (*Vicugna vicugna* Molina) es el más pequeño de los camélidos sudamericanos y la forma ancestral de la alpaca doméstica. Se distribuye desde 9° 50' en el Parque Nacional Huascarán en Perú, hasta 27° 0' latitud sur en las provincias de Atacama, Chile, y La Rioja, Argentina, en zonas altas de la Cordillera de los Andes, entre 3.000 a 4.600 m de altitud (Wheeler, 1991). En Chile se distribuye desde el límite norte del país hasta el Nevado Jotabeche y la laguna del Negro Francisco (27° 30'S) en la III Región de Atacama, con la mayoría de su población presente en la I Región (Glade & Cunnazza, 1992).

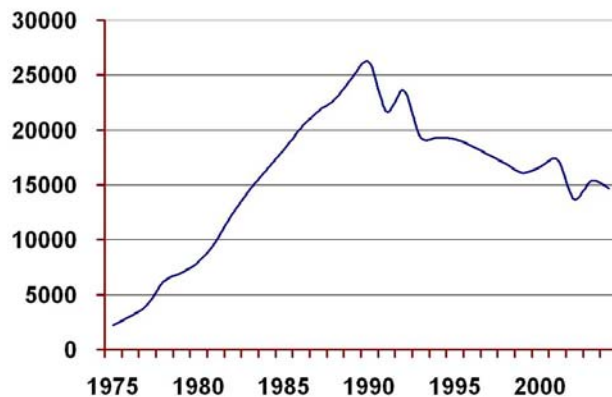
Respecto a sus características anatómicas, la cabeza de la vicuña es relativamente pequeña, con prominentes ojos y orejas. Su cuello es relativamente largo y su cuerpo es esbelto; según Torres (1994) una vicuña adulta pesa entre 40 a 50 kg (Torres, 1992).

La vicuña es un animal social. Los machos territoriales mantienen grupos familiares constituidos por el macho, hembras adultas y las crías menores de un año. El macho dominante establece y mantiene un territorio, cuyas dimensiones varían según características como calidad del forraje presente, entre otros recursos. Los grupos no reproductivos de vicuña están constituidos por machos solitarios sin territorio, de uno a cuatro años de edad, que han sido expulsados de grupos familiares, y además por machos de mayor edad que han perdido su territorio (Torres, 1992).

Dos subespecies geográficas de vicuña han sido descritas. La primera, *Vicugna vicugna vicugna* (Molina, 1872), la cual es encontrada al sur de los 18° de latitud sur. Esta subespecie es más grande y de un color más claro que la otra especie de distribución más nortina, *Vicugna vicugna mensalis* (Thomas, 1917). Ambas subespecies están presentes en Chile; *Vicugna vicugna mensalis* se ubica en el altiplano de La I Región de Tarapacá, mientras que *Vicugna vicugna vicugna* se distribuye en el altiplano de la II y III Regiones (Glade & Cunnazza, 1992).

En el área de estudio, los esfuerzos por la conservación de la vicuña fueron efectivos. A través del Programa de Conservación y Manejo de la Vicuña, se definió una zona de censo que abarca toda el área de existencia de la vicuña en el altiplano de la I Región. El área de censo abarca una superficie de alrededor de 4.900 km<sup>2</sup> incluida en la Provincia de Parinacota. Esta área puede dividirse en tres sectores administrativos. De norte a sur el primer sector es Caquena, el cual corresponde a terrenos privados; el segundo es Parque Nacional Lauca y el último es la Reserva Nacional las Vicuñas, ambos pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (Bonacic, 1998). La zona censal completa, para efectos técnicos de ejecución y análisis de censo, se subdivide en 32 sitios censales. En la siguiente figura se muestran los resultados de la zona censal entera:

**Figura 1:** Población de vicuñas en el área censal del altiplano de la Provincia de Parinacota (I Región de Tarapacá, Chile):



Fuente: CONAF (datos no publicados)

Como el gráfico muestra, se puede apreciar un incremento sostenido de alrededor de 2.500 vicuñas en 1975 hasta sobre 25.000 individuos a inicios de la década de los noventa. Desde este punto se aprecia una declinación oscilante pero persistente de la población hasta alrededor de la mitad de la máxima población alcanzada.

#### IV. Área de estudio

Los datos en los cuales se basa este estudio fueron tomados en la Provincia de Parinacota (I Región de Tarapacá de Chile), principalmente en el área de censo de las vicuñas establecido en la década de los setenta por el Programa de Conservación de la Vicuña (CONAF, 1986), y otros a nivel comunal y provincial. El área censal ( $19^{\circ}$  S  $69^{\circ}$  30' W) abarca una superficie de alrededor de 4.900 km<sup>2</sup> en el sector andino cordillerano.

**Figura 2:** Ubicación de los sitios censales de vicuña en la I Región de Chile:



En el extremo norte de Chile, la Cordillera de Los Andes pertenece a una gran unidad orográfica del macizo andino conocida como el Altiplano, cuyo origen se remonta a hace unos 25 millones de años, en los cuales gradualmente se elevó una planicie hasta cerca de los 4.000 metros sobre el nivel del mar. El Altiplano es una de las mayores mesetas o *plateaus* de la tierra, está localizado en la parte central de los Andes y es

compartido por Argentina, Bolivia, Chile y Perú (Charrier, 1993). Su altitud promedio, de alrededor de 3.700 metros sobre el nivel del mar, condiciona la existencia de características climáticas únicas en el continente (Aceituno, 1997). En efecto, el ambiente altiplánico presenta rigurosas características físicas; existe una baja concentración de oxígeno y dióxido de carbono en el aire, la humedad relativa es baja y existe alta radiación solar. Los suelos se encuentran pobremente desarrollados y presentan una escasa disponibilidad de nutrientes. Las temperaturas son bajas con una alta oscilación diaria y las precipitaciones ocurren concentradas temporalmente en los meses estivales, alternadas con marcados períodos de aridez (Marquet et al., 1998).

## V. Características abióticas del hábitat de la vicuña

A continuación se presenta una descripción detallada de los distintos aspectos abióticos en el área, realizada a partir de Conaf (1986) y Contreras *et al.* (1988):

### V.a) Clima

De acuerdo al sistema de clasificación de climas de Köeppen, el cual toma en cuenta simultáneamente precipitación y temperatura ajustadas a la distribución de los tipos de vegetación, en el hábitat de la vicuña de la I Región se presentarían tres climas:

#### Clima Desierto Marginal de Altura (BWH):

Comprende una faja angosta en la parte occidental de la distribución de la vicuña coincidiendo con el sector de precordillera. Constituye una transición entre el clima del Desierto Normal, ubicado hacia el oeste, y el clima de Estepa de Altura, ubicado más al oriente. Las precipitaciones presentan valores promedios crecientes con la altura que varían entre 50 a 200 mm, y se concentran de Diciembre a Marzo. Las temperaturas medias se asocian en forma inversa con la altura, siendo 0° C o menor en el límite superior. Las amplitudes medias anuales son de alrededor de 7° C, mientras que las variaciones diurnas de temperatura pueden duplicar ese valor. La humedad relativa se mantiene a niveles muy bajos.

#### Clima de Estepa de Altura (BSH):

Comienza a desarrollarse aproximadamente a partir de los 4.000 m de altitud, incluyendo toda la superficie conocida como altiplano o meseta altoandina. Las precipitaciones están estrechamente ligadas al movimiento del frente ecuatorial. Dicho frente, de bajas presiones, durante el verano desciende hacia el sur ubicándose en la parte central más ancha del continente sudamericano. De esta forma la estación lluviosa coincide con el verano y la seca con el invierno. Los montos anuales de precipitaciones se encuentran alrededor de 200 a 300 mm, lo que unido al incremento de la temperatura propio de la estación estival, constituyen condiciones favorables para el desarrollo de la vida en el paisaje estepario.

Para ilustrar las características térmicas se presenta el caso de la estación Parinacota, la cual posee una temperatura media anual igual a 1,4°C y un rango que varía entre un promedio de 3,8°C en verano y -2°C en invierno. La amplitud térmica media anual es de 7,1°C; no obstante, la oscilación térmica diaria puede alcanzar los 20°C, como consecuencia de una alta insolación diaria y una gran pérdida de calor por radiación de la tierra en la noche, debido a la transparencia atmosférica.

Este es el clima dominante en el área de distribución de la vicuña en la Provincia de Parinacota.

#### Clima de Hielo por Efecto de Altura (EFH):

Domina las altas cumbres a partir de los 5.000 m de altitud. En esta área no hay presencia de vegetación sino masas de nieve y hielo en forma permanente, las cuales experimentan avances y retrocesos según la época del año. Las precipitaciones son sólidas y su equivalente en agua líquida es de alrededor de 300 mm. Las temperaturas son bajas, principalmente en invierno, y la media en verano no alcanza 0°C. Al igual que en los casos anteriores hay una escasa humedad relativa y una gran transparencia atmosférica.

#### **V.b) Hidrografía:**

La configuración del relieve andino en la I Región, permite la formación de cursos de agua que corren tanto hacia la vertiente occidental (Océano Pacífico) como hacia la vertiente oriental (salares bolivianos).

La vertiente occidental está compuesta por cursos exorréicos y cursos endorréicos, con un escurrimiento de este a oeste. Entre la Línea de la Concordia y la quebrada de Tiliviche existen seis ríos que desembocan al mar: ríos LLuta, Azapa o San José, Vitor, Camarones, Tiliviche, y Taña o Camiña. En el sector comprendido entre la quebrada de Tiliviche y el río Loa, los cursos de agua no llegan al mar al ser absorbidos por la Pampa del Tamarugal comportándose como napas freáticas.

En la vertiente oriental los ríos son hidrológicamente más importantes que los de la vertiente occidental, tienen pendientes más suaves, escurren en forma difusa y permiten la formación de bofedales en los que se desarrolla la fauna silvestre y doméstica. Los ríos más importantes en esta vertiente, de norte a sur, son: Cosapilla, Lauca, Isluga o Arabilla y Collacagua.

En el área correspondiente al Parque Nacional Lauca los sistemas hidrográficos son de carácter endorreico, controlados por el relieve volcánico existente. El exorreismo sólo caracteriza la parte occidental del área, en donde existen partes de la cabecera del sistema río Lluta y río San José. A continuación se describen los principales sistemas hidrográficos del Parque Nacional Lauca:

#### Sistema río Lauca:

El río Lauca es el principal curso hidrográfico de este sistema y se origina en el bofedal de Parinacota, donde confluyen aguas provenientes principalmente del sistema lacustre Cotacotani. Desde su nacimiento el río escurre en dirección norte-sur y luego se desplaza hacia el este hasta alcanzar territorio boliviano.

El bofedal de Parinacota es una extensa depresión sobre la cual el agua escurre con muy poca pendiente, produciendo meandros y ensanchamientos lagunares, entre ellos la laguna de Parinacota. El principal afluente del bofedal es el río Desaguadero, desagüe superficial de la laguna grande de Cotacotani; además de éste, el bofedal es alimentado por numerosas vertientes, la más importante es la Vertiente Ojos de Agua o Grande de Parinacota, que brota próxima al pueblo del mismo nombre.



Todas las aguas que confluyen al bofedal de Parinacota, se reúnen en su extremo occidental en una angostura que origina el Río Lauca. Allí existe una bocatoma que capta aguas del río para llevarlas, a través del canal artificial Lauca, hasta la Central Hidroeléctrica de Chapiquiña. Aguas debajo de la bocatoma, el río Lauca recibe afluentes de poco caudal, entre los más importantes las quebradas de Ancocholloane, Vizcachane, Velaque y Vivaque. En el extremo sur-oriental del Parque se ubica el volcán Guallatire, cuyos deshielos constituyen la fuente de alimentación del río Guallatire, el afluente chileno más importante del río Lauca.

#### Sistema río Lluta:

En el área noroccidental del Parque se ubica un extremo del curso medio del sistema Lluta; en este lugar se ubican los Nevados de Putre, los cuales dan origen a varias vertientes que alimentan directamente al río Lluta, o al río Putre, uno de sus afluentes más importantes. Entre las principales vertientes que alimentan al río Putre están las quebradas Laitane, Churpalaco, Laruma, Sacanave, Pacollo y Taipicahue. Directamente al río Lluta fluyen las quebradas de Puxuma, Juchusguala y Ancolacalla.

En la parte occidental del Parque se ubican algunas cumbres del sistema orográfico de precordillera; en ellas se originan vertientes que también alimentan al río Putre, tales como las Quebradas de Japane, Jurasi y Ñuñumane.

#### Sistema río San José:

En el extremo suroccidental del Parque se ubica una pequeñísima parte de las cabeceras de la cuenca del río San José. El relieve es accidentado y se presentan algunas cumbres de la cadena precordillerana donde se originan pequeñas vertientes que alimentan afluentes del río San José; entre las más importantes están las quebradas Ingenio, Chapiquiña, Pachama y Belén.

#### Sistema lacustre Chungará:

Una serie de volcanes nevados cierran la cuenca, entre ellos Parinacota, Quisquisini, los Quimsachatas, Guallatire y Ajoya. El lago es alimentado por cauces superficiales que drenan las cumbres nevadas de los volcanes y por aportes subterráneos que descienden de los faldeos de los volcanes en forma de napas poco profundas. El tributario más importante del lago Chungará es el río Chungará, el cual representa alrededor de un 80% del total de aguas afluyentes al lago. En la ribera occidental del lago brotan las vertientes del Mal Paso y Ajata.

#### Sistema lacustre Cotacotani:

Las lagunas Cotacotani se sitúan a 4 km al noreste del lago Chungará. La superficie de aguas libres es de alrededor de 10 km<sup>2</sup>, incluyendo todas las lagunas que componen el sistema. Es característica de este sistema una gran cantidad de islotes que dislocan las lagunas debido al campo de lava donde se desarrollan. La profundidad máxima de la laguna mayor es de 20 m y su espejo de agua se sitúa alrededor de 17 m más abajo que la del lago Chungará. Ocasionalmente, en períodos lluviosos, las lagunas suelen comunicarse entre sí. La laguna mayor se alimenta principalmente de los deshielos del volcán Parinacota, que originan dos tributarios superficiales, el río Benedicto Morales y el río Encuentro. Además recibe aportes subterráneos del lago Chungará.

La laguna Cotacotani posee un drenaje superficial hacia el bofedal de Parinacota, a través de un umbral labrado entre los cerrillos de lava de bloque, dando origen al río Desaguadero.

### **V.c) Geomorfología:**

La expresión geomorfológica actual del hábitat de la vicuña en la Provincia de Parinacota es el resultado del efecto combinado de fuerzas exógenas y endógenas que se desarrollaron durante el terciario y cuaternario. Las grandes unidades morfoestructurales originadas por tales procesos y que caracterizan el área de estudio son: precordillera, altiplano, estructuras volcánicas sobreimpuestas y depósitos de lava moderna, entre los sistemas volcánicos.

#### Precordillera:

Corresponde a la cadena montañosa preandina, conocida como la Cordillera Central de Chapiquiña a la altura del Parque Nacional Lauca, que caracteriza el relieve de la parte occidental del área de estudio. Esta cadena representa a su vez el borde occidental del altiplano.

Su origen se debe al diastrofismo vertical en el segundo ciclo tectónico andino durante el Terciario inferior. Es la unidad más antigua del área de estudio y está constituida por rocas sedimentarias y volcánicas mesozoicas. Estas rocas constituyen a su vez, la base sobre la cual se han depositado materiales volcánicos y sedimentarios del lapso Terciario superior o Cuaternario reciente.

Incluye altitudes de hasta más de 5.000 m, destacando el cerro Vilasamani (4.482) y el cerro Chapiquiña (5.040). Es además interrumpida por algunos portezuelos que permiten la comunicación con el altiplano, tales como el portezuelo de Chapiquiña y de Putre. En general, el actual relieve es bastante irregular; las cumbres se encuentran altamente denudadas por la erosión, y los faldeos se componen de amplios depósitos de pie de monte, disectados por numerosas pequeñas quebradas.

#### Altiplano:

El altiplano o meseta andina se caracteriza por una orografía planiforme elevada, cuya altura promedio es de alrededor de 4.400 m sin grandes variaciones. El sustrato de esta unidad está constituido por rocas volcánicas de carácter ácido, principalmente riolitas e ignimbritas.

Su origen se explica con el inicio, junto con los movimientos tectónicos verticales en el Plógeno que terminaron con el solevantamiento de la cadena andina, de una actividad volcánica ligada a extensas efusiones fisurales, principalmente en forma de grandes flujos de tobas riolíticas.

#### Estructuras volcánicas sobreimpuestas:

Corresponden a las estructuras volcánicas que se han edificado por sobre los bloques del *plateau* riolítico. Sus materiales efusivos juegan un importante rol en el desarrollo de la red de drenaje y de los sistemas lacustres del área. Todas estas estructuras son de edad Pleistocena-Holocena, período en el cual se generaron numerosos estrato-volcanes y lavas domos, de composición en su mayor parte andesítica.

Dentro del Parque Nacional Lauca las estructuras volcánicas se organizan en dos cadenas, una en sentido longitudinal limítrofe con Bolivia, y otra cadena interior con sentido este-oeste. La primera cadena se inicia con los nevados de Payachatas conformados por el volcán Pomerape (6.252 m), volcán Parinacota (6.342 m) y los conos parásitos de Ajata. Al sur del paso Guacollo se continúa con los restos del volcán Quisiquisini y la cadena de los Quimsachatas, constituidos a su vez por el Humarata (5.730 m), Acotango (6.050 m), Capurata (5.978), culminando el sistema con el volcán Guallatire, activo en fase fumarolítica.

La cadena interior se inicia con los Nevados de Putre, conformados por el cerro Taapaca (5.815 m) y el Macizo Putre (5.500 m). Ellos se traslapan hacia el este con estratovolcanes y lavas domos que conforman el cerro Larancagua (5.430 m) y Guane-Guane (5.097 m). Paralelo a esta cadena hacia el sur, se levantan el domo Chucuyo, las calderas Ajoya y Lauca.

#### Depósitos de lava:

Los depósitos de lava moderna tienen amplia distribución al occidente del volcán Parinacota, rellenando la depresión comprendida entre éste, la caldera Ajoya y el Guane-Guane, lo que se denomina el campo de lavas de Cotacotani. El origen de las lagunas Cotacotani y el represamiento definitivo del lago Chungará, están relacionados con la morfología heredada de este manto de lavas. La génesis de los depósitos está designada por flujos de lavas andesíticas.

#### **V.d) Suelos:**

Los suelos presentes en el área de estudio se pueden agrupar según las grandes unidades fisiográficas ya descritas:

#### Precordillera:

Los suelos se desarrollan en condiciones de fuertes pendientes, a partir de rocas de variada naturaleza, andesitas, riolitas y en parte graníticas, lo cual no permite definir un perfil típico. En forma general, los suelos son en parte litosólicos y regolíticos, de colores pardo a pardo-grisáceos. Presentan un desarrollo incipiente y poseen texturas medias y gravosas en superficie, con cierto contenido arcilloso en profundidad. Los suelos presentan pedregosidad superficial moderada a abundante. El contenido de materia orgánica es bajo y decrece regularmente con la profundidad. Los pH varían desde ligeramente ácido a ligeramente básico.

Altiplano: en el piso altoandino propiamente tal, los suelos se han individualizado en tres grupos:

#### 1) Planicies aluviales y/o coluviales:

Corresponden a extensas planicies de topografía plana a ligeramente ondulada. La actividad biológica está restringida por las bajas temperaturas imperantes, la falta de humedad y la escasa retención de agua por el suelo. Los suelos son recientes. En general son arenas y gravas finas, débilmente alteradas. Su litología es heterogénea, correspondiendo a una mezcla de fragmentos riolíticos, andesíticos y gravas pumicíticas. La estratificación está dada principalmente por fenómenos aluviales y coluviales, e influenciada superficialmente por la acción del viento. Podrían ser clasificados como suelos grises a pardo-grisáceos del desierto, con inclusiones ocasionales de carácter más rojizo.

## 2) Formaciones turbosas:

Corresponden a formaciones de suelos orgánicos, denominados localmente como bofedales, desarrollados en condiciones de mal drenaje (hidromorfos), y que han alcanzado un notable desarrollo en planicies cerradas o fondos de quebradas del altiplano. El perfil del suelo es una masa fibrosa de raíces, tallos y hojas de plantas semi-acuáticas, vivas y en distinto estado de descomposición, con algo de material incluido (arenas y limos). En profundidad aumenta la descomposición de los materiales orgánicos y la producción de SO<sub>2</sub>. En los horizontes orgánicos se observan valores muy variables de pH, oscilando entre 5,6 y 8,6. Esta variación es aún más alta en los horizontes minerales, en donde los valores de pH oscilan entre 4,1 y 9,2. El contenido de materia orgánica es alto, en los horizontes minerales, alcanzado valores de hasta 14,85%. El espesor del perfil orgánico puede ser de un metro o más, descansando sobre un sustrato generalmente arenoso de aspecto grisáceo a negro.

Dentro del Parque Nacional Lauca, los suelos de este tipo de mayor extensión se ubican en los bofedales de Parinacota, Chungará, Las Cuevas y Ancocholloane.

## 3) Formas volcánicas:

Las estructuras volcánicas del altiplano generan un relieve abrupto. En la parte más alta se aprecian afloramientos rocosos, litosoles de muy débil desarrollo, gravas y arenas volcánicas. En las partes intermedias de laderas se presentan suelos litosólicos de escaso desarrollo, con pavimentos de erosión de gravas y arenas volcánicas y frecuentes afloramientos rocosos. Sus texturas son medias a gruesas, ligeramente estratificados y de poco espesor. Por último, en los faldeos de las estructuras volcánicas, los suelos son de espesor moderado a delgado, con pavimento de erosión de gravas de carácter coluvial, y de textura media a moderadamente fina.

## VI. Características bióticas del hábitat de la vicuña

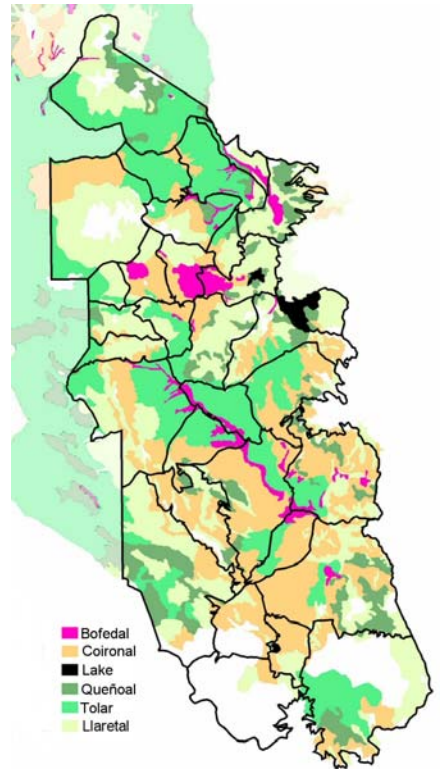
### VI.a) Vegetación

Respecto a la vegetación de la I Región, la característica más notoria que posee es su marcada segregación en función de la altitud y, por consiguiente, del clima. En el desierto occidental es el déficit hídrico extremo el que determina la ausencia de plantas; hacia el oriente la pluviosidad aumenta hasta llegar a su máximo en la cordillera andina. En ella encontramos un desierto frío de altura cuya ausencia de vegetación ya no se debe a la falta de lluvias, sino que a las temperaturas extremadamente bajas. Entre estos dos extremos desprovistos de vegetación se sobrepone, de oeste a este y a medida que la precipitación nivopluvial aumenta, una serie de unidades vegetacionales con aptitudes pastorales en aumento. Son éstas: (1) el desierto marginal; (2) el tolar o jaral; (3) el ichual o coironal y (4) el bofedal. Se intercalan a estas formaciones más importantes otras de menor relevancia pastoral y a menudo asociadas a hábitats escarpados y rocosos como, por ejemplo, el queñoal, el llaretal y el ojaral (Conaf, 1981).

En el altiplano de la I Región de Chile específicamente, según De Carolis (1987), las principales asociaciones vegetales son el bofedal (Asociación *Oxychloe andina*), pajonal o coironal (Asociación *Festuca ortophylla* – *Deyeuxia breviaristata*), tolar (Asociación *Festuca ortophylla* – *Parastrephia lucida* o *Parastrephia quadrangularis*), llaretal (Asociación *Azorella compacta* – *Parastrephia quadrangularis*) y queñoal (asociación *Polylepis tomentella* (= *Polylepis tarapacana*)-*Festuca* sp.). El desarrollo de una u otra

comunidad vegetal está supeditado a su posición espacial en la cuenca (Troncoso, 1983). En la figura 3 se muestra la distribución de los principales tipos vegetacionales en el área de estudio.

**Figura 3:** Tipos vegetacionales presentes en las áreas censales de vicuña en la Parinacota de Parinacota (I Región)



Las asociaciones vegetales que representan los recursos forrajeros de mayor importancia son en orden descendente el bofedal, el pajonal y el tolar. El llaretal y queñoal no tienen prácticamente valor como recurso forrajero para el ganado doméstico (De Carolis, 1987). En términos generales, las praderas altiplánicas son un ejemplo excepcional de adaptabilidad de las especies vegetales a condiciones medioambientales difíciles. Entre otras cosas deben resistir: bajas temperaturas, temperaturas extremas en la jornada, sequías, insolación, erosión eólica e hídrica, deficiencia de nutrientes en el suelo, exceso de áreas descubiertas y compactación del suelo por sobrepastoreo (Alzérreca *et al.*, 2001).

A continuación se presentan una descripción más detallada de las formaciones vegetacionales presentes:

Tolar (de la voz aymara *t'hola* o arbusto):

En el tolar prosperan algunas especies de valor forrajero tales como algunas especies de los géneros *Adesmia*, *Senecio* y *Acantholippia*.

En las épocas secas el tolar constituye un recurso pastoral fundamental de ramoneo. Únicamente en la franja de transición con el coironal, el tolar se presenta entremezclado con gramíneas perennes. El ramoneo que proveen las tolas es importante no sólo en la

estación seca sino también en los meses de más bajas temperaturas, cuando el bofedal debe ser rezagado.

Las dos especies de *Parastrephia* (*P. lepidophylla* y *P. lucida*), no obstante sus contenidos de resina que las hacen suponer impalatables, son usualmente ramoneadas y a veces en forma intensa como sucede en la cuenca de Isluga. Los contenidos de proteína relativamente bajos no deben desestimarse en una época en que este principio es limitante en los forrajes herbáceos del coironal, alcanzando valores inferiores al 3% (Conaf, 1981).

La mayor parte de las tolas imprimen un sabor desagradable a la carne de los animales que la consumen, sin embargo, su importancia en la dieta de mantención y como suplemento proteínico y de caroteno es evidente. Cabe mencionar que se observa una notable variación en la palatabilidad dentro de la población. A pesar de su menor abundancia en el tolar, las especies del género *Senecio* se destacan por su alta palatabilidad. Aunque menos palatables que el arbusto anterior son también importantes las especies del género *Adesmia*. No obstante la gran cantidad de espinas que posee la mayor parte de *Adesmia* spp. de cordillera, su ausencia o escasa representación en muchas comunidades obedece al sobrepastoreo al que han sido expuestas (Conaf, 1981).

#### Pajonal, coironal o ichual (de la voz aymara *ichu* o paja):

Entre los 3.300 y 3.800 msnm, dependiendo de la latitud, se presenta la formación de ichual, coironal o estepa de gramíneas perennes, cuya importancia pastoral radica más bien en su extensión geográfica (aproximadamente 1.000.000 de hectáreas) que en la calidad de su forraje (Contreras *et al.*, 1988). Los pajonales predominan en planicies arenosas, de origen aluvial y/o coluvial; las comunidades vegetales están dominadas por gramíneas cespitosas, cuyas especies principales son: *Festuca ortophylla* y *Deyeuxia breviaristata* y *Pycnophyllum molle*, una planta en cojín. Alternadamente se encuentran especies arbustivas, tales como *Parastrephia quadrangularis*, *Parastrephia lucida*, *Adesmia* sp., *Astragalus arequipensis*, y varias especies del género *Senecio* (Conaf, 1986).

Además de las limitantes nutricionales, las cuales varían considerablemente según la temporada, el consumo del coironal está también determinado por la escasa disponibilidad de agua durante gran parte del año. No obstante, la calidad nutritiva así como la palatabilidad del coironal puede dirigirse en cierta medida a través del uso racional del fuego como una manera de estimular el rebrote tierno. Hojas de *Festuca ortophylla* con distinto grado de madurez, una de las especies dominantes de esta unidad vegetacional, fueron analizadas (Conaf, 1981). Los resultados reflejan el deterioro de la calidad forrajera que se produce con el tiempo y particularmente durante la estación seca. La evaluación de la variación nutricional estacional de las especies del coironal es fundamental para incluir esta formación vegetal en un sistema de utilización integrada.

#### Bodefal:

El bofedal está constituido por la formación de tundra o vega que se desarrolla en valles y laderas del altiplano debido a la existencia de lagunas y cursos de agua temporal o permanente. Las formas vegetacionales son del tipo cespitoso, formando colonias densas con un microrelieve ondulado característico, desarrolladas sobre un estrato de turba bastante gruesa. Se desarrollan donde existe agua corriente, no así en áreas de

aguas estancadas, en las cuales por acción de la evaporación éstas rápidamente se hacen salinas, provocando la muerte de las plantas que conforman el bofedal.

Las primeras expresiones del bofedal se encuentran en las formaciones de vega de altura que se extiende a ambos costados de los cursos de agua. Estas formaciones por lo general limitan abruptamente con el tolar y/o el ichual. A medida que el relieve se suaviza hasta constituir la meseta altiplánica, el drenaje del agua proveniente de nieve, lluvia y deshielo de los glaciares circundantes se dificulta, dando origen al bofedal propiamente tal o vegas de vastas dimensiones (Conaf, 1981).

Las comunidades vegetales del bofedal están constituidas por juncáceas y gramíneas principalmente. Incluye un complejo florístico cuyas especies más representativas son *Oxychloe andina*, *Carex incurva*, *Festuca rigescens*, *Werneria pygmaea*, *Gentiana prostrata*, *Azolla filiculoides*, *Lilaeopsis macrolepis*, *Distichia muscoides* (Conaf, 1986). Según Contreras *et al.* (1988), los sectores más húmedos del bofedal están constituidos por *Oxychloe andina* y *Distichia muscoides*, mientras que en los sectores más secos del bofedal, la comunidad vegetal está conformada en base a *Festuca* spp. y *Deyeuxia* spp. En exclusiones naturales, es decir, islotes rodeados de agua dentro del bofedal tipo *Oxychloe andina* domina la gramínea *Deyeuxia crysantha* (Troncoso, 1983).

El bofedal méxico se encuentra en los terrenos elevados marginales, donde la menor humedad induce cambios vegetacionales y florísticos. Así, donde la napa freática se encuentra a mayor profundidad, dominan las gramíneas perennes de los géneros *Deyeuxia* (= *Calamagrostis*), *Festuca*, *Stipa* y otras cuyo aporte es también importante para la alimentación del ganado. Estas áreas están principalmente ocupadas por esas especies gramíneas con un contenido de proteína medio a bajo. Las especies anuales presentes en el bofedal, restringidas exclusivamente al período de lluvias, no poseen importancia en la cobertura vegetal debido a su bajo porcentaje de frecuencia.

En las pozas y lagunas abunda la flora acuática representada por algas y plantas superiores. Este es el caso del laite, llaite o laita, alga parda esférica que en los análisis bromatológicos se destacara por su contenido muy alto de proteínas próximo al 20%. Son también importantes como recursos forrajeros *Elodea potamogeton*, *Lilaeopsis andina*, *Myriophyllum elatinioides*, *Lemma giba*, *Azolla filiculoides* y otras especies acuáticas (Conaf, 1981).

El bofedal es la formación natural de mayor importancia ganadera no obstante ocupar una superficie geográfica considerablemente menor que las anteriores. El bofedal se explota principalmente con camélidos (Troncoso, 1983; De Carolis, 1987; Castellaro *et al.*, 1988; Contreras *et al.*, 1988)

#### Llaretal:

El llaretal es una comunidad vegetal que prevalece en superficies relativamente reducidas, altamente rocosas, a partir de los 4.000 m.s.n.m. El paisaje vegetal está dominado por comunidades de plantas pulvinadas, y su elemento característico lo constituye la llareta (*Azorella compacta*), planta que prospera en faldeos escarpados y rocosos sometidos a procesos pedogenéticos muy incipientes. Asociada a ella crecen especies arbustivas y herbáceas, tales como *Festuca ortophylla*, *Pycnophyllum molle*, *Nototriche pulverulenta*, *Senecio adenophyllus* (Conaf, 1986).

La llareta carece de aptitudes forrajeras; las especies susceptibles de proporcionar ramoneo son, básicamente, las especies arbustivas que constituyen el tolar (Conaf, 1981).

#### Queñoal:

El queñoal, constituido por la especie *Polylepis rugulosa* en precordillera, y por *Polylepis tarapacana* en el altiplano, es la única unidad arbórea natural en el mundo capaz de crecer a más de 4.000 m.s.n.m. (3.200-4.500). Las queñoas no presentan vestigios de ser ramoneadas, las mermas en los tamaños poblacionales obedecen a cosechas realizadas por el hombre. Es relevante mencionar que aparte de algunos individuos aislados de *Eucalyptus*, la queñoa constituye el único recurso maderero; en efecto la queñoa lleva una larga trayectoria de sobreexplotación (Negrete, 1997; Marquet *et al.*, 1998; Muñoz, 2003).

#### Expedición a terreno:

Si bien en el presente estudio se trabaja con datos existentes de diversas fuentes, muchos de ellos registrados por décadas, entre el 26 de abril y 4 de mayo de 2003 se realizó una expedición en donde se recorrió de norte a sur (desde Caquena a Surire) parte de la zona donde se ubican los sitios censales de vicuñas delimitados por Conaf. En este trayecto se fueron tomando datos para describir la flora y vegetación de las distintas comunidades vegetales en donde se avistaron vicuñas, a través del uso de transectos. A continuación se presenta una tabla con la información de los sitios de muestreo:

**Tabla 1:** Ubicación y descripción de los sitios de muestreo

n°	coordenadas UTM		altura [m]	tipo de sitio
	x	y		
1	460446	7981315	4445	tolar-pajonal
2	460445	7981316	4445	bofedal
3	461863	7968959	4307	tolar-pajonal
4	461863	7968959	4307	bofedal
5	489128	7932402	4204	pajonal muy claro
6	489432	7933175	4200	bofedal
7	489895	7932584	4203	tolar
8	489071	7910358	4356	tolar
9	490219	7909419	4371	bofedal
10	492498	7912552	4318	pajonal muy claro

No fueron descritos los ecosistemas de queñoal y llareta por su escasa aptitud forrajera, ni las comunidades acuáticas, pues si bien poseen especies de alta aceptabilidad, su superficie es muy inferior al del resto de las comunidades vegetales.

A partir de los datos obtenidos en los transectos se estimó la cobertura vegetal y la contribución de las distintas especies vegetales en cada uno de los sitios de muestreo. Los datos se presentan en la tabla 2. La categoría pastos fue usada para denominar especies gramíneas que carecían de órganos reproductivos al momento del muestreo lo cual imposibilita su identificación; por lo tanto, esta categoría podría agrupar a más de una especie. Al momento de análisis de la cobertura y riqueza de especies, debe tenerse



cuenta que los datos fueron tomados alrededor de inicios de mayo, lo que corresponde a un período posterior al paso de las lluvias, en el cual algunas hierbas anuales ya murieron luego de haber sembrado y en donde la disminución de la temperatura está llevando a las plantas a un receso invernal.

**Tabla 2:** Cobertura vegetal, absoluta y relativa, y riqueza de especies de los sitios de muestreo

Especie	Número de sitio									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Oxychloe andina</i>		17,9		24,4		98,9			25	
<i>Deyeuxia curvula</i>		26,8		12,8		1,1			69,4	
<i>Deyeuxia breviaristata</i>	3,2				71,4		31,3	2,9		82,8
<i>Carex incurva</i>				46,2						
<i>Parastrephia lucida</i>							62,5			
<i>Parastrephia lepidophylla</i>	77,4							97,1		
<i>Festuca ortophylla</i>	12,9	44,6	12,5							
pastos	3,2		66,7	1,3						
<i>Pycnophyllum bryoides</i>			16,7		28,6					17,2
<i>Werneria pygmaea</i>		8,9		2,6			6,3			
<i>Werneria poposa</i>				3,8					5,56	
<i>Festuca nardifolia</i>				5,1						
<i>Plantago barbata</i>				2,6						
<i>Astragalus arequipensis</i>			4,2							
<i>Baccharis</i> sp.	3,2									
<i>Gentiana prostrata</i>		1,8								
<i>Ranunculus uniflorus</i>				1,3						
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Cobertura vegetal absoluta (%)	31	56	24	79	21	87	16	34	36	29
Riqueza de especies	5	5	4	9	2	2	3	2	3	2

Se comparó la composición y cobertura de los sitios muestreados con las descritas en las comunidades vegetales del bofedal de Parinacota según Troncoso (1983). Los sitios de muestreo correspondieron a tolares, coironales y bofedales, entre los cuales estaban cinco de los ocho tipos vegetales descritos por este autor, tipos vegetales determinados por la especie más abundante; éstos son: *Oxychloe andina*, *Carex incurva*, *Deyeuxia curvula*, *Festuca ortophylla* y *Parastrephia lucida*.

Como se aprecia en la tabla 2, la mayor cobertura del suelo por especies vegetales y la mayor riqueza de especies ocurren en los bofedales. No obstante, se puede apreciar alta variabilidad dentro de los bofedales resultante, principalmente, de la disponibilidad hídrica y su continuidad en el tiempo, además del contenido de sales presentes. La baja riqueza de algunos bofedales puede deberse a un exceso de carga animal; según Hoffmann y Otte (1979) el exceso de carga animal y sobrepastoreo produce, entre otros efectos, una disminución de la proporción de las especies más palatables y un incremento de las especies menos aceptadas por los herbívoros (citado por Troncoso, 1983).

## VI.b) Fauna silvestre (según Rundel, 2000)

### Mamíferos:

La riqueza de mamíferos en el área es relativamente pequeña, incluyendo aproximadamente 31 especies, sin considerar murciélagos. Entre los grandes mamíferos,

además de la vicuña, se encuentra el guanaco (*Lama guanicoe*), con la cual existe un pequeño traslape de ellos y vicuñas entre 4.000 a 4.200 m de altitud, con una mínima competencia de recursos.

La taruca (*Hippocamelus antisensis*), el tercer ungulado del área, no compartiría prácticamente hábitat con la vicuña por encontrarse bajo los 4.000 m de altitud, restringido en el sector nortino de la estepa arbustiva.

Seis carnívoros habitan el área de estudio, entre ellos el puma (*Puma concolor*), el zorro culpeo (*Dusicyon culpaeus*), el gato andino (*Felis jacobita*) y el gato colocolo (*Felis colocolo*).

Entre los mamíferos, la familia de los roedores es la más abundante, diversa y con mayor cantidad de especies de distribución local, incluyendo un total de 22 especies. Según Marquet (1994) el altiplano ha sido una zona de activa especiación entre roedores, muchos de ellos con la habilidad de sobrevivir en altitudes extremadamente altas. El roedor más visible y carismático de la zona es la viscacha (*Lagidium viscaria*). El tuco-tuco (*Ctenomys opimus*) es otro roedor abundante.

#### Avifauna:

La avifauna presente en el área de estudio es abundante y diversa, lo cual es sorprendente dado un ambiente tan extremo. Se encuentran más de 140 especies de ave lo que representa alrededor de un tercio de la avifauna de Chile. En las abiertas áreas de pajonales (*Festuca* sp., *Stipa* sp.) viven diversas especies, entre ellas, el ñandú (*Pterocnemia pennata*), la perdiz de la puna (*Tinamotis pentlandii*) y la perdiz cordillerana (*Nothoprocta pentlandii*). Sin embargo, la mayor diversidad de avifauna del área se encuentra en los hábitats húmedos (bofedales y lagunas). La comunidad de especies acuáticas en el lago Chungará es particularmente diversa incluyendo más de cien especies de aves; las especies más abundantes son la tagua gigante (*Fulica gigantea*), el blanquillo (*Podiceps occipitalis*) y el pato jergón chico (*Anas flavirostris*). En adición, el área de estudio es uno de los pocos lugares en el mundo donde coexisten tres especies de Flamenco; Ellos son el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), el flamenco andino (*Phoenicopterus andinus*) y el flamenco chico o de James (*Phoenicopterus jamesi*). Entre las aves rapaces y carroñeras se encuentra el cóndor (*Vultur gryphus*), el aguilucho de la puna (*Buteo poecilochrous*) y el carancho cordillerano (*Phalacrocorax megalopterus*).

#### **VI.c) Ganado doméstico**

Los ecosistemas altoandinos han sido utilizados para desarrollar la ganadería desde hace miles de años (Glade, 1992; Torres, 1992). En el altiplano de Parinacota, la producción pecuaria es de tipo extensivo y se basa exclusivamente en el uso de praderas naturales, principalmente, el típico pastizal altiplánico llamado bofedal (Troncoso, 1983). El ganado está conformado mayoritariamente por camélidos sudamericanos domésticos, vale decir, alpacas y llamas; en efecto, la I Región de Tarapacá contiene la mayor cantidad de alpacas y llamas entre todas las regiones del país, y de ellos más del 90% se encuentran en el altiplano de la Provincia de Parinacota (Castellano *et al.* 1999).

En términos de conservación de la vicuña, el ganado doméstico compete con ella por recursos, sin embargo, se debe considerar que la ganadería constituye la principal

actividad económica de las comunidades altoandinas de la zona, siendo la agricultura menos practicada por las condiciones ambientales imperantes (González *et al.*, 1991; Castro, 1997; Castellaro, 1999).

En la tabla 3 se presenta la masa de ganado doméstico según el V y VI Censo Nacional Agropecuario del INE, realizados durante 1976 y 1997 respectivamente, en la Provincia de Parinacota y sus Comunas de Putre y General Lagos (INE 1976, 1997):

**Tabla 3:** Masa de ganado doméstico en la Provincia de Parinacota y las Comunas de Putre y General Lagos durante el V (1975-76) y VI (1997) Censos Nacionales Agropecuarios (INE)

tipo de ganado	General Lagos		Putre		Parinacota	
	1976	1997	1976	1997	1976	1997
llamas	20289	18904	9280	30613	29569	49517
alpacas	8349	11760	9301	23624	17650	35384
ovinos	11488	7401	8819	9053	20307	16454
bovinos	8	14	614	1140	622	1154
caprinos	7	3	158	772	165	775
mulares y asnales	89	101	349	244	438	345
caballares	2	0	154	119	156	119
porcinos	77	5	65	32	142	37
<b>Total cabezas</b>	<b>40309</b>	<b>38188</b>	<b>28740</b>	<b>65597</b>	<b>69049</b>	<b>103785</b>

Como se puede apreciar en la tabla, notables cambios han ocurrido en los 20 años entre censos. En 1976 la Comuna de General Lagos poseía más cabezas de ganado que la Comuna de Putre, mientras su superficie (2.244,4 km<sup>2</sup>) equivale sólo a un tercio del total de la Provincia de Parinacota (8.146,9 km<sup>2</sup>); lo anterior se traducía en una mayor densidad de animales domésticos. El siguiente censo realizado en 1997, mostró que el total de cabezas de animales domésticos se mantuvo relativamente estable en la Comuna de General Lagos mientras que la Comuna de Putre más que triplicó la cantidad observada en 1976.

La Comuna de General Lagos, a excepción del caso de los camélidos domésticos, mantuvo una cantidad de animales más bien estable. Las llamas y los ovinos disminuyeron su población, mientras que las alpacas fueron las únicas con un aumento significativo. En el caso de la Comuna de Putre el número de cabezas aumentó en casi todo el tipo de ganado, siendo el aporte más significativo (más del 95% del aumento de cabezas) el del ganado camélido.

En general, a nivel de la Provincia de Parinacota, el número de cabezas de ganado aumentó desde 69.049 en 1976 a 103.785 en 1997. El aumento es atribuible casi en su totalidad a la mayor cantidad de camélidos domésticos. El ganado ovino, en cambio, fue el único que presentó una disminución significativa, disminuyendo a la mitad su participación relativa dentro del total de animales domésticos.

Respecto al ganado camélido, diversos autores coinciden en señalar que existen diferencias tanto en los hábitos alimentarios como en los ambientes que ocupan llamas y alpacas. Mann (1951) señala que la influencia desde el punto de vista ecológico de estas dos especies es distinta debido a sus hábitos alimentarios diferentes (citado por De Carolis, 1987). Según Cardozo (1984), la alpaca prefiere como hábitats lugares de

suelos húmedos, de vegas tales como los bofedales (De Carolis, 1987). Las especies vegetales que prefieren son especies tiernas, frescas, de baja estatura. Según Gade (1977), las alpacas en comparación con las llamas seleccionan más el pasto que consumen (citado por De Carolis, 1987). Por su parte, según Cardozo (1984), la llama se asocia a lugares secos y áridos y su dieta proviene de esos ambientes, por ende, su alimentación es altamente fibrosa, excepto durante la época de lluvias. Le apetecen más incluso las especies de los pajonales que las especies suculentas de las vegas. También al igual que el guanaco, consume los pastos largos y suaves que prosperan en las zonas bajas y desérticas (citado por De Carolis, 1987). Según León (1932), son parte de su alimento las partes tiernas de las gramíneas del pajonal y las plantas que crecen asociadas, particularmente de los géneros *Festuca*, *Poa*, *Deyeuxia* (= *Calamagrostis*), *Agrostis* y otras plantas herbáceas como *Muhlenbergia legularis* y *M. festigrata* (citado por De Carolis 1987). De acuerdo a Troncoso (1983), la especie *Oxychloe andina* es consumida principalmente por la llama, siendo que para el resto del ganado altiplánico la aceptabilidad es baja. De este modo, la alpaca representaría mayor presión sobre el hábitat de la vicuña que la llama al tener hábitos alimenticios muy similares.

La actitud de las vicuñas hacia el ganado doméstico, según Glade (1982), es mantenerse alerta, pues si bien se mezclan con alpacas, llamas y ovejas, evitan ponerse en su camino cuando se dirigen hacia los bofedales.

#### **VI.d) La Población humana en el altiplano**

La población humana del área de estudio es en una amplia mayoría perteneciente a la etnia Aymara, la cual forma un componente mayoritario o exclusivo en el altiplano y valles altos (González *et al.*, 1991). Como se mencionó previamente, la actividad ganadera constituye el principal pilar en el desarrollo de las comunidades altoandinas del área (Castellaro *et al.*, 1998). Respecto a su distribución, la población se encuentra dispersa y la densidad disminuye de norte a sur a medida que disminuyen las precipitaciones y, en consecuencia, la disponibilidad de forraje para el ganado. De este modo, la población se agrupa en sectores aledaños a los bofedales y las principales concentraciones en el altiplano de la Provincia de Parinacota son los poblados de Visviri, Caquena, Parinacota y Guallatire (Troncoso, 1983).

La sociedad andina se ha manifestado culturalmente en una variedad de acciones que han representado soluciones a los problemas de la supervivencia en ambientes difíciles, como lo son los ambientes de altura: prácticas de manejo de la tierra y agua, selección de cultivos, dietas alimenticias, estructuras sociales, lenguaje, creencias religiosas, la música y el arte; sin embargo, a excepción de la gran minería y la producción agrícola mercantil en valles bajos, la zona rural del norte del país no se ha favorecido por el modelo económico del libre mercado imperante en las últimas décadas, en consecuencia la mayor parte de la población vive en condiciones de pobreza (Castro, 1997).

En la tabla 4 se presenta la población arrojada por los censos poblacionales desde 1970 para la Comuna de Putre, Comuna de General Lagos, y la suma de ambas, la Provincia de Parinacota.

**Tabla 4: Población de las Comunas de Putre y General Lagos, y la Provincia de Parinacota, período 1970-2002 (INE)**

<b>Región administrativa</b>	<b>año</b>	<b>hombres</b>	<b>mujeres</b>	<b>total</b>
<b>Provincia de Parinacota</b>	<b>1970</b>	<b>1370</b>	<b>1211</b>	<b>2581</b>
<b>Comuna de Putre</b>	<b>1970</b>	<b>972</b>	<b>795</b>	<b>1767</b>
<b>Comuna de General Lagos</b>	<b>1970</b>	<b>398</b>	<b>416</b>	<b>814</b>
<b>Provincia de Parinacota</b>	<b>1982</b>	<b>3075</b>	<b>1368</b>	<b>4443</b>
<b>Comuna de Putre</b>	<b>1982</b>	<b>2468</b>	<b>888</b>	<b>3356</b>
<b>Comuna de General Lagos</b>	<b>1982</b>	<b>607</b>	<b>480</b>	<b>1087</b>
<b>Provincia de Parinacota</b>	<b>1992</b>	<b>2547</b>	<b>1268</b>	<b>3815</b>
urbana	1992	841	362	1203
rural	1992	1706	906	2612
<b>Comuna de Putre</b>	<b>1992</b>	<b>2012</b>	<b>791</b>	<b>2803</b>
urbana	1992	841	362	1203
rural	1992	1171	429	1600
<b>Comuna de General Lagos</b>	<b>1992</b>	<b>535</b>	<b>477</b>	<b>1012</b>
urbana	1992	0	0	0
rural	1992	535	477	1012
<b>Provincia de Parinacota</b>	<b>2002</b>	<b>2106</b>	<b>1050</b>	<b>3,156</b>
urbana	2002	918	317	1235
rural	2002	1188	733	1921
<b>Comuna de Putre</b>	<b>2002</b>	<b>1345</b>	<b>632</b>	<b>1977</b>
urbana	2002	918	317	1235
rural	2002	427	315	742
<b>Comuna de General Lagos</b>	<b>2002</b>	<b>761</b>	<b>418</b>	<b>1179</b>
urbana	2002	0	0	0
rural	2002	761	418	1179

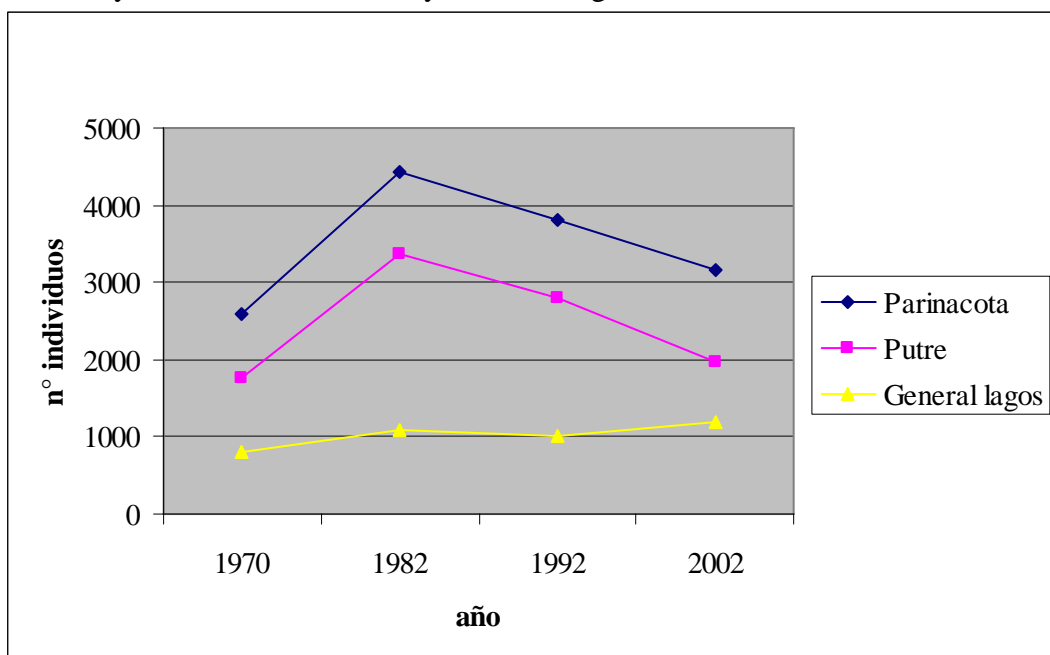
Como la tabla muestra, la Comuna de General Lagos durante este período ha aportado entre un tercio a un cuarto de la población total provincial de Parinacota. Es importante mencionar que la Comuna de General Lagos posee una superficie de 2.244 km<sup>2</sup> ubicadas en el piso altiplánico, representando el 27,5% del total de la superficie de la Provincia. La comuna de Putre, por su parte, además de ser mayor en superficie, contiene en sus límites poblados de dos pisos altitudinales y ecosistemas distintos, el de precordillera, en donde la agricultura es la principal actividad productiva (como por ejemplo Putre), y del altiplano (como Parinacota).

Se puede apreciar como la Comuna de Putre creció considerablemente en la década de los setenta casi duplicando su población hasta el Censo Poblacional del año 1982, y desde ese entonces ha manifestado una caída sostenida. La población de la Comuna General Lagos se comportó de manera más estable con una leve tendencia al aumento. Se puede decir que, en conjunto, la Provincia de Parinacota experimentó un rápido crecimiento en la década de los setenta y posterior a esto, la tendencia ha sido contraria, es decir a la migración. En forma neta, la población provincial aumentó en alrededor de un 20% entre el período 1970-2002.

Según Castro (1997), y en concordancia con lo anterior, las comunidades del altiplano y precordillera se han transformado en expulsoras netas de población humana desde hace varias décadas, mientras la población de los dos principales centros urbanos (Arica e Iquique) se acrecienta. Respecto a la distribución etárea, los pobladores que emigran son aquellos con edad de mayor capacidad laboral, vale decir, entre 15 y 44 años (González,

et al., 1991); esto se traduce en una fuerza de trabajo residente de edad avanzada. En la siguiente figura se presenta un resumen de los datos:

**Figura 3:** Población según resultados de Censos Poblacionales (INE) en la Provincia de Parinacota y las Comunas de Putre y General Lagos



## VII. Productividad y capacidad de carga de las praderas altiplánicas

La **carga animal** corresponde a la cantidad de animales que pastorean una superficie determinada y en un período de tiempo, mientras que el concepto conocido como **capacidad de carga animal** o **capacidad de sustentación animal** corresponde a la cantidad de animales que esta superficie puede soportar sin que la vegetación sea dañada (Troncoso, 1983; De Carolis, 1987; Castellaro, 1998). Sin embargo, este concepto de estimación de capacidad de carga es un aspecto difícil de determinar debido a los numerosos componentes naturales y antrópicos a los cuales está sujeta y a su variación inherente. Así, en el componente animal, la capacidad de carga varía en función del estado fisiológico del animal (gestación, lactancia, etc.), edad, sexo, especie, sistema de manejo y otros. En el componente vegetal la variación de la composición botánica de las praderas, la producción estacional, la variación de la calidad de la oferta forrajera y la condición de la pradera, entre otros, afectan también la capacidad de carga de la misma. En cuanto a aspectos fisiográficos la capacidad de carga estará también influenciada por la accesibilidad a la pradera por parte de los animales (Alzérreca *et al.*, 2001).

Desde un punto de vista productivo de la vegetación, según Troncoso (1983), en la I Región de Tarapacá el área total de praderas es de 745.000 ha y de éstas, el 99,6% corresponde a praderas naturales. Alrededor de 550.000 ha de estas praderas se encuentran en la Provincia de Parinacota, que incluyen alrededor de 350.000 ha en el sector del altiplano.

La producción de materia seca de las praderas naturales de pastoreo altoandinas depende, principalmente, del tipo de suelo, de las condiciones de hidromorfismo, la disponibilidad y contenido de sales de las aguas, la condición de la pradera y la intensidad de uso a través del pastoreo (Castellaro, 1988).

Troncoso (1983) midió la fitomasa en pie en distintas condiciones de suelo e hidromorfismo en el bofedal de Parinacota, para estimar la productividad de materia seca, mediante el uso de parcelas de exclusión. La mayor producción de materia seca se encontró en suelos orgánicos hidromórficos, en los cuales se desarrolla una comunidad vegetal dominada por *Oxychloe andina*; los valores fluctuaron entre 7.600 y 5.664 kg/ha. En suelos orgánicos mesomórficos con comunidades vegetales dominadas por *O. Andina*, *Distichia muscoides*, *Alchemilla diplophylla*, *Hypochaeris taraxacoides* y *Werneria pigmaea*, las producciones disminuyen variando entre 3.130 y 2.212 kg/ha. En suelos orgánicos mesomórficos pero salinos en donde el bofedal es dominado por *W. pigmaea* e *H. taraxacoides*, la materia seca disminuye a magnitudes cercanas a 1.809 kg/ha.

Posteriormente, Castellaro *et al.* (1998) estudió las variaciones cualitativas y cuantitativas de los bofedales de un sector cercano al poblado de Parinacota durante muestreos realizados entre agosto de 1994 y julio de 1995. Según este estudio, la disponibilidad de materia seca promedio anual de los bofedales fue inferior y varió entre 771 y 3.364 kg/ha.

Castellaro (1998) además contempla en esta investigación la variación estacional de la disponibilidad de materia seca y nutrientes de las praderas en el área. En los bofedales y otros sectores en condiciones de ser utilizados por ganado, se determinó la composición botánica, la disponibilidad de materia seca, la proteína cruda, la energía metabolizable, el valor pastoral y valor forrajero de los bofedales presentes durante la época seca-invernal (julio y agosto) y en la época lluviosa-estival (noviembre y febrero).

La disponibilidad promedio anual de materia seca varió entre 3.364 y 2.857 kg/ha. La menor disponibilidad de materia seca fue registrada en los meses invernales de julio (1995) y agosto (1994) con 2.238 y 1.382 kg/ha de materia seca, respectivamente. Los valores más altos de disponibilidad de materia seca se obtuvieron, por el contrario, en los meses estivales de noviembre (1994) y febrero (1995) con valores de 2.362 y 3.089 kg/ha, respectivamente. Estos resultados son atribuibles al aumento en la disponibilidad hídrica, dada la presencia de las lluvias estivales, y las mayores temperaturas los cuales favorecen el crecimiento de la vegetación.

En cuanto al valor nutritivo, la concentración promedio de energía metabolizable de los bofedales presentó una escasa variación de acuerdo a la época del año (7,1 y 7,7 MJ/kg en época lluviosa-estival y seco-invernal respectivamente). La proteína cruda mostró mayor variación obteniéndose un valor de 6,8% en la época seca-invernal y un mayor valor en la época lluviosa-estival e igual a 11,5%. Según el autor, estas diferencias podrían radicar en los cambios que ocurren en la composición botánica entre una época y otra, además de los cambios en la fenología y el contenido de tejido vivo en las especies. Durante el verano aumentan las “hierbas” como *Wereneria* spp. y *Plantago* spp., entre otras, las que presentan un mayor tenor proteico que las gramíneas y graminoides. En conclusión de acuerdo a los valores encontrados, la principal limitante para la producción animal lo constituye la concentración de energía metabolizable del

forraje, siendo la proteína limitante solamente durante el período invernal e inicios del período estival.

Troncoso (1983), en el mismo estudio citado previamente, calculó la capacidad de carga teórica para el bofedal de Parinacota y el Parque Nacional Lauca. Para esto definió **tipos** y **subtipos vegetales** en el área y estimó su superficie y por ende, su importancia relativa. A continuación calculó el **valor pastoral (VP)** de los tipos pratenses presentes; el valor pastoral considera aspectos tales como aceptabilidad, energía bruta y digestibilidad de cada especie vegetal, ponderándolas por su contribución en el tipo o subtipo vegetal determinado. La información nutricional fue obtenida del análisis bromatológico de las principales especies herbáceas y leñosas de la pradera altiplánica realizado por Lailhacar (1982). Según Daget y Poissonet (1972), el valor pastoral es un índice global de calidad de una pradera determinada que permite comparar distintas praderas y además, calcular la capacidad de carga animal para una pradera evaluada. El valor pastoral se asigna considerando composición botánica, valor nutritivo de esa composición, aceptabilidad de las especies y porcentaje de recubrimiento de la vegetación y varía entre 0 y 100 (citado por Troncoso, 1983).

Después de calculado el valor pastoral, éste puede ser expresado en disponibilidad energética para herbívoros a través de la **unidad forrajera (UF)**. Según Daget y Poissonet (1972), la unidad forrajera corresponde a la energía producida por un kilo de cebada equivalente a 2.720 kcal/g (citado por Troncoso, 1983). Teóricamente, una pradera de valor pastoral igual a 100 es capaz de soportar dos vacas lecheras de 600 k cada una. Para estimar el requerimiento energético por especie animal, se consideraron estudios previos realizados en Bolivia en ganado camélido y ovino. Así, a partir del peso promedio del ganado silvestre y doméstico en el altiplano calculado por Fernández (1975) y De Carolis (1982), del consumo diario expresado en porcentaje de peso vivo del animal y del equivalente energético del forraje considerado en UF/k de alimento, se calculó el requerimiento energético estimado por especie y categoría animal (citado por Troncoso, 1983). Finalmente, la capacidad de carga teórica se expresó en unidades de camélidos y ovinos por hectárea al año, lo cual es equivalente a la energía aportada por cada tipo de pradera, estimada a partir del valor pastoral. En la tabla 5 se presenta los resultados de capacidad de carga calculados para el bofedal de Parinacota.

De este modo, según el aporte energético que representan los tipos de pradera basados en los valores pastorales, el conjunto de las praderas del ecosistema estudiado aportaría un total de 1.184.387 UF al año, sin incluir los tipos vegetales de ambientes no aptos para el pastoreo (Troncoso, 1983).

Paralelo a lo anterior, Troncoso calculó los requerimientos energéticos anuales por categoría animal, equivalente en unidades forrajeras (UF), para la población de ganado doméstico en el bofedal de Parinacota censada en agosto de 1981 por la Administración del Parque Nacional Lauca. Según este cálculo, el conjunto de la masa ganadera, requiere un total global de 1.590.460 UF al año. Esta cifra debe aumentar si se agrega la masa de caballares, asnales y mulares que son utilizados como animales de carga y que pastorean estas praderas. En consecuencia, concluye que un primer análisis de estas cifras indica una evidente sobrecarga animal a la fecha del estudio, que justificaría el estado de aparente deterioro de las praderas estudiadas.



**Tabla 5: Superficie, valor pastoral y capacidad de carga animal teórica de los tipos y subtipos vegetales en el ecosistema de bofedal de Parinacota (Troncoso, 1983)**

Formación vegetal	Tipo vegetal	Superficie (ha)	VP	UF/ha	Capacidad de carga (cabezas animal/ha/año)			
					vicuña	llama	alpaca	ovino
H md	Oxychloe andina - Werneria spathulata	1	24,5	1470	5,74	3,53	4,28	4,1
H d	Oxychloe andina - Werneria pinnatifida	11,5	21,7	1302	5,08	3,12	3,79	3,63
H d	Oxychloe andina - Festuca rigescens	233,7	21,2	1272	4,96	3,05	3,7	3,55
H d	Oxychloe andina - Werneria pygmaea	14,4	19,3	1158	4,52	2,78	3,37	3,23
H d	Oxychloe andina - Distichia muscoides	136,1	16,8	1008	3,93	2,42	2,93	2,81
H d	Oxychloe andina - Azolla filiculoides	3,8	15,8	945	3,7	2,27	2,76	2,64
H pd	Oxychloe andina - Werneria pygmaea	110,2	19,1	1146	4,47	2,75	3,34	3,2
H pd	Werneria pygmaea - Hypochaeris taraxacoides	230,9	17,4	1044	4,07	2,5	3,04	2,91
H pd	Oxychloe andina - Distichia muscoides	15,3	14,3	858	3,35	2,06	2,5	2,39
H pd	Carex incurva	143,8	12,4	744	2,9	1,78	2,16	2,07
H c	Hypochaeris taraxacoides - Carex incurva	72,4	12	720	2,81	1,73	2,09	2,01
H c	Deyeuxia curvula - Carex incurva	154,9	7,2	432	1,68	1,03	1,25	1,2
H mc	Deyeuxia curvula	125,6	5	300	1,17	0,72	0,87	0,83
H mc	Festuca orthophylla	288,1	0,9	54	0,21	0,12	0,15	0,15
H e	Deyeuxia curvula	181,5	1,6	96	0,37	0,23	0,27	0,26
LBH c	Festuca orthophylla - Pycnophyllum molle	88,2	2,5	150	0,58	0,36	0,43	0,41
LBH c	Parastrephia lucida - Festuca orthophylla	239	1,7	102	0,39	0,24	0,29	0,28
LBH mc	Parastrephia lucida - Festuca orthophylla	138,1	1,2	72	0,28	0,17	0,2	0,2
LB c	Senecio adenophyllus - Parastrephia lucida	103,6	1,6	96	0,37	0,23	0,27	0,26
LB c	Parastrephia lucida - Pycnophyllum molle	56,6	0,4	24	0,09	0,05	0,06	0,06
LB e	Parastrephia lucida	15,1	0,4	24	0,09	0,05	0,06	0,06
	Lagunas	69,2	0	0	0	0	0	0
	Sin vegetación	32,5	0	0	0	0	0	0
Superficie Total		2465,5						

Por último, se calculó la capacidad de carga animal teórica, para cada una de las asociaciones vegetales del Parque Nacional Lauca, según las asociaciones vegetales propuestas por Hernández (1981) y corregidas de acuerdo a los resultados del muestreo efectuado en el estudio en cuestión (Troncoso, 1983). Los resultados se presentan en la Tabla 6. De Carolis (1987) afirma que los antecedentes disponibles respecto a las praderas del Altiplano en el Parque Nacional Lauca, indican que la capacidad de carga de los bofedales se encontraría copada e incluso sobrepasada. La razón de esto sería un permanente sobrepastoreo por lo cual las praderas presentaban baja productividad y dominancia de especies de bajo valor forrajero.

**Tabla 6: Capacidad de carga teórica de las asociaciones vegetales del Parque Nacional Lauca (Troncoso, 1983):**

Asociación vegetal	Superficie (ha)	VP	UF/ha	CCP (cabezas animal/ha/año)			
				vicuña	llama	alpaca	ovino
Festuca ortophylla - Deyeuxia breviaristata - Parastrephia lucida	150000	3,4	204	0,79	0,49	0,59	0,56
Festuca ortophylla - Deyeuxia breviaristata	87000	3,9	234	0,91	0,56	0,68	0,65
Festuca ortophylla - Parastrephia quadrangularis	92920	3,4	204	0,79	0,49	0,59	0,56
Oxychloa andina - Werneria pygmaea - Deyeuxia curvula	23124	14,1	846	3,3	2,03	2,46	2,36
Polylepis tarapacana* - Festuca ortophylla	47840	1,1	66	0,25	0,15	0,19	0,18
Deyeuxia cf. velutina - Parastrephia lucida	5427	3,4	204	0,79	0,49	0,59	0,56
Azorella compacta - Festuca ortophylla - Parastrephia quadrangularis	41641	1,1	66	0,25	0,15	0,19	0,18
Fabiana spp. - Senecio spp. - Baccharis spp.	6240	2,8	168	0,65	0,4	0,48	0,46
Polylepis tarapacana* - Fabiana ramulosa**	4160	1,1	66	0,25	0,15	0,19	0,18
Lagos y lagunas	2813	0	0	0	0	0	0
Salar	12285	0	0	0	0	0	0
Áreas desnudas	46550	0	0	0	0	0	0
Total	520000						

\**Polylepis tarapacana*=*Polylepis tomentella*

\*\**Fabiana ramulosa*=*Fabiana deserticola*

Castellaro *et al.* (1998), al igual que Troncoso, a partir de los datos de valor pastoral de los bofedales estimó una capacidad de carga entre 0,31 y 0,36 UA ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Según las equivalencias propuestas más tarde por el mismo autor (Castellaro, 1999), en camélidos domésticos equivale a entre 2,06 y 2,4 alpacas hembras adultas (52 kg), o entre 1,63 y 1,89 llamas adultas (78 kg) por ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Volviendo a reparar en la tabla 5 se puede observar que Troncoso, más de dos décadas antes, estimó para los bofedales de Parinacota una capacidad de carga superior de entre 2,09 y 4,28 alpacas, o entre 2,27 a 3,53 llamas ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

## VII. Discusión y conclusiones finales

Según los datos censales de la vicuña en la Provincia de Parinacota, la población experimentó una satisfactoria recuperación desde su protección, temprano en la década de los setenta, hasta los años noventa; sin embargo, desde esa fecha en adelante la población ha manifestado una caída hasta la actualidad alcanzando una población cercana a la mitad del máximo punto alcanzado. Las causas de esta declinación no han sido establecidas. En el presente estudio se buscó poner en antecedentes lo que ha pasado con algunos de los factores que afectan el hábitat de la vicuña y que podrían explicar en parte, la tendencia a la disminución poblacional desde hace alrededor de 15 años.

Como se ha mencionado, distintas asociaciones vegetales se desarrollan en el altiplano de la Provincia de Parinacota de acuerdo, principalmente, a su posición espacial en la

cuenca. Las principales comunidades vegetales con aptitud forrajera en forma decreciente son el bofedal, el pajonal y el tolar, y entre ellas el bofedal es la más importante por constituir la base de la alimentación de herbívoros mientras el pajonal y tolar sólo complementan la dieta y son importantes en la época seca-invernal. Sin embargo, los bofedales representan una mínima proporción respecto a las otras comunidades vegetales, por lo cual sufren una alta presión de pastoreo.

Si bien en este estudio se trabaja principalmente con datos ya existentes, entre finales de abril e inicios de mayo del año 2004, se realizó una expedición a terreno en donde se recorrió de norte a sur parte del área censal de vicuñas y se fueron describiendo la flora y la vegetación de las distintas comunidades vegetales con aptitud de pastoreo. Los lugares muestreados correspondieron a cinco de los ocho tipos vegetales descritos por Troncoso (1983) ubicados en el bofedal de Parinacota. Adicionalmente los datos de cobertura y riqueza de especies concuerdan con la literatura en que el mayor número de especies y la mayor cobertura vegetal del suelo se obtiene en los bofedales, no obstante, éstos presentan alta variabilidad entre ellos según, principalmente, tipo de suelo y condiciones de hidromorfismo.

Respecto a la fauna silvestre que habita en simpatria con la vicuña, la vizcacha (*Lagidium viscacia*) y el ñandú (*Pterocnemia pennata*), además de otros mamíferos y aves, basan su alimentación en el consumo de especies forrajeras que crecen en las praderas húmedas, mientras las praderas de secano representan sólo un complemento en la alimentación de los herbívoros (Troncoso, 1983). La vicuña en el área de estudio, es el mayor mamífero silvestre y junto con otros herbívoros, conforman los consumidores primarios del ecosistema, que permiten la existencia de aves predatoras y mamíferos caninos, como el zorro culpeo (*Dusicyon culpaeus*), los escasos pumas (*Felis concolor*), gato colo-colo (*Felis colocolo*) y gato montés andino (*Felis jacobita*) (Glade, 1982).

La ganadería ha sido practicada en el altiplano desde hace miles de años, siendo el ganado camélido doméstico, vale decir llama y alpaca, el principal competidor por recursos de las vicuñas. De acuerdo a los dos últimos Censos Nacionales Agropecuarios de 1975-1976 y de 1997, en la Provincia de Parinacota la masa ganadera ha aumentado en este período de 69.049 a 103.785 cabezas de animales. Este aumento es atribuible principalmente a la Comuna de Putre mientras la Comuna de General Lagos mantuvo una masa ganadera más bien estable; la explicación de esto podría ser debido a la menor densidad animal que presentaba la Comuna de Putre pues, según el Censo Nacional Agropecuario de 1975-1976, la Comuna de General Lagos poseía mayor masa ganadera que la comuna de Putre en menos de la mitad de la superficie de esta última Comuna.

Más del 95% del aumento registrado entre los Censos es atribuible a la mayor cantidad de camélidos domésticos, alpacas y llamas. Al respecto, es importante señalar que dentro de estas dos especies domésticas, la alpaca presenta hábitos alimenticios muy similares a los de la vicuña mientras las llamas ocupan más las laderas de cerros mientras alpacas y vicuñas prefieren los bofedales.

La población humana en el altiplano de la Provincia de Parinacota es casi exclusivamente perteneciente a la etnia Aymara (la segunda etnia más importante en el país) y, al igual que la mayor parte de la población rural del norte del país, estas comunidades no se han visto favorecidos por el sistema económico de libre de mercado y la mayor parte de ellos vive en condiciones de pobreza (Castro, 1997). Su principal

actividad productiva es la ganadería, constituyendo ésta un pilar en el desarrollo de las comunidades altoandinas. Así, al igual que las vicuñas, los poblados se ubican preferentemente en lugares cercanos a los bofedales. Al reparar en los Censos Poblacionales desde la década de los setenta se puede apreciar que en general, la Provincia de Parinacota aumentó su población hasta la década de los 80, luego de lo cual ha disminuido progresivamente. Lo anterior concuerda con la literatura en que el altiplano de la precordillera y altiplano de la I Región se han convertido en expulsores netos de población mientras la población de las dos principales ciudades de la Región, Arica e Iquique, se acrecienta. Sin embargo, como fue mencionado anteriormente, actualmente hay mayor masa ganadera por lo que se podría concluir que este aumento se ha traducido en rebaños más grandes en vez de mayor número de ganaderos en la zona.

En resumen, tanto por la recuperación de la población amenazada de vicuñas, tanto por el aumento de la masa de ganado doméstico, las praderas naturales del altiplano de la Provincia de Parinacota han soportado en los últimos 30 años una carga animal creciente, no obstante ya en la década de los 80 se reportó que estos sistemas eran utilizados por sobre su capacidad de carga (Troncoso, 1983; De Carolis, 1987). Según Alzérreca *et al.* (2001), el sobre pastoreo resulta en una mayor compactación y erosión del suelo, además de una disminución de la participación relativa de las especies de mayor aptitud forrajera.

Por último se compararon los resultados de productividad de materia seca y capacidad de carga en las cercanías del poblado de Parinacota. El primero de ellos fue realizado por Troncoso en el año 1983 y el segundo fue realizado por Castellaro en el año 1988. Ambos estudios utilizaron parcelas de exclusión y determinaron la composición botánica de las comunidades vegetales para determinar su valor pastoral y expresarlo en capacidad de carga teórica. Tanto las mediciones de productividad de materia seca como de capacidad de carga de distintos tipos de bofedales en el sector de Parinacota fueron inferiores en el estudio realizado posteriormente por Castellaro. Castellaro, además, considera en su estudio la estacionalidad en la productividad y valor nutritivo de las comunidades vegetales del área estudio; según los datos obtenidos, la principal limitante para la producción animal lo constituye la concentración de energía metabolizable del forraje, siendo la proteína limitante solamente durante el período invernal e inicios del período estival.

En resumen, según los factores analizados involucrados en la calidad del hábitat de la vicuña y su capacidad sustentadora se puede concluir que la disminución progresiva de la población de vicuñas en el altiplano de la Provincia de Parinacota podría ser resultante, en parte, de una mayor competencia de la vicuña con el ganado doméstico y, en general, de una carga animal excesiva que está mermando la capacidad sustentadora de herbívoros en este frágil ecosistema.

## VIII. Bibliografía

1. Aceituno, P. 1993. Aspectos generales del Clima en el Altiplano sudamericano. En: Actas del II Simposio Internacional de Estudios Altiplánicos: El Altiplano, ciencia y conciencia en Los Andes. Universidad de Chile. Santiago, Chile. Pp. 63-70.
2. Alzérreca, H., Luna, D., Prieto, G., Cardozo, A. y J. Céspedes. 2001. Informe Final: Estudio de la capacidad de carga en bofedales para la cría de alpacas en el sistema T.D.P.S.-Bolivia. Autoridad Binacional del Lago Titicaca (ALT), Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Asociación Integral de Ganaderos en Camélidos de los Andes Altos (AIGACAA). La Paz, Bolivia. 277 pp.
3. Bonacic, C. 1998. Dinámica poblacional de la vicuña (*Vicugna vicugna*) y determinación de la capacidad de carga en la Provincia de Parinacota-Chile. Actas del Seminario Manejo Sustentable de la vicuña y el guanaco. Servicio Agrícola y Ganadero, Pontificia Universidad Católica de Chile, Fundamento para la Innovación Agraria. Pp.93-101
4. Bonacic, C., McDonald, D.W., Galaz J. y Sibly, R.M. 2002. Density dependence in the camelid *Vicugna vicugna*: the recovery of a protected population in Chile. *Oryx*, 36(2):118-125
5. Castro, M. 1993. El campesinado altoandino del norte de Chile. Actas del II Simposio Internacional de Estudios Altiplánicos: El Altiplano, ciencia y conciencia en Los Andes. Universidad de Chile. Santiago, Chile. p. 243-253.
6. Castellaro, G., Cristián, A.C., Parraguez, V.H., Rojas, R. y L.A. Raggi. 1998. Productividad de un rebaño de camélidos sudamericanos domésticos (CSAD) en un sector de la Provincia de Parinacota: I. Variación estacional de la composición botánica, disponibilidad de materia seca, valor pastoral y valor nutritivo de los bofedales. *Agricultura Técnica*, 58(3): 191-204
7. Castellaro, G., Gajardo, C., Parraguez, V.H., Rojas, R. y L. Raggi. 1999. Productividad de un rebaño de camélidos sudamericanos domésticos en un sector de la Provincia de Parinacota, Chile: II. Descripción del manejo y estimación de equivalencias ganaderas. *Agricultura Técnica*, 59(3): 205-222
8. CONAF (Corporación Nacional Forestal). 1981. Delimitación y caracterización de los ecosistemas de la I Región. CONAF: Gerencia de Desarrollo. Santiago, Chile. 88 pp.
9. CONAF (Corporación Nacional Forestal). 1986. Plan de Manejo del Parque Nacional Lauca. Documento de trabajo N°82. Santiago: Corporación Nacional Forestal.
10. Contreras, M., Lanino, I., González, L. y Arenas, J. 1988. Antecedentes Generales de la I Región de Chile. CONAF. Santiago, Chile.
11. Charrier, R. 1993. Ciencias de la tierra y recursos mineros y energéticos en el altiplano chileno. Actas del II Simposio Internacional de Estudios Altiplánicos: El Altiplano, ciencia y conciencia en Los Andes. Universidad de Chile. Santiago, Chile. Pp.5-14.
12. De Carolis, G. 1987. Descripción del sistema ganadero y hábitos alimentarios de camélidos domésticos y ovinos en el bofedal de Parinacota. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 261 pp.

13. Escobar, H. y Figueroa, L. 1978. Prospección de los recursos forrajeros y ganaderos nativos del Parque Nacional Lauca. Conaf - Universidad del Norte, sede Arica. Arica, Chile. 75 pp.
14. Glade, A. 1992. Antecedentes ecológicos de la vicuña (*Vicugna vicugna*) en el Parque Nacional Lauca. Tesis Médico Veterinario. Escuela de Ciencias Veterinarias, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 100 pp.
15. Glade, A. & C. Cunnazza. 1992. Chile. In: South American Camelids. Hernán Torres (ed.). IUCN/SSC South American Camelid Specialist Group. Gland, Switzerland. 14-18 pp.
16. González, H., Gundermann, H. & R Rojas. 1991. Diagnóstico y Estrategia del Desarrollo Campesino en la I región de Tarapacá, Chile. Taller de Estudios Andinos (TEA). Arica, Chile. 246 pp.
17. Instituto Nacional de Estadísticas. 1976. V Censo Nacional Agropecuario 1975-1976. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Instituto Nacional de Estadísticas. 169 pp.
18. Instituto Nacional de Estadísticas. 1982. Censos 1970-1982, cifras comparativas. Tomo II: I Región a Región Metropolitana. Departamento de Estadísticas Demográficas y Sociales. 243 pp.
19. Instituto Nacional de Estadísticas. 1992. Resultados generales Censo de Población y Vivienda, Chile 1992. INE. 750 pp.
20. Instituto Nacional de Estadísticas. 1997. VI Censo Nacional Agropecuario 1997, Resultados Preliminares. INE. 44 pp.
21. Koford, C. 1957. The vicuña and the puna. *Ecological Monographs*, 27:152-219
22. Marquet, P.A., Bozinovic, F., Bradshaw, G.A., Cornelius, C., González, H., Gutiérrez, J.L., Hajek, E.R., Lagos, J.A., López-Cortés, F., Nuñez, L. Rosello, E.F., Santoro, C., Samaniego, H., Standen, V.G., Torres-Mura, J.C., Jaksic, F.M. (1998). Los Ecosistemas del Desierto de Atacama y área andina adyacente en el norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 71: 593-617.
23. Muñoz, A. 2003. Estudio del conflicto entre la conservación de dos ungulados nativos, Taruca (*Hippocamelus antisensis*) y Guanaco (*Lama guanicoe*), y la actividad agrícola Aymara en la precordillera andina de la I Región de Tarapacá de Chile. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 93 pp.
24. Negrete, R. 1997. La Vegetación en el Altiplano. En: Actas del II Simposio Internacional de Estudios Altiplánicos. El Altiplano, ciencia y conciencia en Los Andes. Universidad de Chile. Santiago, Chile. Pp 161-166.
25. Rundel, P.W. y Palma, B. 2000. Preserving the Unique Puna Ecosystems of the Andean Altiplano. *Mountain Research and Development*, 20(3): 262-271.
26. Torres, H. 1992. Background, Objectives, and Limitations of the Action Plan. In: South American Camelids. Hernán Torres (ed.). IUCN/SSC South American Camelid Specialist Group. Gland, Switzerland. Pp 1-4.
27. Troncoso, R. 1983. Caracterización ambiental del ecosistema bofedral de Parinacota y su relación con la vegetación. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 252 pp.
28. Wheeler, J.C. 1991. Origen, evolución y status actual. En: Avances y Perspectivas del Conocimiento de los Camélidos Sud Americanos. Saúl Fernández-Baca Editor. FAO. Santiago. Pp 11-48.
29. [www.conaf.cl](http://www.conaf.cl)

30. [www.ine.cl/cd2002/cuadros/1/C1\\_00000.pdf](http://www.ine.cl/cd2002/cuadros/1/C1_00000.pdf)