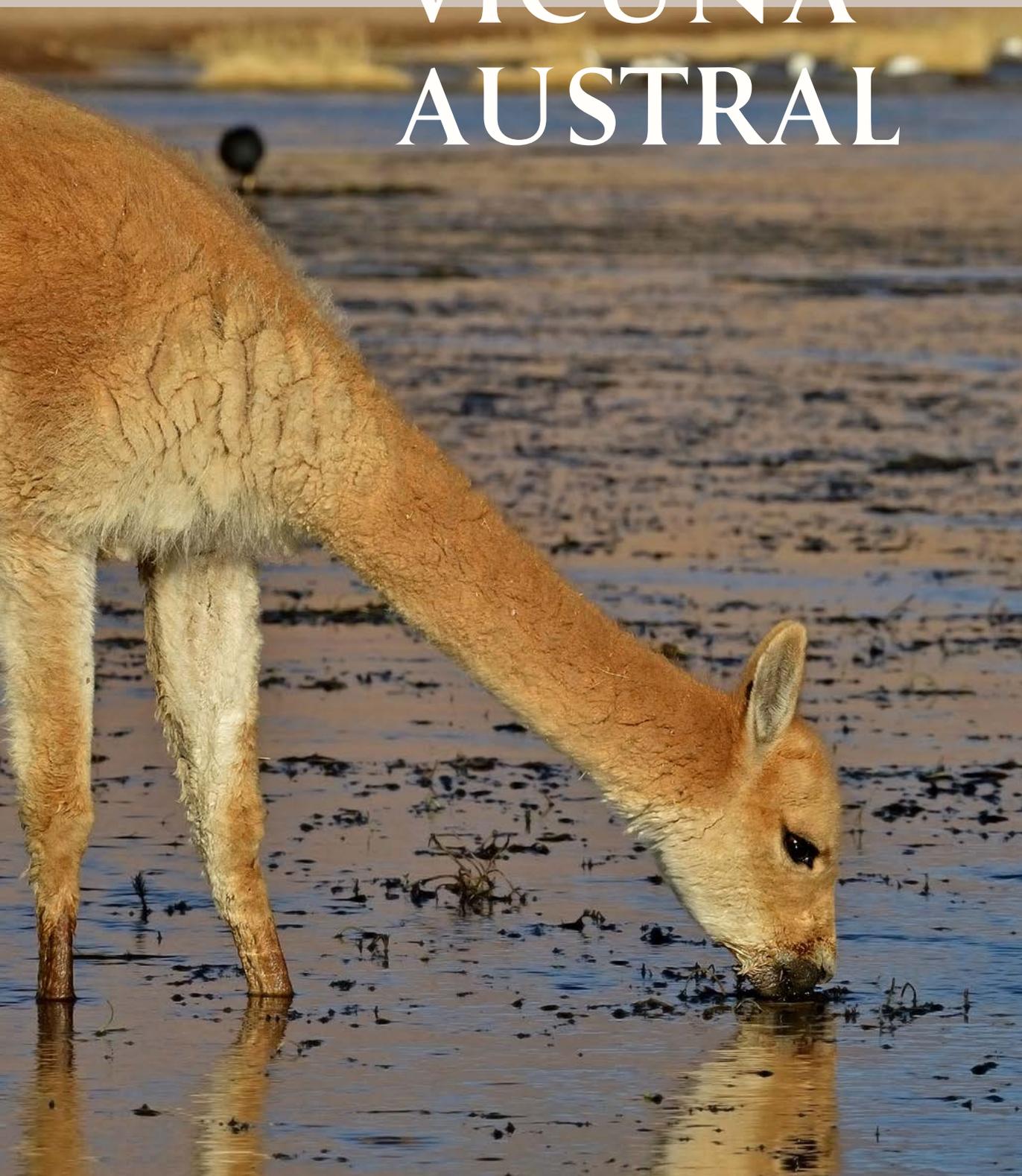


Benito A. González
Editor

LA VICUÑA AUSTRAL



Salar de Punta Negra, Antofagasta, Chile.
Denise S. Donoso



LA VICUÑA AUSTRAL

Benito A. González
Editor

Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la
Naturaleza, Universidad de Chile

Corporación Nacional Forestal, Ministerio de Agricultura,
Gobierno de Chile

Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos,
Comisión de Supervivencia de Especies,
Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

Enero 2020

LA VICUÑA AUSTRAL

Editor

Benito A. González

Diagramación y Diseño

Antonieta López y Paula Bravo

Fotografía de portada

Vicuñas en las cercanías de San Pedro de Atacama, Antofagasta, Chile

(Fotografía: José Besa)

Realizado por la Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile (FCFCN) a solicitud de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) mediante Contrato de Prestación de Servicios Relativos a Personas Jurídicas, del 14 de mayo de 2018.

I.S.B.N.: 978-956-7669-74-5

Impresión

Este libro se terminó de imprimir en enero de 2020 en Ograma impresores.
600 ejemplares.



Cita de este Libro

González, B.A., ed. (2020). *La Vicuña Austral*. Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Corporación Nacional Forestal y Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos. Santiago, Chile. 200 + xxxviii p.

Cita de capítulo de este Libro

Wheeler, J.C. (2020). Capítulo I: Clasificación, taxonomía y características morfológicas de *Vicugna vicugna*. En González, B.A. (ed.). *La Vicuña Austral*, pp. 21-28. Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Corporación Nacional Forestal y Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos. Santiago, Chile.

Cita de box de este Libro

González, B.A. (2020). Box 1.1. El abate Molina y la primera descripción de la vicuña para la ciencia moderna. En González, B.A. (ed.). *La Vicuña Austral*, pp i-ii. Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Corporación Nacional Forestal y Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos Silvestres. Santiago, Chile.

El contenido de este libro puede ser reproducido por cualquier medio citando el origen. Los mapas que aparecen en esta obra, que se refieren o relacionan con los límites y fronteras entre países, no comprometen, en modo alguno, al Estado de Chile.

*A quienes sienten
la insaciable necesidad
de saber*

Índice temático

- 11 **Presentación de la Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile**
Carmen Luz de la Maza Asquet
- 12 **Presentación de la Corporación Nacional Forestal región de Antofagasta**
Cristián Salas Papisideris
- 13 **Presentación de Minera Escondida**
- 14 **Prefacio**
William L. Franklin
- 16 **Introducción**
Benito A. González
- 21 **CAPÍTULO 1.**
Clasificación, taxonomía y características morfológicas de *Vicugna vicugna*
Jane C. Wheeler
- i **Box 1.1**
El abate Molina y la primera descripción de la vicuña para la ciencia moderna
Benito A. González
- iii **Box 1.2.**
Caracterización zoométrica de la vicuña austral bajo manejo en silvestría en la puna de Jujuy, Argentina: resultados preliminares
Juan Quiroga Roger y Sandra Raquel Romero
- 29 **CAPÍTULO 2.**
El registro fósil del género *Vicugna* en el Pleistoceno de Chile
Rafael Labarca Encina
- 39 **CAPÍTULO 3.**
Diversidad y estructura genética de la vicuña: ¿dos subespecies?
Benito A. González, Pablo Orozco-terWengel, JaneC. Wheeler y Juan Carlos Marín

49	CAPÍTULO 4.	Distribución geográfica actual de la vicuña austral Benito A. González y Denise Donoso
vii	Box 4.1	Distribución de la vicuña en Argentina Román J. Baigún
59	CAPÍTULO 5.	Metodologías de monitoreo en vicuñas y estimaciones de abundancia y densidad de vicuña austral en Chile Claudio A. Moraga, Benito A. González y Denise S. Donoso
ix	Box 5.1.	Estimaciones de abundancia a gran escala: estudio de caso de la vicuña en la región de Tarapacá Cristián F. Estades
xiii	Box 5.2.	Estimación poblacional de la vicuña austral en Argentina Román J. Baigún
71	CAPÍTULO 6.	Uso del hábitat de la vicuña austral Yanina Arzamendia, Verónica Rojo, Jorge Baldo y Bibiana Vilá
xvii	Box 6.1.	Ámbito de hogar y preferencia de hábitat de individuos de vicuña austral en el altiplano de Chile Benito A. González, Denise S. Donoso, Rodrigo Villalobos, Nicolás Lagos y Agustín Iriarte
xix	Box 6.2.	Selección de hábitat de la vicuña en la región de Tarapacá, Chile Juan E. Malo, Nicolás Fuentes-Allende, Cristián F. Estades y Benito A. González

83	CAPÍTULO 7. Comportamiento de la vicuña austral Bibiana Vilá y Yanina Arzamendia
93	CAPÍTULO 8. Uso de recursos tróficos de la vicuña austral en Chile Carlos Tirado y Arturo Cortés
xxiii	Box 8.1. Uso de los recursos tróficos de la vicuña austral en Jujuy y Catamarca, Argentina Mariela Borgnia, Yanina Arzamendia y Bibiana Vilá
xxv	Box 8.2. Uso de recursos tróficos de la vicuña austral en la Puna desértica austral (Salta, Argentina) María Eugenia Mosca Torres y Silvia Puig
103	CAPÍTULO 9. La cacería: historia de una amenaza constante para la conservación de la vicuña Juan Pablo Contreras
113	CAPÍTULO 10. Nuevas Amenazas para la vicuña austral Solange Vargas y Cristian Bonacic
xxvii	Box 10.1. Un brote de sarna sarcóptica diezma las vicuñas del Parque Nacional San Guillermo, Argentina Hebe Ferreyra, Emiliano Donadío y Marcela Uhart
125	CAPÍTULO 11. Estado de conservación de la vicuña: análisis histórico, situación actual y perspectivas de futuro Pablo Acebes Vives
141	CAPÍTULO 12. La sustentabilidad biológica del manejo de la vicuña austral Yanina Arzamendia, Jorge Baldo, Gisela Marcoppido y Bibiana Vilá
xxix	Box 12.1. Importancia de los convenios internacionales para la vicuña Victoria Lichtschein
xxxiii	Box 12.2. Iniciativas de manejo productivo de fibra de vicuña en la Argentina Daniel Ramadori

159	CAPÍTULO 13. Desafíos y oportunidades para la conservación de la vicuña austral en Chile: fortaleciendo la planificación y capacidades institucionales para la conservación y protección de la fauna altoandina y su hábitat Moisés P. Grimberg Pardo y Juan Pablo Contreras
xxxvii	Box 13.1. Valor histórico-cultural de la vicuña austral en Atacama, Chile Cristian Bonacic y Ana Muñoz
171	CAPÍTULO 14. El legado de Hernán Torres Santibáñez para la conservación y manejo de la vicuña Benito A. González, Carlos Nassar, Juan Pablo Contreras y Domingo Hoces Roque
180	Referencias
199	Índice de autores

Salar de Punta Negra, Antofagasta, Chile.
Denise S. Donoso



Presentación de la Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile

Carmen
Luz de la Maza Asquet

Decana

Facultad de Ciencias
Forestales y de la
Conservación de la
Naturaleza

Universidad de Chile

La misión de toda Universidad es generar conocimiento que sea relevante y útil a la sociedad. Nuestra Facultad, por su carácter de ciencias aplicadas en recursos forestales y conservación de la naturaleza, cumple un rol fundamental como puente entre el conocimiento que se genera a través de la investigación y las demandas que surgen desde el Estado y la comunidad para su aplicación. Es este marco el que nos motiva a preparar y presentar este libro, “La Vicuña Austral”.

Este magnífico texto, editado por uno de nuestros Académicos y especialista en este grupo taxonómico, reúne muchos de los valores que profesamos como investigadores y científicos en nuestra Facultad, como el dar acceso al conocimiento, en un lenguaje menos técnico al que estamos acostumbrados a través de un texto único y compilatorio; en donde es posible apreciar la participación de especialistas y profesionales como autores, desde aquellos que trabajan hipótesis científicas a problemas específicos, hasta aquellos que trabajan en la gestión y manejo de recursos naturales y que día a día deben resolver problemas aplicados a la conservación.

Queremos invitar a los lectores a que se introduzcan en los textos para que descubran y valoren a una de las especies que gracias al esfuerzo de todos ha logrado superar su inminente extinción, y junto con ella también valoremos el ecosistema andino. Sin duda que aún existen amenazas, pero sabemos que contamos con un grupo humano, como el que participó de este libro, que es capaz de liderar y realizar certeras recomendaciones que contribuyan a que esa situación no vuelva a ocurrir, ahora ese conocimiento está en sus manos.

Presentación de la Corporación Nacional Forestal

Cristián Salas Papisideris

Director Regional
Corporación Nacional
Forestal
Región de Antofagasta

“La Vicuña Austral” es realmente una joya para nosotros y para el mundo académico, científico y técnico. Este libro compila valiosa información que sin dudas logrará aportar en materia de políticas, decisiones y acciones de conservación y desarrollo de esta subespecie en los diversos países donde tiene presencia. A través de la lectura de sus páginas podrán acceder a una fuente de conocimiento muy completa sobre esta subespecie, donde podrán saber cuáles son los desafíos para conservar la Vicuña Austral. Además, alberga información taxonómica, de distribución y abundancia, de comportamiento y uso de recursos tróficos, de gestión nacional e internacional, y de la forma de relacionamiento social, entre otras cosas relativas a este camélido. También, realiza un homenaje a uno de los grandes profesionales que impulsó acciones de conservación sobre el más pequeño de los camélidos de Sudamérica, Don Hernán Torres S.

Los trabajos contenidos en este libro vienen a potenciar la labor que realiza la Corporación Nacional Forestal en cuanto a la preservación de la subespecie *Vicugna vicugna vicugna*, a través del trabajo de nuestros Guardaparques, profesionales, técnicos e investigadores, con el apoyo de académicos interesados en nuestra biodiversidad. Asimismo, permitirá adentrarse en las características de toda la ecorregión donde se distribuye este camélido y comprender de qué manera, con el paso de los años, se ha logrado generar conciencia sobre su cuidado. Este cuidado ha traspasado fronteras a través de la firma de Convenios de carácter internacional a objeto de reforzar la protección y manejo sostenible de este camélido silvestre, combatiendo los factores que la amenazan y contribuyendo en definitiva a un aumento de su abundancia poblacional.

Como Corporación estamos orgullosos de este producto que tienen en sus manos, un libro de alta calidad técnica y de largo esfuerzo de investigación, y esperamos que quede como un legado en pos de nuestra fauna nativa.

Presentación de Escondida I BHP

Escondida I BHP

En Escondida I BHP tenemos un compromiso consciente y significativo con los desafíos globales que enfrentamos en materia medioambiental, como son el cambio climático y la protección de la biodiversidad.

Entendemos que el cuidado y preservación del medio ambiente va más allá de nuestra disciplina operacional. Somos parte de la Región de Antofagasta y por ello, debemos generar valor no solo para las comunidades, sino que también para la biodiversidad del entorno donde operamos a través de prácticas e iniciativas que sean sustentables, con mirada a largo plazo.

Por ello resguardamos y preservamos nuestro medio ambiente; apoyamos actividades de investigación y promovemos el desarrollo de áreas silvestres protegidas. Sin embargo, creemos que una de las acciones más importantes es contribuir en la educación ambiental de la sociedad.

Sabemos que día a día más personas están tomando conciencia sobre la relevancia de cuidar el lugar donde habitamos y el valor que tiene nuestro patrimonio natural y cultural. Por lo tanto, debemos seguir transmitiendo este mensaje a niños, jóvenes y adultos, quienes a su vez lo harán a las generaciones futuras.

Es por eso que desde el año 2010 -gracias a una alianza estratégica con CONAF- hemos realizado un trabajo conjunto en el marco del “Proyecto Cultural y Educativo: Conservando la Biodiversidad de la Región”, para presentar este libro que recopila importante y valiosa información sobre una de las especies que habita en el altiplano andino, la Vicuña.

Esperamos que este libro sea una herramienta de gran utilidad tanto para profesores y estudiantes, como también para la comunidad en general; y que favorezca el intercambio de conocimientos, análisis y reflexión respecto a esta especie, convirtiéndose en un aporte significativo para quienes formamos parte de la región.

Prefacio

William L. Franklin, Ph.D.

Departamento de
Ecología y Gestión de
Recursos Naturales

Profesor Emérito -
Universidad Estatal de
Iowa

Ames, Iowa EEUU

Si usted es un tomador de decisiones a nivel local, regional o nacional, o líder de alguna comunidad de los andes centrales de los países vicuñeros, y posee alguna base de conocimiento en recursos naturales o de políticas públicas, este libro está dirigido a usted. La información contenida en este texto lo actualizará y sorprenderá en cuanto al nivel de experiencia profesional existente y la seriedad de los desafíos que enfrenta un recurso único y económicamente valioso: la Vicuña Austral (*Vicugna vicugna vicugna*).

El libro cumple con el propósito necesario de reunir el estado actual de nuestro conocimiento sobre esta importante subespecie de Vicuña, a menudo eclipsada por la subespecie más abundante del norte (*Vicugna vicugna mensalis*), cuya distribución y mayor número se encuentran en el sur del Perú y el oeste de Bolivia. La investigación y la comprensión sobre la Vicuña Austral están, de hecho, en la vanguardia del conocimiento, y también nuestra comprensión lidera el manejo de la especie. El esfuerzo colectivo que se presenta aquí es especialmente importante porque incorpora el conocimiento, los programas de manejo y los problemas que enfrenta la Vicuña Austral en los países donde se distribuye, Chile, Bolivia y Argentina. Las siguientes páginas son un gran paso en la coordinación del esfuerzo internacional de estos países vecinos para conservar de manera efectiva y utilizar sabiamente una especie andina endémica.

El esquema y temáticas del libro van desde la taxonomía y genética, el estado de las poblaciones en Argentina y Chile, la selección y preferencia de hábitat, la caza ilegal histórica y reciente, las nuevas amenazas como la sarna, la importancia de los tratados internacionales, el manejo a través de la sostenibilidad biológica, su estado de conservación global y zonal, y el papel del estado en la conservación de la Vicuña. Los cerca de cuarenta autores representan a los principales expertos mundiales de la vicuña austral, muchos de los cuales son miembros del Grupo de Especialistas en Camélidos Sudamericanos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (GECS/CSE/UICN). La información aquí expuesta sobre la Vicuña Austral no fue generada por personas sentadas en un sillón ni por trabajadores de blanco en un laboratorio. La experiencia aquí expuesta se basa en un activo y diligente trabajo de campo llevado a cabo por científicos e investigadores en los territorios donde vive la Vicuña, el altiplano y la puna austera de los altos Andes.

¿Por qué este libro? ¿Por qué ahora? Aunque está protegida por leyes nacionales y los tratados internacionales, que permiten el uso sostenible de la valiosa fibra proveniente de individuos capturados vivos en algunas poblaciones, la caza ilegal está en aumento y amenaza el futuro de la Vicuña. Como manejadores de recursos naturales y líderes comunitarios, el futuro

de la Vicuña Austral está en sus manos. Sus acciones afectarán directamente el estado y viabilidad futura de un recurso natural increíblemente importante y valioso. Esperamos que estas páginas proporcionen una referencia y una guía para ayudarlo a tomar decisiones informadas que promuevan el bienestar a largo plazo y la utilización inteligente y sostenible de la Vicuña Austral. La vulnerable Vicuña necesita su ayuda.

Introducción

Benito A. González

Editor del libro *La Vicuña Austral*

Académico de la Universidad de Chile

Presidente del Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos Silvestres, Comisión de Supervivencia de Especies, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

El libro “La Vicuña Austral” nace de la necesidad de reunir, analizar y compilar en un solo texto el conocimiento que se ha generado en estos últimos años respecto a la biología, ecología, taxonomía, y gestión para la conservación de la subespecie *Vicugna vicugna vicugna*, vicuña del sur o austral. Este es el producto de años de trabajo de los autores y coautores de cada capítulo, por lo que uno de los grandes valores de este texto es que gran parte de la información que contiene y analiza ha sido generada por las mismas fuentes. Sin duda hay un sinnúmero de temas que no se lograron abordar y que serán foco de futuros trabajos, ojalá incluyendo a otros participantes como líderes en sus áreas. Este es sólo un comienzo.

Sin darnos cuenta, los paradigmas de la conservación han ido cambiando en el tiempo. Es así como actualmente las ciencias ambientales nos sitúan en la aplicación de conceptos como servicios ecosistémicos y ámbitos socioecológicos, las cuales han estado dominado el mundo académico de forma creciente desde los años 2000 en adelante (Mace, 2014). Sin embargo, creemos necesario y extremadamente útil volver a poner en valor los conceptos de áreas silvestres, especies y vida silvestre bajo el paradigma de la “naturaleza por sí misma”, que permitió la recuperación de la vicuña en los años 60s y 70s (Mace, 2014). Para ello debemos rescatar el conocimiento básico sobre la vicuña, pero con las técnicas metodológicas y analíticas contemporáneas. Con una base sólida en este aspecto, podremos avanzar hacia la rápida aplicación de los paradigmas contemporáneos de “naturaleza para la gente” y “gente y naturaleza”, y de este modo darle valor a la vicuña austral para el ser humano e involucrar a las comunidades locales en la gestión de las especies silvestres con las que coexisten, bajo una atenta mirada de la sociedad.

Este libro no es el único texto existente sobre la vicuña, existen otros también de carácter técnico científico y de difusión relevantes, que se han publicado y que son totalmente complementarios al nuestro. Por ejemplo “Camélidos Sudamericanos” (Vilá, 2012) e “Investigación, conservación y manejo de vicuñas” (Vila, 2006), son textos de conocimiento general sobre este grupo taxonómico y de divulgación científica sobre la especie, respectivamente. También están los libros “Manejo sustentable de la vicuña y guanaco” (González et al., 2000), “Conservación y manejo de la vicuña en Sudamérica” (Galaz y González, 2001), y “Técnicas para el manejo productivo de la vicuña (*Vicugna vicugna* Molina, 1782) en Chile” (Galaz y González, 2005), que son textos compilatorios y técnicos producto de reuniones, talleres y simposios. Un libro destacable es el publicado por la Editorial Springer en idioma inglés, “The Vicuña” (Gordon, 2009), el cual trabaja de lleno sobre las bases que fundamentan el desarrollo y manejo

sostenible de vicuña a través del uso de su fibra para beneficio comunitario. Para quienes deseen conocer estos y otros aspectos de la especie, les recomendamos que accedan a ellos y a otros más.

El foco de este libro es la vicuña austral, sin embargo, varios capítulos extienden su análisis a la especie vicuña en general, con el objetivo de tener una mejor comprensión de la situación de dicha subespecie. Textos generales son expuestos a modo de **Capítulos** independientes uno de otro, mientras que la información específica o que profundiza algunos aspectos del propio capítulo, son expuestos en forma más breve como **Box**. Además cuando la información de cada tema fue generada principalmente en Chile, el texto fue tratado como capítulo. Incluyen como box asociado al capítulo, los textos que exponen la temática desarrollada en Argentina. Cuando un tópico en particular ha sido extensamente abordado en el país vecino, se optó porque este fuera expuesto como capítulo íntegro.

El primer grupo de capítulos del libro “La Vicuña Austral” aborda temáticas generales de la especie y de las subespecies. El **Capítulo 1**, escrito por Jane Wheeler, se centra en la nomenclatura, sistemática y taxonomía de los camélidos sudamericanos como grupo y de la vicuña como especie, principalmente en los trabajos que permitieron separar y validar a ambas subespecies. Esto da las bases para poder profundizar en su descriptor, el abate Juan Ignacio Molina (**Box 1.1** por Benito A. González) y dar más antecedentes sobre la morfometría de *V. v. vicugna* (**Box 1.2** por Juan R. Quiroga y Sandra R. Romero). En el **Capítulo 2**, Rafael Labarca muestra las evidencias paleontológicas sobre la existencia de vicuña fuera de su actual rango de distribución durante el Pleistoceno. Estos dos capítulos sirven de base para que Benito A. González resuma y exponga en el **Capítulo 3** los últimos resultados genéticos que analizan la validez y distribución de las subespecies de vicuña en Sudamérica, donde destaca una zona de contacto genético. Esto es recogido en el **Capítulo 4** por Benito A. González y Denise S. Donoso para hacer una propuesta de distribución nueva para *V. v. mensalis* y *V. v. vicugna*. Luego, en el **Capítulo 5** Claudio Moraga y colaboradores analizan las metodologías utilizadas para realizar los cálculos de abundancia poblacional por región en Chile, lo cual sugiere una serie de desafíos a corto plazo para lograr pasar del conteo directo de individuos a las estimaciones poblacionales. Allí cobran relevancia los métodos utilizados para áreas extensas en Chile (**Box 5.1** de Cristián F. Estades) y en Argentina (**Box 5.2** de Román Baigún).

Luego el libro da paso a tres capítulos que se han desarrollado principalmente en Argentina y se relacionan con los hábitos de la subespecie. El primero de ellos, el **Capítulo 6** escrito por Yanina Arzamendia y colaboradores, expone sobre los factores que hacen que la vicuña haga un uso y selección diferencial del hábitat en algunas zonas de Argentina. Para poder aportar en esta temática desde Chile, Benito A. González y colaboradores (**Box 6.1**) y Juan E. Malo y colaboradores (**Box 6.2**) exponen sus resultados con dos técnicas diferentes, el primero con información proveniente de collares satelitales, y el segundo con registros acumulados de extensas campañas de campo registrando grupos. El **Capítulo 7**, de Bibiana Vilá y Yanina Arzamendia, logra sumergirnos en la conducta de la subespecie de vicuña austral y cómo se interpreta en un contexto evolutivo y de manejo. Finalmente, el **Capítulo 8**, escrito por Carlos Tirado y Arturo Cortés,

permite adentrarnos en una de las principales actividades que tiene un ungulado como la vicuña, como es la conducta trófica o de alimentación. Para complementar la información allí expuesta para Chile, el **Box 8.1** de Mariela Borgnia y colaboradoras, y el **Box 8.2** de María E. Mosca Torres y Silvia Puig, muestran sus resultados en dos provincias diferentes de Argentina.

Para concluir, se presenta un grupo de capítulos relacionados con la conservación de la especie, los problemas históricos y contemporáneos que enfrenta la especie y subespecie austral, y cómo Chile y Argentina están abordado su conservación. En el **Capítulo 9** Juan Pablo Contreras nos expone la amenaza histórica y actual que afecta constantemente a la vicuña, como es la cacería. Sin embargo, a ella se han agregado otras amenazas para algunas poblaciones de vicuña austral, principalmente en Chile, las cuales son expuestas por Solange Vargas y Cristian Bonacic en el **Capítulo 10**. Además encontrarán el impacto de una enfermedad que ha afectado a la subespecie en un área protegida en Argentina, la sarna, la que es expuesta por Hebe Ferreyra y sus colaboradores en el **Box 10.1**. Para enmarcar todas estas amenazas y poder sugerir una clasificación en categorías de conservación para la vicuña austral, Pablo Acebes en el **Capítulo 11** analiza la situación poblacional de la especie para luego proponer categorías para las subespecies en los países, aplicando para ello los criterios de la Lista Roja de la UICN. En el **Capítulo 12**, Yanina Arzamendia y colaboradores muestran cómo es posible trabajar en el uso sustentable de poblaciones de vicuña para beneficio comunitario cuando las poblaciones se han recuperado y se desea reestablecer el valor cultural, para ello analizan los factores biológicos que se deben considerar para no afectar la viabilidad de la población bajo manejo. Como apoyo a este capítulo, Victoria Lichtschein en el **Box 12.1** describe y resalta la importancia de los convenios internacionales que han permitido el uso productivo de la especie y que deben velar por la sostenibilidad de la actividad, mientras que en el **Box 12.2**, Daniel Ramadori describe el valor productivo y comercial de las iniciativas de manejo de la especie a través del aprovechamiento de la fibra en Argentina. Para concluir, Moisés P. Grimberg y Juan Pablo Contreras en el **Capítulo 13**, exponen los principales resultados del plan de conservación que ha desarrollado Chile a través del método de estándares abiertos, el cual genera una serie de líneas de acción en pro de la vicuña austral. Para darle agilidad a la lectura de los textos, hemos trasladado todas las citas bibliográficas hacia el final del libro, resguardando el origen de las referencias para cada capítulo y box.

El último capítulo es muy especial, ya que hace mención a uno de los líderes en Chile de la protección y conservación de la vicuña, Hernán Torres S., quien además logró difundir su esfuerzo y dedicación a través de su trabajo en varias instituciones, entre ellas la CONAF y GECS/UICN. Este homenaje, expuesto en el **Capítulo 14**, fue redactado por Benito A. González junto a otros colaboradores quienes conocieron en profundidad a Hernán.

Quisiera agradecer al equipo que hizo posible que este libro viera la luz en aproximadamente un año de trabajo. A Claudio Moraga quien colaboró en la coordinación de la solicitud de los trabajos junto con las primeras revisiones de formato; a Denise S. Donoso por su fino y agudo trabajo para darle claridad a los textos pensando en el lector, y también por los mapas que generó en varios de los capítulos; a Claudia López, quien se sumó a la tarea de revisar los formatos y permitió que el texto estuviese a tiempo; a

los investigadores por las imágenes entregadas voluntariamente para darle vida a este libro, los que compartieron el gran privilegio de poder registrar en el momento oportuno a esta especie y su ambiente. Al equipo de la Corporación Nacional Forestal, específicamente a Felipe González, Diego Sepúlveda, Juan Pablo Conteras y a Nelson Amado, por su paciencia y gran interés en que este libro fuese publicado. También agradecer a Antonieta López y Paula Bravo, profesionales quienes tomaron la ardua tarea de diseñar y diagramar este libro. Finalmente, un gran y sincero agradecimiento a todo los autores y coautores de los textos, quienes sin meditarlo mucho accedieron a aportar con sus conocimientos y experiencia a este trabajo, mis disculpas a ellos también por la insistencia y molestias causadas por los plazos que esta labor requería. Todos los trabajos fueron respetados en su contenido e ideas, como Editor sólo me remití a darle un orden medianamente lógico para organizarlos de manera creativa. Un especial reconocimiento a Bill Franklin por su entusiasta Prefacio.

Finalmente, deseo agradecer a la Corporación Nacional Forestal Región de Antofagasta, a la Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile y a Escondida I BHP, por la confianza que depositaron en la edición de este libro.



Capítulo — 1

Parque Nacional Llullaillaco, Antofagasta, Chile.
Benito A. González

Clasificación, taxonomía y características morfológicas de *Vicugna vicugna*

INTRODUCCIÓN

Aunque la décima edición del *Systema Naturae* publicado en 1758 (Linnee, 1758) se mantiene hasta hoy como la base para la nomenclatura taxonómica, el estudio de la taxonomía ha pasado desde un simple evaluación de similitudes en apariencia entre plantas o animales, donde especímenes más parecidos serían clasificados como pertenecientes a un mismo grupo, al uso de tecnologías de vanguardia en el análisis genético para determinar la historia evolutiva de cada especie y por lo tanto la relación o cercanía entre especies. Este capítulo resume la historia de la nomenclatura y clasificación taxonómica de la vicuña, y de las características que la han separado en dos subespecies, la vicuña del norte y la vicuña austral.

Historia de la clasificación taxonómica de los camélidos sudamericanos

Las publicaciones más antiguas en las que se describen a los camélidos sudamericanos datan del siglo XVIII y se refieren a la alpaca y la llama. En estas el interés primario era la clasificación y nomenclatura de plantas y animales basados en el estudio de similitudes físicas, siendo mientras más semejante más cercano su parentesco. El científico principal de la época, Carlos Linneo, publicó múltiples ediciones de su trabajo *Systema Naturae*, el cual es un extenso catálogo que describe y clasifica a las plantas y animales que eran conocidas por los científicos europeos hasta ese entonces.

La décima edición del *Systema Naturae* se publicó en 1758 (Linnee, 1758) y se mantiene hasta hoy como la base para la nomenclatura taxonómica de plantas y animales. En este sistema, las especies o grupos de animales con el mayor número de características compartidas son las unidades básicas de clasificación en la jerarquía taxonómica. A su vez, las especies son agrupadas dentro de géneros, los géneros

dentro de familias, las familias dentro de órdenes, los órdenes dentro de clases y las clases dentro de reinos, todo esto basado en la disminución paulatina de características comunes. Por ejemplo, el chacal (*Canis aureus*) y el lobo (*Canis lupus*) son especies diferentes pero agrupadas dentro del género *Canis*, familia *Canidae*, orden *Carnivora*, clase *Mammalia* y reino *Animal*.

Durante el siglo XVIII, la información disponible sobre plantas y animales no europeos era a menudo incompleta, distorsionada o faltante. Las pinturas europeas de ese periodo representaban a los camélidos sudamericanos como animales de cuello largo, parecidas a jirafas y con cuernos, o semejantes a camellos, ovejas, venados o perros. Sin embargo, Linneo describió a la alpaca con gran precisión como *Camelus pacos* (“*Camelus peruvianus laniger Pacos dictus*”), posicionándola junto a la llama *Camelus lama* (“*Camelus peruvianus Glama dictus*”), el dromedario *Camelus dromedarius* y el camello bactriano *Camelus bactrianus* en el género *Camelus*. Linneo no incluyó los camélidos sudamericanos silvestres en su clasificación porque el guanaco y la vicuña solamente fueron descritos años más tarde cuando P.L.S. Müller describió al guanaco como *Camelus guanicoe* en 1776 y J.I. Molina describió a la vicuña como *Camelus vicugna* en 1782 (ver Box 1.1 para mayores detalles). Posteriormente, en 1805, el científico francés G. Cuvier clasificó los camélidos del nuevo mundo en el género *Lama* y los del viejo mundo en *Camelus*, propuesta aceptada en 1958 por la Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica (Hemming y Noakes, 1958).

Tuvo que transcurrir hasta mediados del siglo XIX para que a través de los descubrimientos de Carlos Darwin (1859) se pueda relacionar la clasificación taxonómica, basada en las características físicas de las plantas y animales, con los cambios evolutivos de las especies. Darwin utilizó un árbol para ilustrar la evolución de las especies a través de la “descendencia con modificación” y en la mayoría de los casos, la nomenclatura de Carlos Linneo del siglo XVIII coincidía con los cambios evolutivos representados en esos árboles. Sin embargo, las bases genéticas del proceso no fueron conocidas hasta que las leyes de la herencia, descubiertas por Gregor Mendel (1865) entre 1856 y 1863, llegaron a ser de conocimiento público en 1900 (Bowler, 2003). A partir de entonces, la genética ha jugado un rol cada vez más importante en el estudio de las relaciones evolutivas entre especies. Actualmente, con el descubrimiento y desarrollo de la investigación basada en el ADN, la genética molecular representa la herramienta más poderosa para documentar la historia evolutiva a nivel de individuos, poblaciones, subespecies y especies. No obstante, y a pesar de que hoy en día es posible determinar el origen de las especies con absoluta certeza, la clasificación taxonómica ha sido, a menudo, muy lenta en incorporar la información molecular. Esto perpetúa la confusión existente sobre algunos nombres científicos y las relaciones evolutivas de algunas especies.

La llama, la alpaca, el guanaco, la vicuña, el camello y el dromedario fueron clasificados dentro del mismo género (*Camelus*) hasta 1805. A partir de allí, los cuatro primeros fueron clasificados dentro del género *Lama* Cuvier (1805). En 1924, Miller separó la vicuña de los otros camélidos sudamericanos creando el género *Vicugna*. Esta clasificación indicaba que la alpaca, la llama y el guanaco eran parte de un grupo donde el guanaco sería la

especie ancestral, mientras que la vicuña quedaba separada como una especie silvestre que nunca fue domesticada. Muchos científicos no aceptaron la creación de *Vicugna*, y seguían clasificando la vicuña en el género *Lama*.

Subespecies de *Vicugna*: distribución geográfica y características morfológicas

Dos subespecies geográficas y morfológicas han sido descritas en la vicuña: *Vicugna vicugna vicugna* Molina 1782 entre los 18° y 29° S y *V.v. mensalis* Thomas, 1917 entre 9°30' y 18° S. La diferenciación entre las dos subespecies se basa principalmente en la variación de tamaño y coloración del pelaje. Thomas (1917) fundamentó la creación de *V.v. mensalis* principalmente por el menor tamaño de longitud, en relación a la vicuña austral *V.v. vicugna*, de los tres molares (45 vs. 57 mm) y de la alzada a la cruz (70 vs. 90 cm respectivamente). La distribución de ambas subespecies no habría sido definida en ese tiempo, razón por la cual varios autores posteriormente no aceptan y/o no mencionan la existencia de *V.v. mensalis* (Osgood, 1943; Gilmore, 1950; Dennler de la Tour 1954; Grimwood, 1969; Koford, 1957). Sin embargo, existirían suficientes diferencias de fenotipo entre las vicuñas del norte y sur para justificar la presencia de dos razas geográficas, si no subespecies. La más estudiada y reconocida es la norteña, *V.v. mensalis*, con su "color vicuña" y mechón pectoral (Figura 1.1). La coloración de su pelaje es marrón canela en la parte dorsal y lateral del cuerpo, a lo largo del cuello, y la porción dorsal de la cabeza. El pecho, vientre, y sector interno de las piernas, al igual que el parte inferior de la cabeza son blancos. La punta de la cola y el sector ventral de la misma son de color blanco. La coloración de *V.v. vicugna* es más clara (Figura 1.2), clasificada en el sistema del comercio internacional como LF "light fawn" vs. la de "vicuña" para *V.v. mensalis*. La distribución del color blanco cubre un área mayor del cuerpo, sube del vientre hasta la mitad de las costillas, cubriendo toda la ijada y el sector anterior de las extremidades traseras. Además, no exhibe el mechón pectoral.

En el caso de *V.v. mensalis*, la longitud promedio de vellón en animales adultos es de 3.28 cm, y el largo del mechón pectoral alcanza 18 a 20 cm (Hofmann et al., 1983). El diámetro promedio de la fibra del vellón es 12.52 ± 1.52 micras (Carpio y Solari, 1982a), y el promedio de longitud de fibra de vellones de vicuñas machos adultos es de 1.29 ± 0.49 pulgadas (Carpio y Santana, 1982). La densidad folicular promedio es 78.65 folículos por mm^2 (Carpio y Solari, 1982b), y la frecuencia de pelos gruesos en el vellón es 2% (Carpio y Solari, 1982a). En cuanto al tamaño no existe dimorfismo sexual significativo. En estudios realizados en 50 hembras y 50 machos de vida libre de *V.v. mensalis*, de 1½ a 6½ años procedentes de Pampa Galeras, Perú, la alzada a la cruz promedio fue de 86.50 cm para hembras y 90.43 cm para machos (Pauca et al., 1984). Así mismo, los promedios de longitud total fueron de 96.33 cm en las hembras y 110.73 cm en los machos, con pesos promedios de 33.24 kg para las hembras y 36.22 kg en los machos. Sin embargo, existen discrepancias en relación a las medidas de longitud total, pues Hofmann et al. (1983) publican cifras de 137 a 181 cm. en 19 adultos procedentes del mismo lugar y otros autores dan cifras de 144 a 175 cm (Gilmore, 1950; Pearson, 1951). La longitud total reportado para vicuñas del extremo norte de Chile (n=68) es 137.8 cm. (Bonacic, 1996). En relación al



El abate Molina y la primera descripción de la vicuña para la ciencia moderna

Benito A. González

ser expulsado de América junto a su congregación, la Compañía de Jesús. En su obra, el abate bautiza a este animal perteneciente al *Reyno de Chile* siguiendo las reglas de Linneo, pese a la incomodidad que le generaba este tipo de nomenclatura (ver página 10 de la obra original). Es así como a la “*Vicogna*” se le da el nombre científico de “*Camellus Vicugna*”, con la descripción en latín *Camelus corpore lanato, rostro simo obtuso, cauda erecta* (Molina, 1782, página 313, Libro IV), que significa *camello de cuerpo lanudo, de hocico romo y cola erguida*. Posteriormente cuando la obra original del abate comienza a ser traducida, comienzan también las imprecisiones que se replican luego en las referencias. La versión en español traducida por don Domingo Joseph de Arquellada Mendoza en 1788 menciona el nombre científico de la vicuña con “ñ”, quedando como “*Camellus Vicuña*” (página 354, Primera Parte). Por otro lado, la versión en inglés de 1808, traducida en Middletown, Connecticut, por un “*american gentleman*”, lo señala como “*The vicugna (camellus vicuna)*” (página 220, Volumen I). Sin embargo, pese a las discrepancias en el nombre científico entre las diferentes traducciones de una misma obra,

para nombrarla se respetan las reglas de nomenclatura zoológica, por lo que la especie “*vicugna*” de 1782 es la aceptada actualmente (ICZN, 2003; Gentry *et al.*, 2004).

En su texto del compendio, el abate Molina hace una interesante y detallada descripción de la vicuña. Para esto la compara con la cabra en cuanto a la conformación del cuerpo, pero destaca las diferencias de la vicuña: su largo cuello, cabeza redonda y ausencia de cuernos y barba. También resalta su pelaje fino, o “lana”. Además, destaca la abundancia de animales que existe en la cordillera de las provincias de Coquimbo y Copiapó, que en ese entonces correspondían a la región septentrional del Reyno de Chile cuyo límite norte llegaba a los 24° Latitud Sur (Molina, 1782, pag 17, Libro I). Curiosamente, y contrario a lo que se sabe actualmente (ver Capítulo 6), el abate Molina indica que la vicuña vive en zonas de “riscos” en las altas cumbres sin desplazarse debido a la nieve o hielo, y que forman grupos que se alimentan en “despeñaderos”, como las cabras.

Dentro de los usos que relata el abate

Molina, incluye el consumo de la carne de vicuña, y el uso de esta para curar la inflamación de los ojos. Molina enfatizó el principal uso de la vicuña en ese tiempo, su “lana”, que acepta la tinción y es utilizada en pañuelos, calcetines, guantes, y sombreros de gran calidad. Esto le otorgaba a la fibra de vicuña un gran reconocimiento en



FIGURA 1.1.1.

Abate Juan Ignacio Molina.

Imagen tomada de <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-68808.html>

Europa, tanto como la seda. También describió la forma como estas eran cazadas, sin embargo, ya sugería en ese entonces que se esquilan y liberaran para aprovechar su fibra sin diezmarlas. Otro uso menos conocido que relata el abate, en común con otros camélidos, era el uso de las piedras bezoares que se generaban en su estómago, muy apetecidas para uso medicinal (Molina, 1782, 1788, 1808).

En su *Ensayo sobre la Historia Natural de Chile*, publicado en 1810, Molina resume gran parte de esta información y agrega otros datos que lamentablemente están errados. Por ejemplo, el abate interpreta las observaciones de rebaños de animales en el estrecho de Magallanes hechas por Giraudais en 1766, como pertenecientes a esta especie, sugiriendo por ello que se distribuiría hasta esa zona siguiendo las faldas de la cordillera (Molina, 1810).

Pese a la importancia de Molina en la descripción y caracterización de esta especie, Wilfred H. Osgood (Figura 1.1.2) cuestiona la validez de sus dichos en 1943. Este investigador norteamericano plantea que Molina describió a la especie de segunda fuente, es decir, que nunca estuvo frente a una vicuña. Los argumentos de Osgood para presentar esta crítica se basan en que Molina menciona que es abundante en las provincias de Coquimbo y Copiapó siendo que Claudio Gay, quien está muy familiarizado con la obra del abate, no menciona o no tiene conocimiento de la existencia de esta especie en Chile (Philippi, 1867), puesto que en su obra sólo menciona a la llama y al guanaco como “Camelineos” para este país (Gay, 1847, página 151). Osgood también cita a Philippi, quien tras visitar las regiones de Atacama y Coquimbo, indica que la vicuña es extremadamente rara allí, y duda por ello de las afirmaciones de Molina sobre la abundancia de la especie (Phillippi, 1860). Incluso Darwin, quien realizó previamente una travesía en la cordillera de Copiapó el 28 de junio de 1835, indica sólo la presencia de huellas de vicuña (Darwin, 1839). Finalmente, el mismo Osgood tras visitar San Pedro de Atacama y Río Frío en la actual región de Antofagasta, y de obtener pieles y un cráneo incompleto de cada lugar, indica que si este último está bien identificado, podría ser el único registro de un espécimen chileno de vicuña (Osgood, 1943).

Actualmente la diferenciación morfológica entre las vicuñas del sur y las del norte han determinado la existencia de dos subespecies que constantemente están siendo evaluadas por la ciencia. Por ello las poblaciones donde se describió a la vicuña como especie (Copiapó y Coquimbo en el actual centro-norte de Chile), se mantiene en el nombre de la subespecie, y por ende su descriptor también. Es así como *Vicugna vicugna* es asignada a Molina 1782 al igual que la subespecie *Vicugna vicugna vicugna*. Curiosamente, y pese a esta larga historia de más de dos siglos de existencia bajo los códigos de nomenclatura moderna, la vicuña como especie no posee un espécimen tipo (u holotipo) al cual hacer referencia o mención, como ocurre en otras especies depositadas en museos y colecciones especializadas para su análisis.

FIGURA 1.1.2.
Wilfred H. Osgood.

Imagen descargada de https://www.islapedia.com/index.php?title=OSGOOD,_Wilfred_H.



FIGURA 1.1
Vicugna vicugna mensalis en el
Perú (fotografía Jane Wheeler).





FIGURA 1.2
Vicugna vicugna vicugna en el
Parque Nacional Llullaillaco,
Chile (fotografía Benito A.
González).

Caracterización zoométrica de la vicuña austral bajo manejo en silvestría en la puna de Jujuy – Argentina: resultados preliminares

Juan Quiroga Roger y
Sandra Raquel Romero

La distribución actual de la vicuña austral (*Vicugna vicugna vicugna*) en Argentina ocupa una superficie de 123.000 km² en las provincias de Jujuy, Salta, Catamarca, La Rioja y San Juan. En Jujuy representa el 56,9% de su superficie provincial, distribuida en los Departamentos de Yavi, Rinconada, Santa Catalina, Susques y Cochinoca. Las poblaciones de esta provincia se encuentran incorporadas en el

Apéndice II de CITES (ver Box 12.1) desde el año 1997, pero recién en el año 2014, luego de algunas experiencias pilotos previas, comunidades aborígenes locales, comienzan a manejar periódicamente estas poblaciones mediante *chakus*, técnica de arreo prehispánica en la cual se capturaban los animales, se los esquilaba y liberaba posteriormente (Custred, 1979), para aprovechar la fibra. Este manejo, además, permiten el acceso a uno de los recursos zoogenéticos más valiosos de la región para su caracterización genética y fenotípica. FAO (2012) considera a la caracterización fenotípica como una herramienta para referenciar procesos de identificación de especies, poblaciones o razas a través de sus atributos externos y/o productivos dentro del hábitat o ambiente productivo en el que se encuentran. Estos antecedentes aportan a la toma de decisiones respecto a la conservación y manejo de las especies. En el caso particular de la vicuña, como especie silvestre, la caracterización morfométrica aporta información sobre diferencias fenotípicas entre subespecies y/o entre poblaciones de una misma subespecie, las que pueden estar acompañadas o no de una correlación genética. Estudios genéticos muestran diferencias entre poblaciones de la misma subespecie austral en Argentina (Anello *et al.*, 2016) pero se desconoce si estas se corresponden con diferencias fenotípicas. Tanto factores ambientales como antropogénicos han intervenido en toda la historia de abundancia y distribución de la vicuña en el continente, dando forma a la distribución genética actual (Casey *et al.*, 2018, Capítulo 3). Por ello, estudios morfológicos de individuos de poblaciones de vicuñas en diferentes sitios, nos aportarían al entendimiento de cómo dichas fuerzas estarían actuando, ayudando a la toma de decisiones para la gestión actual y futura de este recurso. El presente trabajo se realizó en el marco de Planes de Conservación y Manejo Local de las Comunidades Aborígenes Manejadoras de Vicuñas de la provincia de Jujuy (SAyDS, 2018). Estos planes incluyen los monitoreos poblacionales pre y post captura y la elección de los sitios de captura. La elaboración y desarrollo de los planes demanda información actualizada, capacitación y entrenamiento respecto a la especie. Esta necesidad de conocimientos básicos y del impacto de factores antrópicos sobre la supervivencia de la vicuña, motivó que se incorporen varias líneas de estudio (Romero *et al.*, 2017), una de las cuales es la caracterización fenotípica de las vicuñas manejadas en la puna de Jujuy. El acceso a esta información beneficia tanto a quienes aprovechan directamente el recurso como a los organismos promotores de las políticas públicas, ya que pueden identificar la subespecie local, conocer la variabilidad existente entre las poblaciones de una zona determinada (Bacchi *et al.*, 2010), y la dinámica poblacional

que estas puedan presentar (Yacobaccio, 2006). A diferencia de lo que sucede con la subespecie del norte (*V. v. mensalis*), la subespecie *V.v.vicugna* no ha sido tan estudiada y descrita en cuanto a sus características biométricas o zoométricas (este Capítulo). Luparia et al., (2009) realizó un estudio de parámetros biométricos en vicuñas en estado de cautividad en Jujuy, y Yacobaccio (2006) presenta datos biométricos de vicuñas manejadas en silvestría, ambos en la puna de Jujuy, utilizando metodologías diferentes al presente trabajo. Este es un análisis preliminar de los datos obtenidos en el Departamento de Yavi (provincia de Jujuy), e intenta contribuir a la identificación de la subespecie austral respecto a la norteña, generando una línea de base para futuros estudios comparativos entre poblaciones locales (Figura 1.2.1).



FIGURA 1.2.1.

Vicuña austral fotografiada en la zona de captura previa al *chaku* (Departamento de Yavi, Provincia de Jujuy, Argentina (fotografía: Giselle E. López).

Para ello se utilizó la metodología propuesta por FAO (2012) para la caracterización morfométrica y el estudio realizado por Bacchi et al. (2010) con guanacos (*Lama guanicoe guanicoe*) en la Patagonia Argentina. Se trabajó con un total de 215 animales muestreados entre machos y hembras distribuidos por categoría. Las variables zoométricas registradas fueron: largo de cabeza (desde la protuberancia del occipital o nuca hasta el agujero incisivo), ancho de cabeza (distancia entre las arcadas zigomáticas), profundidad torácica (distancia de la punta de la apófisis dorsal de la quinta vértebra costal al hueso retro-esternal), largo de caña (largo del hueso metacarpiano), ancho de pecho (separación entre extremos laterales de la paleta vista de frente), ancho de cadera (de una articulación coxofemoral a la otra), perímetro torácico (contorno alrededor del hueso sub-esternal y la apófisis dorsal de la quinta vértebra), perímetro de cuartilla (articulación metacarpo falangiana, situada entre la caña y la cuartilla), largo de cuerpo (articulación escapulo-humeral a la punta del isquion), altura a la cruz (distancia desde el suelo al punto culminante de la región inter-escapular), largo de oreja (cm, tomado en su parte media) y ancho de oreja (tomada en su parte media) (Figura 1.2.2). Además, se registró el sexo (machos y hembras) y se discriminó a los animales en según las siguientes consideraciones, cría o “tekes” entre los recién nacidos y hasta aquellos menores a 14 kg.; seguido por los juveniles o “maltones” aquellos superaban los 15 kg hasta 24 kg; y por último, los adultos aquellos superiores a 25 kg. Además se complementó la categorización de los animales con otros datos como cronometría dentaria, condición corporal y estado fisiológico (preñez).

FIGURA 1.2.2.

Variables morfométricas medidas en *Vicugna vicugna vicugna* de la provincia de Jujuy. AC (altura a la cruz), ACB (ancho de cabeza), LCB (largo de cabeza), AP (ancho de pecho), PFT (profundidad torácica), LC (largo de cuerpo), AG (ancho de cadera), LCA (largo de caña), PT (perímetro torácico), PC (perímetro de cuartilla), AO (ancho de oreja) y LO (largo de oreja). Variables tomadas con forcípula pintada de color verde y variables tomadas con cinta métrica en color azul.



Los resultados muestran que las variables morfométricas de los adultos presentan coeficientes de variación (CV) menores al 10% (Tabla 1.2.1), sugiriendo que esta categoría es morfológicamente homogénea. Se observó además, que las hembras tienen un peso superior a los machos, coincidiendo con el estudio de Yacobaccio (2006), lo que podría estar vinculado con posibles estados de preñez que incrementen el peso vivo. La única variable zoométrica que se midió de forma similar a los estudios mencionados fue el perímetro torácico, donde nuestros resultados indican un menor valor con respecto a lo reportado para la subespecie austral (*V. v. vicugna*, Yacobaccio 2006), y mayor al perímetro torácico reportado para la subespecie norteña (*V.v. mensalis*, Baquerizo-Revilla y Quispe-Ochoa 2014, Cortez-Apaza y Saavedra 2018, y Choque 2018). La posible diferencia metodológica respecto a las mediciones realizadas en otros trabajos, más la variabilidad generada por factores tales como la edad del animal, el sexo, y el ambiente donde se encuentran, entre otros, sugieren profundizar la investigación con un número mayor de animales y sitios. El análisis de la información con metodología multivariada permitiría interpretar mejor cada una de las medidas tomadas y sus posibles correlaciones con características vinculadas al aprovechamiento de la fibra. También se debería consensuar entre los diferentes grupos de investigación la metodología para la caracterización de las poblaciones de vicuñas que permitan dar mayor sustento a la caracterización de las subespecies, como así también a las comparaciones de la variabilidad entre las poblaciones de un territorio determinado. Esto permitiría a su vez reconocer los “límites” de la distribución geográfica para ambas subespecies y/o posibles ecotipos locales. Finalmente, los estudios fenotípicos deben ser complementados con estudios genéticos, de factores ambientales y antropogénicos asociados para dimensionar cómo estos influyen en su expresión.

Categoría	Adultos						Juveniles						Crias					
	Machos (n= 84)			Hembras (n= 81)			Machos (n= 18)			Hembras (n= 20)			Machos (n= 7)			Hembras (n= 5)		
Sexo	M	ds	CV	M	ds	CV	M	ds	CV	M	ds	CV	M	ds	CV	M	ds	CV
Peso (kg)	39,86	5,61	14,08	41,73	4,94	11,84	30,99	4,23	13,66	28,46	3,47	12,18	20,32	2,29	11,26	21,74	3,09	14,22
Largo de cabeza (cm)	23,92	1,60	6,69	24,13	1,49	6,18	22,45	0,94	4,19	21,78	1,06	4,86	19,67	1,26	6,42	20,38	1,31	6,44
Ancho de cabeza (cm)	11,42	0,56	4,89	11,57	0,60	5,18	10,90	0,66	6,09	10,65	0,33	3,07	10,06	0,68	6,74	9,94	1,13	11,35
Profundidad torácica (cm)	32,01	1,98	6,17	32,75	2,23	6,82	30,11	2,22	7,37	29,30	2,87	9,79	24,91	1,38	5,54	24,90	0,83	3,35
Largo de caña (cm)	20,01	1,49	7,43	20,43	2,28	11,14	19,63	1,12	5,68	19,07	1,27	6,67	18,24	1,63	8,96	19,28	1,34	6,93
Ancho de pecho (cm)	19,45	1,42	7,30	19,77	1,99	10,07	17,85	1,67	9,37	17,31	1,26	7,26	15,64	1,64	10,46	16,02	1,16	7,22
Ancho de cadera (cm)	20,30	1,71	8,42	21,78	2,18	9,99	18,96	1,89	9,97	18,09	1,55	8,59	15,96	0,83	5,20	16,94	2,49	14,71
Perímetro torácico (cm)	86,47	4,52	5,22	88,41	4,21	4,76	79,78	5,81	7,28	78,63	4,01	5,09	70,43	6,55	9,31	73,38	5,35	7,29
Perímetro cuartilla (cm)	12,65	1,10	8,67	12,15	1,42	11,67	11,69	1,24	10,59	11,63	0,60	5,20	10,93	0,61	5,56	10,20	1,30	12,78
Largo de cuerpo (cm)	75,20	4,58	6,09	74,92	3,79	5,06	69,50	4,28	6,16	69,96	4,59	6,56	60,76	4,04	6,65	59,40	3,15	5,30
Altura a la cruz (cm)	81,38	3,46	4,25	80,98	3,68	4,55	78,14	4,30	5,50	77,35	3,49	4,52	69,79	3,53	5,06	70,60	5,97	8,46
Largo de oreja (cm)	11,72	0,87	7,44	11,98	1,54	12,90	11,31	1,02	8,99	11,25	0,57	5,10	10,93	1,02	9,31	11,00	0,61	5,57
Ancho de oreja (cm)	6,06	0,52	8,63	6,20	0,47	7,62	6,00	0,45	7,56	5,68	0,37	6,57	5,71	0,27	4,68	5,40	0,42	7,75

TABLA 1.2.1.

Resumen de las variables registradas distribuidas por sexo y categoría.

M: promedio, ds: desvío estándar, CV: coeficiente de variación. Todos los cálculos de la presente tabla fueron realizados con el programa InfoStat versión 2016 (Di Rienzo et al., 2016).



peso vivo cabe anotar que algunos autores informan pesos superiores (45-55 kg, Gilmore, 1950; 30 a 65 kg, Miller et al., 1973) a los reportados por Paucar et al., (1984). Hasta la fecha, no existen reportes morfométricos sistemáticos para ejemplares silvestres de *V.v. vicugna*, existiendo sólo datos provenientes de animales en confinamiento, tanto en dimensiones corporales como en características de la fibra (Rebuffi et al. 2004). Sin embargo, recientemente se han comenzado a registrar variables morfométricas para caracterizar a los individuos y sus poblaciones aprovechando el manejo de animales silvestres durante el arreo, esquila y liberación para obtención de fibra en Argentina (ver Box 1.2). Estos resultados preliminares al menos indican un mayor peso de la subespecie *vicugna* con respecto a la subespecie *mensalis*.

Estudios de ADN y la taxonomía de *Vicugna vicugna*

Estudios de ADN nuclear (microsatélites) y mitocondrial realizados con muestras de vicuñas procedentes de todo el rango de distribución actual, confirman su separación en dos subespecies (Marín et al., 2006, 2007; Wheeler, 2006; Casey et al., 2018). Además demuestran una relación ancestral entre *V.v. mensalis* y su forma doméstica, la alpaca, *V. pacos* (Kadwell et al., 2001; Palma et al., 2001; Wheeler et al., 2001; Wheeler, Chiki y Bruford, 2005). Sin embargo, en estudios genéticos previos realizados con muestras de algunas áreas de su distribución, no se habían encontrado evidencias de separación subespecífica. Norambuena y Paredes (2003) utilizando la determinación electroforética de 28 loci provenientes de enzimas, proteínas generales y hemoglobina, para analizar 20 muestras de *V.v. mensalis* procedentes de la región de Tarapacá y 14 muestras de *V.v. vicugna* procedentes de la región de Antofagasta, en Chile, no encontraron evidencias de separación subespecífica, posiblemente debido a que la técnica utilizada no sea lo suficientemente sensible para diferenciación reciente (p. 103) para detectarlo. En 2004, Sarno et al. tampoco encontraron evidencia de una división subespecífica entre las vicuñas en base al estudio de 33 muestras (23 de *V.v. mensalis* y 7 de *V.v. vicugna*) provenientes de Bolivia y extremo norte de Chile utilizando marcadores de ADN nuclear y mitocondrial. Esto se debería probablemente a que esta zona corresponde a un área de hibridación entre ambas subespecies (ver Capítulo 3).

En 2007, Marín et al. estudiaron 261 muestras de vicuña procedente de 29 poblaciones ubicadas en Perú, Chile y Argentina llegando a la conclusión que *Vicugna vicugna vicugna* y *Vicugna vicugna mensalis* representan linajes

mitocondriales distintos cuya distribución actual sería el resultado de una expansión demográfica hacia el norte entre los 18 y 22°S durante el último evento de expansión glacial hace 14-12000 años, y a la vez, el aislamiento de un reducido número de vicuñas en la llamada Diagonal Árida entre los 22 y 29°S.

Aunque estudios actuales y futuros podrían apoyar o no la existencia de dos subespecies de vicuña, según los marcadores examinados (ADN mitocondrial o nuclear), los análisis empleados, y las poblaciones estudiadas, las diferencias morfológicas entre las vicuñas del norte y las del sur son testigos de adaptaciones especializadas a condiciones ambientales diferentes, y en el caso de *V.v. vicugna*, a condiciones extremas. La conservación de estos atributos evidenciables a escala poblacional debe ser prioritaria y a su vez garantizada, protegiendo su potencial evolutivo.



Capítulo — 2

FOTO: Cercanías de San Pedro de Atacama, Antofagasta, Chile.
José Besa

El registro fósil del género *Vicugna* en el Pleistoceno de Chile

Rafael Labarca Encina

INTRODUCCIÓN

La Familia Camelidae, Tribu Lamini, agrupa en la actualidad a los guanacos (*Lama guanicoe* Müller), llamas (*Lama glama* Linnaeus), vicuñas (*Vicugna vicugna* Molina) y alpacas (*Vicugna pacos* Linnaeus), todos representantes conspicuos de la fauna sudamericana y chilena (Wheeler, 2012). Desde tiempos prehistóricos y aún en la actualidad, forman parte importante de la cosmovisión y economía de los pueblos originarios del área Andina del subcontinente. Sin embargo, la presencia de la familia en el sur de América es, en términos geológicos, reciente, y se relaciona con eventos tectónicos y climáticos ocurridos hace unos tres millones de años atrás, los que permitieron el arribo de los ancestros de los actuales camélidos desde Norteamérica, su lugar de origen, vía Istmo de Panamá (Gasparini et al., 2017).

Este capítulo resume de manera sucinta las evidencias fósiles de la Familia Camelidae y particularmente del género *Vicugna* en Chile. Cronoestratigráficamente (fechaje basado en sedimentos y estratos depositados en diferentes intervalos de tiempo geológico) los fósiles se sitúan en el Pleistoceno, el que se extiende entre 2,58 millones de años (Ma.) y 11.700 años atrás. El registro nacional, sin embargo, debe ser insertado en un marco geológico, biogeográfico y cronológico más amplio, por lo que en una primera sección se presentan los antecedentes referidos al origen de la familia y su dispersión en el subcontinente, para posteriormente centrarse en las evidencias conocidas para el territorio nacional. Se trata de una revisión exclusivamente bibliográfica, por lo que se han respetado las asignaciones taxonómicas previamente publicadas.

La familia Camelidae: Origen, taxonomía y su arribo a Sudamérica

La familia Camelidae aparece en el Eoceno medio de Norteamérica (40-45 Ma.) (Honey *et al.*, 1998). Durante varios millones de años evolucionó de manera aislada en este subcontinente dando origen a las Tribus Lamini y Camelini (Honey *et al.*, 1998; Webb y Meachen, 2004), las que se encuentran diferenciadas al menos desde hace unos 11 Ma. (Webb y Meachen, 2004). Durante el Mio - Plioceno (ca. 5 Ma.) ocurren las primeras radiaciones de la familia hacia Eurasia y África a través de los Camelini (Honey *et al.*, 1998; Webb, 1974), siendo el género *Camelus*, que agrupa a camellos y dromedarios, el único representante de esta Tribu en la actualidad.

Por su parte, la Tribu Lamini se irradia hacia Sudamérica hace aproximadamente tres millones de años atrás (Gasparini *et al.*, 2017). América del sur fue un continente isla desde su separación de África hace unos 130 Ma. y posteriormente de la Antártica hace 30 Ma. (Pascual y Ortíz-Jaureguizar, 2007), lo que permitió que distintos linajes de mamíferos sudamericanos, como los litopternos, notungulados y pilosos, siguieran una historia evolutiva en casi completo aislamiento (sólo con el aporte de primates y roedores arribados vía “rafting” desde África). Procesos tectónicos geológicamente recientes devinieron en el levantamiento del Istmo de Panamá hacia el límite Plio - Pleistoceno (ca. 2.8 Ma.), propiciando un intercambio faunístico sin precedentes en la historia de las Américas, denominado Gran Intercambio Biótico Americano (GABI, por sus siglas en inglés) (Webb, 1991; Woodbone, 2010; Woodborne *et al.*, 2006). El registro de taxones Holárticos (p.ej. pecaríes y prociónidos) en formaciones atribuidas al Mioceno tardío (ca. 9-7 Ma.) en Sudamérica, sugiere que los inmigrantes iniciaron su arribo hacia el subcontinente de manera esporádica varios millones de años antes del GABI (Cionne *et al.*, 2015; Prothero *et al.*, 2014; Woodborne, 2010). Lo mismo ocurre en el sentido opuesto, con el registro de los primeros xenartros en el hemisferio norte en fechas relativamente similares (Cionne *et al.*, 2015). Este primer pulso es denominado Proto GABI (Cionne *et al.*, 2015). El GABI modeló de manera significativa las faunas de ambos subcontinentes, aunque tuvo una mayor repercusión en la porción sur de éste, ya que cerca de la mitad de las formas que habitan actualmente Sudamérica provienen de un ancestro norteamericano (Cionne *et al.*, 2015). El intercambio de formas sureñas y norteñas se relacionaría con los cambios climáticos ocurridos durante el Plio-Pleistoceno, ya que por ejemplo bajo condiciones frías y secas en Sudamérica, taxones Holárticos nominalmente adaptados a condiciones abiertas habrían iniciado su movimiento hacia el sur (Cionne *et al.*, 2015).

En específico, dos géneros de Lamini documentados en Norteamérica se registran en Sudamérica: *Hemiauchenia* y *Palaeolama* (Scherer, 2009), aunque éstos parecen haber arribado en distintos pulsos del GABI (Gasparini *et al.*, 2017). La familia se diversifica rápidamente, poblando prácticamente todo el subcontinente. De acuerdo a Scherer (2009), hacia el Pleistoceno medio ya se encontrarían diferenciados los tres géneros endémicos de Sudamérica: *Lama*, *Vicugna* y *Eulamaops*, los que coexisten con aquellos foráneos. El número efectivo de especies es aún materia de discusión, ya que algunas formas son pobremente conocidas (Scherer, 2009). A pesar de que la familia es muy diversa durante el Pleistoceno final (Scherer,

2009), sólo *Lama* y *Vicugna* superan la transición Pleistoceno – Holoceno, registrándose hasta la actualidad.

El registro más antiguo bien documentado estratigráficamente de un representante de la Tribu Lamini en Sudamérica procede de la localidad de Calera Avellaneda, en la región pampeana de Argentina, donde se han asignado a *Hemiauchenia* sp. fósiles con una antigüedad atribuida al Plioceno tardío (ca. 3.5- 2.9 Ma., coherente con el GABI 1) (Gasparini *et al.*, 2017). *Hemiauchenia* es un género documentado en América del norte al menos desde el Mioceno tardío (Webb 1974), presentando registros Pliocenos tempranos en Centroamérica (Montellano, 1989). En Sudamérica se ha descrito sólo la especie *H. paradoxa* Gervais y Ameghino, la que presenta un biocrón que se extiende por todo el Pleistoceno (Scherer, 2009).

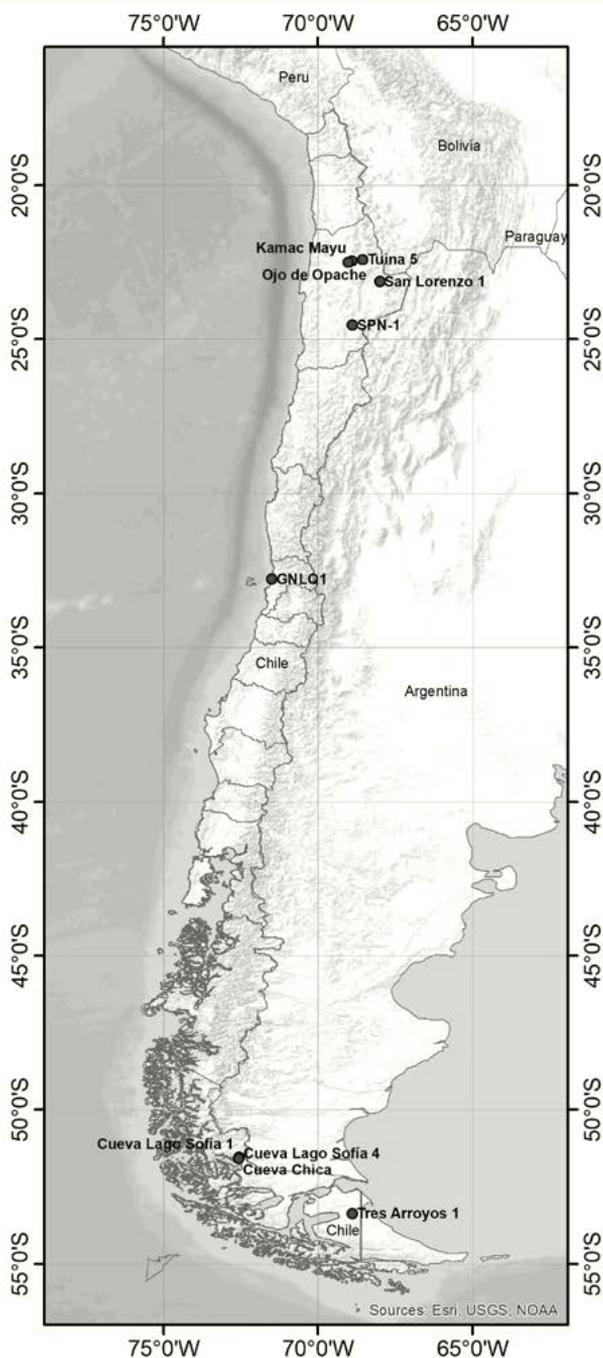
El análisis cladístico realizado por Scherer (2013) ubica al clado compuesto por las formas más derivadas de *Hemiauchenia* (*H. macrocephala* Cope + *H. paradoxa*) como hermano del clado de *H. edensis* Frick + *H. gracilis* Meachen + *Lama* + *Vicugna*, por lo que *Hemiauchenia* podría haber estado relacionado con el origen de *Lama*, posiblemente a partir de la colonización Pliocena de una forma morfológicamente afín a *H. macrocephala*, reconocida sólo en el hemisferio norte (Gasparini *et al.*, 2017). Los primeros registros de *Lama* serían relativamente contemporáneos a aquellos de *Hemiauchenia* (incluso coexistiendo en algunas formaciones pampeanas, Scherer, 2009; 2013), por lo que la separación entre ambos géneros debió ocurrir rápidamente en el subcontinente.

En lo que respecta al género *Vicugna*, éste podría haber derivado de *Lama* en la región pampeana de Argentina, como sugieren los primeros registros asignados al Pleistoceno temprano-medio en ese sector (Scherer, 2009; Gasparini *et al.*, 2017). Sin embargo, la antigüedad y área de origen de la actual vicuña (*V. vicugna*) se encuentra aun en discusión. Scherer (2009, 2013) reconoce sólo dos especies dentro del género: *V. vicugna* y *V. provicugna* Boule y Thevenin. La diferencia entre ambas se relaciona con las proporciones de las extremidades y su tamaño, ya que *V. provicugna* presenta rangos métricos intermedios entre el guanaco y la vicuña actual (Scherer, 2009). Dentro de este arreglo taxonómico, todas las formas de vicuñas del Pleistoceno de la región pampeana y patagónica de la Argentina corresponderían a *V. vicugna*. En este escenario, *V. provicugna* definida para el Pleistoceno medio de Bolivia (MacFadden *et al.*, 2013) habría derivado de *V. vicugna* de la región pampeana (Gasparini *et al.*, 2017). Esta propuesta tendría sustento en los estudios de ADNm los que sugieren que la separación entre la actual vicuña y el guanaco habría ocurrido al menos hace 2 Ma. (Stanley *et al.*, 1994).

Alternativamente, Metcalf *et al.* (2016) a partir de ADN fósil obtenido principalmente de especímenes del área patagónica argentina y chilena, revalidaron una tercera especie del género: “*Lama gracilis*” Gervais y Ameghino; taxón que tradicionalmente se había descrito para el área pampeana (p.ej. Menegaz, 2000). Esta forma, sin embargo, es métricamente similar a la actual vicuña (Labarca y Prieto, 2009; Scherer, 2009), por lo que Scherer (2009) la incluyó dentro ésta última. Para este taxón, Labarca (2016) sugirió utilizar la combinación *Vicugna gracilis*, puesto que los géneros *Lama* y *Vicugna* se encuentran claramente diferenciados morfológicamente, métrica y genéticamente (Marín *et al.*, 2007; Scherer, 2009), siendo los

caracteres morfométricos descritos para “*Lama gracilis*” propios del género *Vicugna*. Aceptar la validez de esta forma implica incluir en *V. gracilis* a todos los fósiles del área pampeana que Scherer (2009) asignó a *V. vicugna*, incluyendo aquellos de edad Pleistocena temprana – media. De esta manera, *V. gracilis* correspondería a la especie más antigua conocida para el género, y por tanto *V. vicugna* y *V. provicugna* habrían derivado de ésta en algún momento del Pleistoceno, posiblemente en el área andina. En este

FIGURA 2.1.
Ubicación de los sitios con materiales fósiles asignados a *Vicugna* en actual territorio chileno.



último lugar, por ahora, todos los registros conocidos de *V. vicugna* remiten al Pleistoceno terminal (p.ej. Capriles et al., 2017; Grosjean et al., 2005; Rademaker et al., 2014).

Por su parte, el género *Palaeolama*, posee sus primeros registros claros en Sudamérica en la Formación Tolomosa (Bolivia) en torno a los 0,99 – 0,78 millones de años atrás (Guerin y Faure, 1999; MacFadden y Shockey, 1997; MacFadden et al., 2013), por lo que constituye un segundo pulso de ingreso de camélidos a Sudamérica durante el GABI 3 (Woodborne, 2010). Finalmente, *Eulamaops paralellus* Ameghino es un taxón conocido sólo para el área pampeana, con un biocrón Pleistoceno medio – tardío (Scherer, 2009).

El registro del género *Vicugna* en Chile

El registro pleistoceno del género *Vicugna* en el actual territorio de Chile, proviene de cinco áreas acotadas: Pampa del Tamarugal, cuenca de Calama, Puna de Atacama, costa de Chile central y área sur de Patagonia (Figura 2.1). Cronológicamente, todos los hallazgos han sido referidos al Pleistoceno final (Cartajena et al., 2010; Casamiquela, 1999; Labarca, 2015; Latorre, 1998; Martin 2013; Metcalf et al., 2016; Villavicencio et al., 2015, entre otros), aun cuando sólo los materiales del área sur patagónica han sido datados de manera absoluta (Tabla 2.1) (Massone, 2004; Martin, 2013; Metcalf et al., 2016; Villavicencio et al., 2015 y referencias allí citadas).

Villavicencio et al. (2018) han señalado la presencia de *Vicugna* sp. en depósitos asignados al Pleistoceno terminal en la pampa del Tamarugal (Región de

Sitio	Código Lab.	Unidad Anat.	Fecha AP	Calibración (2 sigmas)	Referencia
CCh	Beta-288231	Astrágalo	14870 ± 70	18500 - 17930	Martin et al., 2012
CLS-04	OXA-21968	SD	13915±65	16581 - 17112	Metcalf et al., 2016
CLS-04	Ua-36261	Falange 2	13545±100	16011 - 16661	Labarca y Prieto 2009
CLS-04	OXA-21459	SD	13500±50	16058 - 16478	Metcalf et al., 2016
CLS-04	OXA-21460	Molar	13365±55	15873 - 16267	Metcalf et al., 2016
CLS-04	OXA-26122	SD	13520±65	16058 - 16532	Metcalf et al., 2016
CLS-04	OXA-21378	SD	13345±55	15848 - 16247	Metcalf et al., 2016
CLS-04	OXA-20708	SD	13270±65	15737 - 16173	Metcalf et al., 2016
CLS-04	OXA-21462	SD	13255±65	15719 - 16154	Metcalf et al., 2016
CLS-04	Ua-36262	Falange 1	13200±100	15509 - 16182	Labarca y Prieto 2009
CLS-04	OXA-21467	SD	13155±50	15609 - 16017	Metcalf et al., 2016
CLS-04	SD	Incisivo	13100±70	15400 - 15977	Weinstock et al., 2009
CLS-04	OXA-21464	SD	13210±55	15686 - 16077	Metcalf et al., 2016
CLS-04	OXA-21461	SD	12610±45	14729 - 15174	Metcalf et al., 2016
CLS-04	OXA-21465	SD	11050± 45	12786 - 13051	Metcalf et al., 2016
CLS-04	OXA-21375	Radio	10640±45	12457 - 12705	Metcalf et al., 2016
CLS-04	OXA-21466	SD	10705±45	12579 - 12721	Metcalf et al., 2016
CLS-04	OXA-21372	SD	10765±50	12625 - 12750	Metcalf et al., 2016
CDM	OXA-21469	Indet.	10925±45	12702 - 12897	Metcalf et al., 2016
Ta-01	OXA-9246	Mandíbula	10630±70	12424 - 12714	Massone, 2004

TABLA 2.1.

Fechados radiocarbónicos de fósiles asignados a *Vicugna* de Patagonia Austral. CCh: Cueva Chica; CLS-4: Cueva Lago Sofia 4; CDM; Cueva del Medio; Ta-01: Tres Arroyos 01. SD: Sin datos

Tarapacá), exclusivamente a partir de yacimientos superficiales. El registro del género fuera de su área de distribución actual se debería a los eventos de mayor pluviosidad ocurridos en los Andes centrales (CAPE por sus siglas en inglés) entre los 17.600-14.200 y 12.100-11.400 años cal AP (CAPE I y II, Gayo et al., 2012).

En la cuenca de Calama (Región de Antofagasta) se han identificado restos pertenecientes al género *Vicugna* en dos yacimientos paleontológicos asignados al Pleistoceno final: Kamac Mayu y Ojos de Opache (Cartajena et al., 2010; López et al., 2010). En el primero de éstos, asociados a otros taxones extintos como *Macrauchenia* sp. e *Hippidion saldiasi* Roth, se recuperaron una importante cantidad de restos óseos, en su mayoría pertenecientes a juveniles (Figura 2 a y b). Destaca un fragmento mandibular con incisivos deciduos de morfología propios del género: esmalte principalmente por la cara labial y somera imbricación ente éstos (Cartajena et al., 2010). Notablemente, algunas piezas fósiles presentaron caracteres morfológicos afines al género *Lama*. Cartajena et al. (2010) asignaron los materiales a "*Lama gracilis*" sobre la base de atributos métricos, destacando el mayor largo comparativo de los huesos largos en relación a la vicuña actual. Por su parte, en el sitio Ojos de Opache los fósiles recuperados fueron

asignados a “cf. *Lama gracilis*”, utilizando un criterio similar al apuntado por Cartajena et al. (2010). Considerando la propuesta taxonómica de Scherer (2009) y las descripciones realizadas por los autores antes señalados, Labarca (2015) reasignó estos materiales a *V. provicugna*, ya que los huesos de *V. gracilis* son indistinguibles métricamente de la actual vicuña (Labarca y Prieto, 2009; Scherer, 2009).

En la Puna de Atacama (Región de Antofagasta) se registran numerosos yacimientos con ocupaciones humanas enmarcadas en la transición Pleistoceno - Holoceno (Núñez et al., 2002), aunque para efectos de esta revisión se han considerado sólo aquellos con fechas calibradas iguales o mayores a 11700 años cal AP y con datos faunísticos publicados. En el Salar de Punta Negra, Grosjean et al. (2005) reportaron restos asignados a *Vicugna vicugna* provenientes del sitio arqueológico SPN-1, teniendo en consideración variables métricas. El sitio presenta fechados absolutos entre ca. 10.500 y 12.600 años cal AP (Grosjean et al., 2005). La ocupación se enmarca dentro del CAPE II, momento de comparativa mayor humedad que en la actualidad (Gayó et al., 2012). Para los estratos basales del sitio arqueológico Tuina 5, datado en ca. 11200 – 11800 años cal AP (Núñez et al., 2002), Cartajena (2002), señaló la presencia de una porción de pelvis posiblemente de vicuña. Una situación similar reportó esta autora para el sitio San Lorenzo 1, en donde algunos especímenes óseos, de acuerdo a su tamaño cualitativo, podrían corresponder este mismo taxón (radiulna, metacarpo y maxila) (Cartajena, 2002). San Lorenzo 1 presenta una fecha basal en torno a los 12180 años cal AP (Núñez et al., 2002). Estos registros constituyen las únicas evidencias de vicuña actual en contextos arqueológicos pleistocenos terminales del norte grande del país.

Para Chile central se ha señalado la presencia de “cf. *Lama gracilis*” (cf. *V. gracilis sensu* Labarca, 2016) en el sitio sumergido de GNL Quintero 1 a partir de un único espécimen, el que aún no ha sido descrito. El yacimiento presenta fechas en torno a los 24000 años cal AP (López et al., 2016). Esta evidencia extiende la distribución pleistocena, al menos del género, hasta Chile central, situación perfectamente factible atendiendo a la amplia dispersión que presenta en el Pleistoceno de la Argentina (Menegaz, 2000; Metcalf et al., 2016).

Finalmente, en el área sur patagónica (Región de Magallanes) se ha registrado la presencia de “*Lama gracilis*” (*Vicugna gracilis sensu* Labarca, 2016) en diversos yacimientos arqueológicos y paleontológicos ubicados bajo roca: Cueva Chica, Cueva del Medio, Cueva Lago Sofía 4, Cueva Lago Sofía 1 y Tres Arroyos 1 (Labarca 2016; Labarca y Prieto 2009, Martin et al., 2012; Prieto y Canto, 1997) (Figura 2.1 y 2.2 c y d), todos con fechados posteriores al Último Máximo Glacial (post 18000 años cal AP) (Tabla 2.1).

Prieto y Canto (1997) fueron los primeros en indicar la presencia de piezas dentales con morfología compatible con el género *Vicugna* (p.ej. incisivos con raíces abiertas), aun cuando los materiales no fueron asignados formalmente. Weinstock et al. (2009) sugirieron sobre análisis de ADN fósil de una muestra reducida, que este taxón debería corresponder a *V. vicugna*, y que por tanto “*L. gracilis*” era probablemente un sinónimo de la actual vicuña. Labarca y Prieto (2009) revisaron en detalle los materiales fósiles del sitio Cueva Lago Sofía 4, no encontrando diferencias métricas entre éstos y la vicuña actual, por lo que asignaron la muestra a *V. vicugna*. Éstos

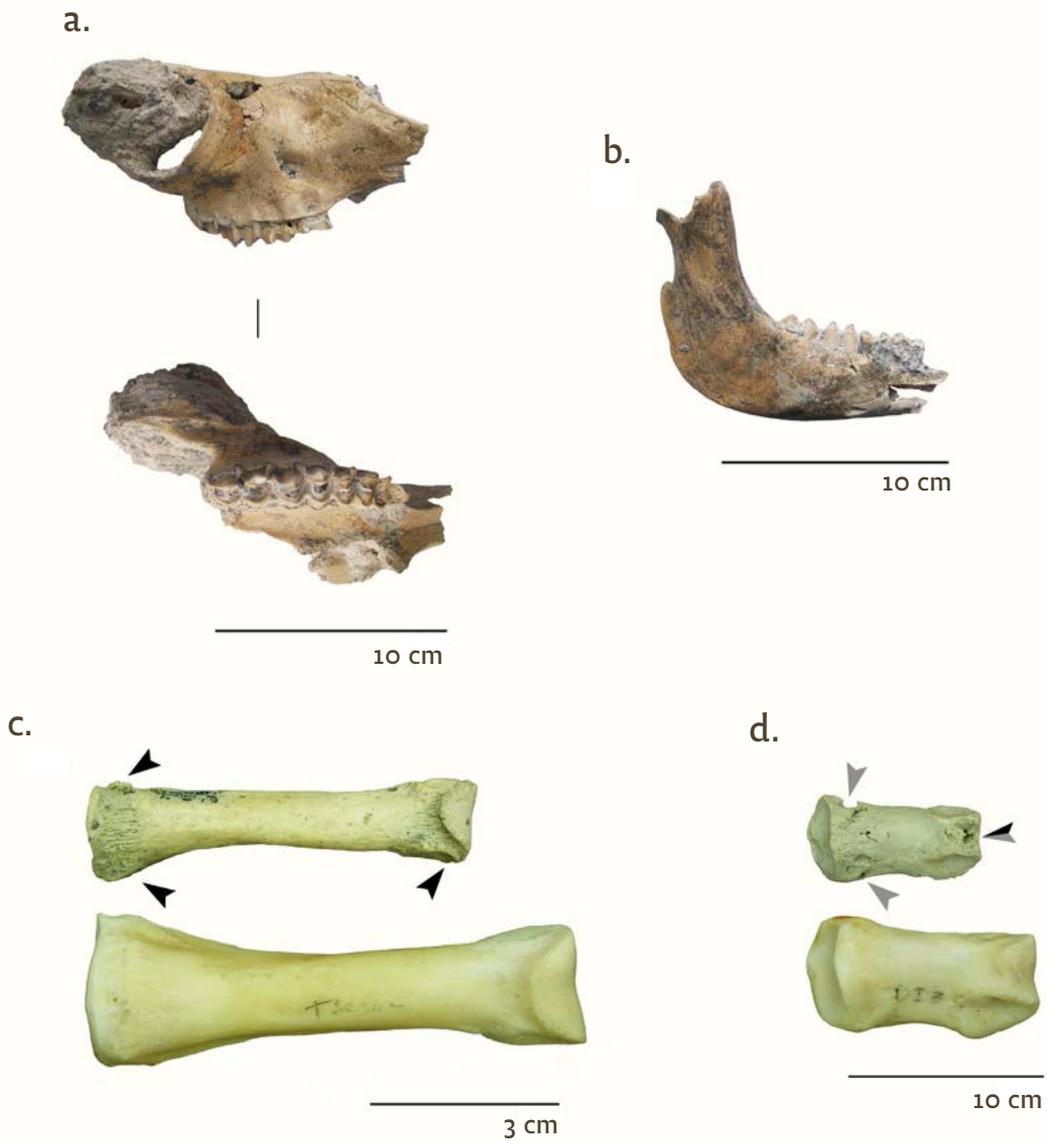


FIGURA 2.2.

Materiales fósiles del género *Vicugna*. a. cráneo de *V. provicugna* (KM/SC/SA/73) de Kamac Mayu, vista lateral (arriba) y basal (abajo); b. mandíbula derecha de *V. provicugna* (KM/SC/SA/74) de Kamac Mayu, vista lateral; c. primera falange anterior (48534) de *V. gracilis* de Cueva Lago Sofía 4 (arriba), comparado con el mismo elemento de *Lama guanicoe* actual (abajo); d. segunda falange posterior (48349) de *V. gracilis* de Cueva Lago Sofía 4 (arriba), comparado con el mismo elemento de *Lama guanicoe* actual (abajo). En c y d, las flechas negras señalan la presencia de ácidos digestivos; las griseas, marcas de dientes. Fotografías de R. Labarca.

autores sugieren que la similitud ambiental entre la puna y el Pleistoceno final de sur Patagonia podría explicar la presencia del género en esta última área (Labarca y Prieto, 2009). Metcalf *et al.* (2016) tras nuevos estudios de ADN antiguo, revalidaron a “*Lama gracilis*” como una entidad válida, la que a juicio de Labarca (2016) debería denominarse *Vicugna gracilis*.

Labarca y Prieto (2009), mencionaron la existencia de diversas unidades anatómicas de *Vicugna* con modificaciones superficiales generadas por negativos de dientes y ácidos digestivos en Cueva Lago Sofía 4 (Figura 2 c y d), concluyendo que habrían sido consumidas y defecadas por un depredador. Análisis tafonómicos (Borrero *et al.*, 1997; Martín, 2013) apuntaron que el jaguar patagónico (*Panthera onca mesembrina* Cabrera) habría generado los conjuntos óseos de este sitio, al funcionar la cueva como una madriguera. Lo anterior sugiere que *P. o. mesembrina* habría depredado sobre *V. gracilis*, cuestión acorde con los análisis isotópicos efectuados a huesos de jaguar extinto del área (Prevosti y Martín, 2013). Pero además, Labarca (2016) identificó este taxón en estratos antrópicos de Cueva Lago Sofía 1 y Tres Arroyos 1, por lo que fue cazado y consumido por los grupos cazadores – recolectores del Pleistoceno terminal del área. Villavicencio *et al.* (2015) y Metcalf *et al.* (2016) señalaron que los cambios climáticos y ambientales ocurridos hacia el fin del Pleistoceno (p.ej, aumento de temperatura, dispersión del bosque de *Nothofagus*) en conjunto con la presencia humana en el área habrían desembocado en la extinción de éste y otros taxones en el área, tales como pilosos y caballos.

Conclusiones

El género *Vicugna* se registra por primera vez en el Pleistoceno temprano – medio de la región pampeana de la Argentina (Scherer, 2009), y habría derivado de *Lama* en esta misma área (Gasparini *et al.*, 2017). En términos específicos, Scherer (2009) sólo consideró válidas las especies *V. vicugna* y *V. provicugna*, e incluyó a *V. gracilis* de la región pampeana dentro de la primera de éstas. Según la autora, *V. vicugna* sería el taxón basal que originó a *V. provicugna*. Metcalf *et al.* (2016) revalidó la especie *V. gracilis* a partir de análisis de ADN antiguo, lo que implicaría aceptar que ésta sería el ancestro común de *V. vicugna* y *V. provicugna*. Se debe aumentar el registro Pleistoceno temprano – medio de camélidos para poder generar un panorama más acabado del origen y dispersión de las formas endémicas del subcontinente.

La evidencia fósil disponible para el actual territorio de Chile sugiere la presencia del género *Vicugna* exclusivamente durante el Pleistoceno final. Se reconoce *V. provicugna* en la cuenca de Calama, *V. vicugna* en la Puna de Atacama y *V. gracilis* en Patagonia Austral (Cartajena, 2002; Cartajena *et al.*, 2010; Grosjean *et al.*, 2005; López *et al.*, 2010; Metcalf *et al.*, 2016). En pampa del Tamarugal, por su parte, se ha señalado sólo la presencia del género (Villavicencio *et al.*, 2018). En el sitio sumergido de GNL-Quintero 1, en Chile central, se mencionó la presencia de cf. *V. gracilis* (López *et al.*, 2016). Solo en la Puna Salada y en sur Patagonia se ha demostrado la coexistencia y explotación de vicuñas por parte de grupos cazadores recolectores (Grosjean *et al.*, 2005; Labarca, 2016). Al menos para Patagonia Austral, se sugiere que una combinación entre cambios climático-ambientales y factores antrópicos (directos y/o indirectos) habrían llevado a *V. gracilis* a su extinción hacia el final del Pleistoceno.



Capítulo — 3

FOTO: Collahuasi, Tarapacá, Chile.
José Besa

Benito A. González,
Pablo Orozco-terWengel,
Jane C. Wheeler y
Juan Carlos Marín

Estructura genética de la vicuña: ¿dónde está el límite entre las dos subespecies?

INTRODUCCIÓN

El rápido avance de las técnicas genético-moleculares ha permitido evaluar la situación taxonómica de gran parte de la biodiversidad. Además, el análisis directo del ADN ha permitido poner a prueba distintas hipótesis sobre la relación entre especies y entre poblaciones dentro de una misma especie, junto con esclarecer su historia demográfica, es decir si el tamaño poblacional ha estado en expansión o sometido a cuellos de botella (Nater *et al.*, 2017). Además permite inferir el grado de conectividad o de flujo génico entre poblaciones, a través del análisis de la diferenciación genética entre ellas, y establecer relaciones de parentesco entre individuos y niveles de endogamia, entre otros tópicos más (Almathen *et al.*, 2016; Liu *et al.*, 2018). Por ello, sus aplicaciones en manejo y conservación son relevantes, llegando a ser una variable importante a considerar en el manejo *ex situ* de grupos de individuos de especies amenazadas, programas de traslocación, manejo *in situ* de poblaciones, diseño de áreas protegidas y corredores biológicos, evaluación del impacto humano y ambiental, y trabajo forense, entre otros (Caughley, 1994; Allendorf y Luikart, 2007). En este sentido los camélidos Sudamericanos en general, y la vicuña en particular, han sido estudiados en las últimas dos décadas con el objetivo de responder diferentes preguntas respecto a la historia y a las relaciones evolutivas entre los camélidos, la historia demográfica y poblacional de cada especie, y principalmente verificar con estas herramientas la diferenciación subespecífica en la taxa y la distribución de cada una de ellas. En este capítulo, exponemos los principales resultados de los análisis genéticos que se han realizado en *Vicugna vicugna* enfocados a la caracterización genética de las dos subespecies morfológicas, *V. v. vicugna* y *V. v. mensalis* utilizando distintos marcadores moleculares.

Tipos de marcadores utilizados

Los marcadores genéticos son secuencias específicas en el ADN que actúan como señales que se transmiten de una generación a otra (Collard *et al.*, 2005). Estas señales permiten establecer similitudes entre los individuos analizados, siendo útiles cuando los marcadores son específicos, abundantes y polimórficos (Vásquez, 2017).

Existen fuerzas evolutivas que permiten explicar la diversidad de organismos y su huella en el pool genético. Estas fuerzas son la mutación (i.e. modificaciones espontáneas de la secuencia de ADN), la deriva génica (i.e. el cambio aleatorio de frecuencias de variantes genéticas en una población causadas por la reproducción aleatoria entre individuos), el flujo génico (i.e. el movimiento de ADN por medio de migrantes entre poblaciones), y la selección natural (i.e. el cambio no aleatorio de frecuencias de variantes genéticas modulado por el fitness o adecuación biológica, Avise, 1994; Mills, 2007). Desde un punto de vista práctico, los marcadores moleculares utilizados para estudiar la historia demográfica de una(s) población(es) son “neutros”, ya que debe variar sólo por deriva y flujo génico, y no ser afectados por la selección natural (Avise, 1994). Para la vicuña se han utilizado marcadores neutros de herencia materna, paterna y biparental para responder preguntas referentes a su relación con los otros camélidos sudamericanos, principalmente la alpaca (*Vicugna pacos*), y para analizar la estructura genética, o diferenciación genética, dentro de la especie a dos escalas, una evolutiva a través de evaluar la validez e historia demográfica de las dos subespecies reconocidas, y la otra a nivel poblacional para evaluar el estado reciente de su diversidad genética y conectividad/desconectividad entre poblaciones.

Marcadores genéticos uniparentales utilizados en vicuña

Marcador materno en el ADN mitocondrial

En mamíferos, el ADN mitocondrial es aportado al cigoto principalmente por el óvulo (aunque raramente el espermatozoide transfiere algo de su ADN mitocondrial al cigoto). Es por ello que aunque se encuentra tanto en individuos hembras como macho, el ADN mitocondrial es heredado desde las madres y por eso la historia genealógica que presenta es la que hace referencia al linaje materno (Avise, 2000).

En camélidos Sudamericanos se ha utilizado los genes citocromo-b, d-loop (o Región Control) y 16S para responder preguntas asociadas a la historia filogenética, o relación entre los linajes dentro y entre especies (Marín *et al.*, 2007a; Sarno *et al.*, 2004; Di Rocco *et al.*, 2010; Barreta *et al.*, 2011; Barreta *et al.*, 2013; Casey *et al.*, 2018), y filogeográfica, historia de los linajes de una especie en un contexto geográfico (Marín *et al.*, 2007b, González *et al.*, 2014).

Hasta hace muy poco, existía un único estudio que había documentado la variación genética de ADN mitocondrial de la vicuña, específicamente basado en la secuencia d-loop, a lo largo de gran parte del rango de distribución de la vicuña (Marín *et al.*, 2007b). Este trabajo apoyaría el estado taxonómico actual de la especie que la divide en dos linajes evolutivos, uno norteño conocido como *V. v. mensalis*, y un linaje austral conocido como *V.*

v. *vicugna*, los cuales a su vez coincidiría con la propuesta morfológica de diferenciación subespecífica (Capítulo 1 y Capítulo 4). Desafortunadamente, dicho trabajo no contó con muestras pertenecientes a las localidades centrales del rango de distribución, tanto del norte de Chile como de Bolivia, por lo que no se pudo determinar el límite entre ambas subespecies, sugerido en el paralelo 19° o 19°30' aproximadamente como límite entre ambas (Galaz y Urquieta, 2001; Eyzaguirre y Velasco, 2001; Figura 3.1). Sin embargo, en un estudio reciente, se incluyeron algunas localidades de dicha zona generando un patrón mucho más completo respecto a la filogeografía de ambas subespecies (González et al., 2019), lo cual cambia totalmente la estructura geográfica de sus distribuciones (Capítulo 4).

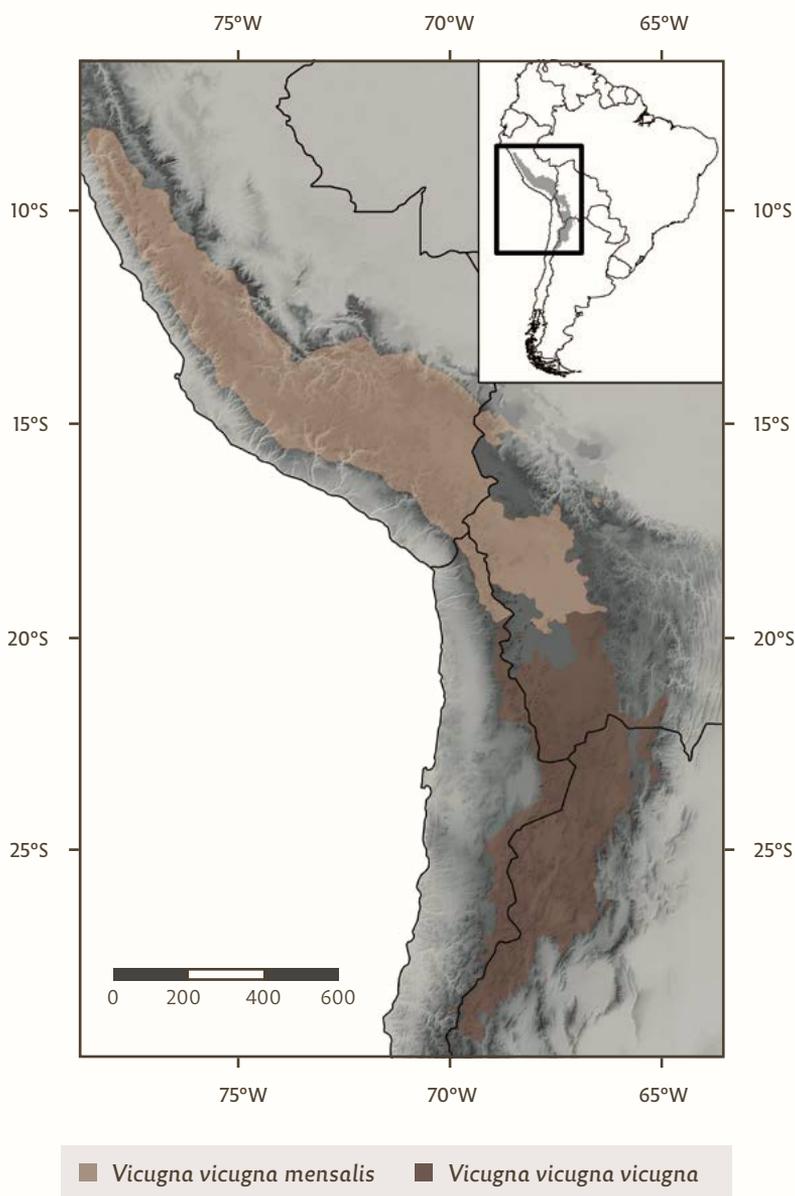


FIGURA 3.1.

Mapa de distribución de la vicuña indicando el rango geográfico de la subespecie de norte en café claro (*Vicugna vicugna mensalis*) y austral en café oscuro (*Vicugna vicugna vicugna*) usando como límite los 19°30'S de acuerdo a la literatura.

En el estudio realizado por González *et al.* (2019) claramente se diferencian dos grupos de secuencias de haplotipos, o haplogrupos, al igual que el trabajo precedente de Marin *et al.* (2007), sin embargo se muestra que existen algunos haplotipos que se comparten entre ambas subespecies (i.e. haplotipos 2, 6, 17 y 21 en Figura 3.2) y otros haplotipos de una subespecie cuyo portador presenta el fenotipo de la otra subespecie. Por ejemplo los haplotipos 27, 29 y 30 están presentes en individuos que genéticamente pertenecen a la vicuña del norte, pero que muestran el fenotipo austral, y de forma inversa los individuos con haplotipos 33 y 34 genéticamente son de la subespecie *vicugna* pero que muestran fenotipo de la subespecie *mensalis* (Figura 3.2).

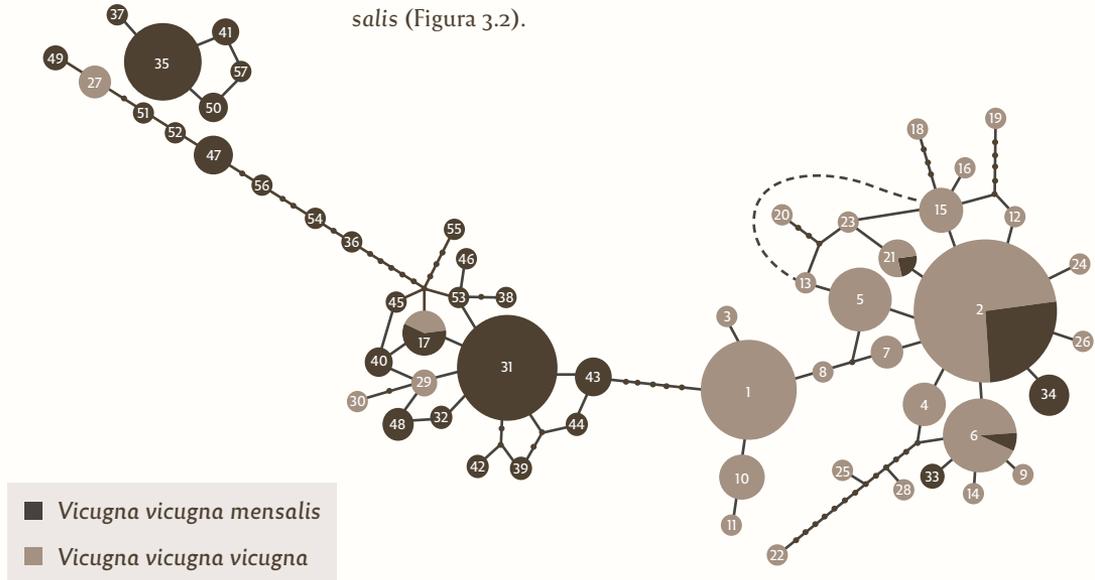


FIGURA 3.2.
Red de haplotipos o secuencias del gen d-loop del ADN mitocondrial mostrando el código del haplotipo (número), número de animales que lo comparten (tamaño de la esfera) y la subespecie morfológica a la cual pertenecen los individuos (*V. v. mensalis*; *V. v. vicugna*). Modificado de González *et al.* (2019)

Estos haplotipos compartidos o traspasados por introgresión de una subespecie a otra, ocurre en una zona muy específica de la distribución de la vicuña, entre los paralelos 18°30'S y 21°30'S en Chile y Bolivia. Esto ha llevado a plantear la existencia de una zona de hibridación entre la subespecie *mensalis* y la subespecie *vicugna*, denominada zona de contacto, la cual tiene concordancia con los resultados de los análisis de microsatélites del ADN nuclear (ver más adelante; González *et al.*, 2019).

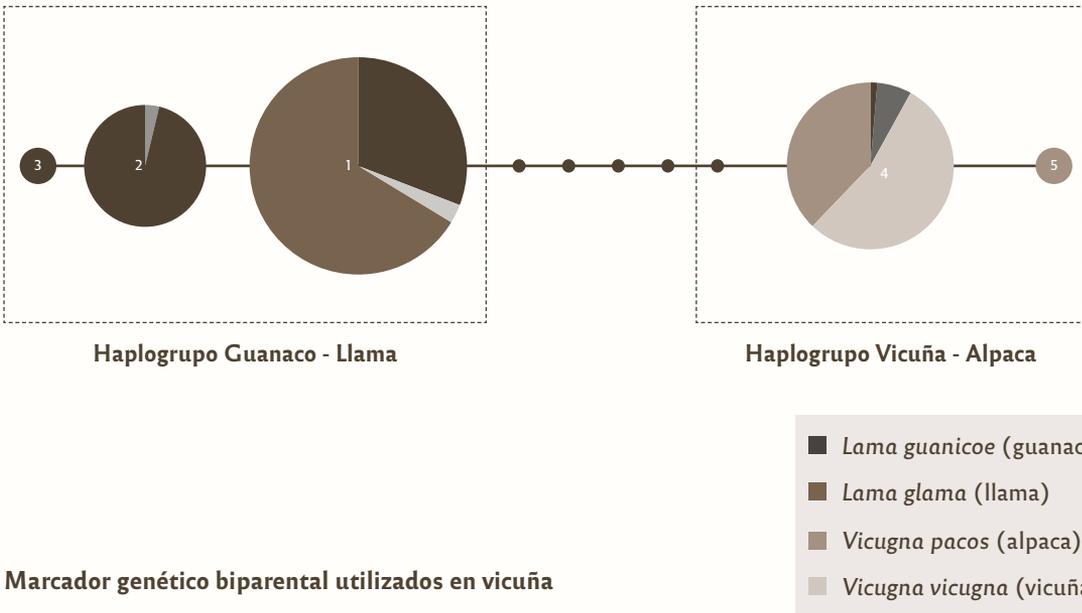
Marcador paterno en el ADN del cromosoma Y

En mamíferos, el cromosoma Y es heredado entre generaciones de macho a macho, y por lo tanto contiene la información evolutiva de este sexo. Es por ello que se utiliza, aunque no con mucha frecuencia, como marcador complementario al ADN mitocondrial de herencia materna. En camélidos sudamericanos se han utilizado para contrastar la historia filogeográfica de las especies y para evaluar la hibridación entre ellas (Marín *et al.*, 2017).

El único trabajo publicado con este marcador en camélidos sudamericanos mostró un patrón algo diferente al mitocondrial (Marín *et al.*, 2017). Con un número mucho menor de polimorfismos que el ADN mitocondrial, el gen DBY permitió diferenciar el grupo vicuña-alpaca del grupo

guanaco-vicuña, mostrando además hibridación entre especies y grupos (Figura 3.3). Sin embargo éste marcador no fue capaz de diferenciar claramente las subespecies de vicuña, ya que el 95% de las vicuñas analizadas presentaron la misma secuencia de ADN (el haplotipo DBY 4) que además incluyó a individuos de llamas (*Lama glama*), guanacos (*Lama guanicoe*) y alpacas (Figura 3.3). Los patrones mitocondriales y del cromosoma Y en vicuña probablemente reflejan una estrategia reproductiva rígida, donde las hembras estarían confinadas en un territorio controlado activamente por un macho (Franklin, 1983; Arzamendia et al., 2018), los machos territoriales se intercambiarían rápidamente, pese a que podrían permanecer hasta más de 6 años en un territorio (Bosch y Svendsen, 1987), y existiría una alta movilidad de este sexo en el espacio entre generaciones, al menos mayor que en hembras. Sin embargo, se debe considerar que la baja variabilidad en gen del cromosoma Y sería poco informativo.

FIGURA 3.3. Red de haplotipos o secuencias del gen DBY del cromosoma Y mostrando el código del haplotipo (número), número de animales que lo comparten (tamaño de la esfera) y la especie morfológica a la cual pertenecen los individuos.



Marcador genético biparental utilizados en vicuña

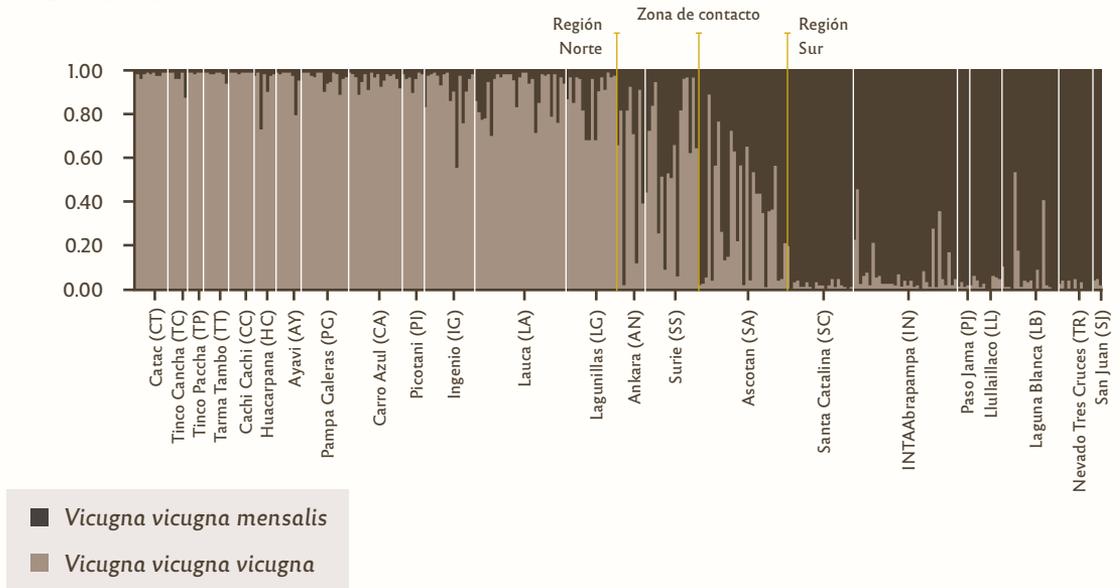
Microsatélites

Los marcadores microsatélites se conocen también como Simple Sequence Repeat (SSRs) o Short Tandem Repeat (STRs). Son secuencias de pocos pares de bases (p.e. de 2 a 5 nucleótidos) que se repiten en tandem muchas veces (Schlötterer, 2004), siendo el número de repeticiones, lo que se utiliza como base para los análisis. Los microsatélites se alojan en el ADN nuclear, por lo que son heredados por línea materna y paterna, y tienen la característica de poseer altas tasas de mutación en comparación con el resto del genoma y por lo tanto son altamente informativos (Schlötterer 2004). Estos atributos han permitido que su uso abarque el mapeo genético (Cosson, 2014), evaluación de la estructura genética dentro de poblaciones (Orozco-terWengel et al., 2013), estudios de parentesco y paternidad (Flanagan y Jones, 2019), e identificación de individuos (Costa et al., 2013), entre otros.

En vicuña, los microsátelites han sido utilizados a dos niveles geográficos, uno en localidades restringidas espacialmente, y otra analizando el patrón genético a lo largo de casi todo el rango de distribución de la especie. Se ha detectado estructuración genética entre localidades en Perú, que corresponderían a la subespecie *V. v. mensalis* (Wheeler *et al.*, 2001; Dodds *et al.*, 2006; Casey *et al.*, 2018), entre localidades del extremo norte de Chile y centro-sur de Bolivia (Sarno *et al.* 2004) donde se incluyeron animales de fenotipo *V. v. mensalis* y *V. v. vicugna* (González *et al.*, 2019), y en entre algunas localidades del Noroeste de Argentina pertenecientes a la subespecie *V. v. vicugna* (Arnello *et al.*, 2015).

Sin embargo, a escala de especie, sólo el trabajo de González *et al.* (2019) analizan la diversidad y patrón de diferenciación infraespecífica a través de su rango distribucional. Este estudio identificó la presencia de dos formas a gran escala coincidentes con las subespecies morfológicas, revelando además la existencia de una zona de contacto entre las subespecies, gracias al análisis genético que genera agrupamiento con datos microsátelitales (STRUCTURE; González *et al.*, 2019). Las vicuñas de esa zona presentan genotipos compuestos por frecuencias alélicas intermedias a las observadas en vicuñas más al norte o más al sur (Figura 3.4). Pese a que el estudio no incluyó muestras de animales de Bolivia, se podría esperar un patrón similar, lo cual explicaría la falta de diferenciación taxonómica observada previamente en Bolivia, pese a que sí se identificó estructura entre localidades (Sarno *et al.*, 2004).

FIGURA 3.4. Distribución de genotipos individuales obtenidos por STRUCTURE con una asignación de $k=2$ (2 grupos). Se indican los individuos pertenecientes al grupo norte (*V. v. mensalis*), austral (*V. v. vicugna*) y además se indican los individuos y localidades que corresponden a la zona de contacto.



La correlación espacial (prueba de Mantel) entre la distancia genética y la distancia geográfica indica que el patrón encontrado es reflejo de “aislamiento por distancia” (González *et al.*, 2019). Aquí es más probable que los individuos de localidades cercanas se parezcan más entre sí que los individuos entre localidades alejadas, por lo que el componente geográfico norte-sur perdería relevancia. En tal escenario, los datos estarían representando un gradiente de genotipos intermedios entre ambos extremos geográficos. Tal patrón puede aparecer fácilmente cuando los individuos no

migran grandes distancias (cientos de kilómetros) y tienden a reproducirse en lugares próximos a su sitio de nacimiento. Consistente con este patrón, individuos de las localidades previamente asignadas a la zona de contacto, es decir, Ankara, Surire y Ascotán, presentan una variedad de genotipos que van desde la pertenencia a uno de los dos grupos hasta casi un 50% de ascendencia de cada grupo, pese a que independientemente hayan sido asignados por patrón de coloración a una u otra subespecie. Por otro lado, los animales que están más allá de esta zona son en su mayoría de un solo grupo genético. Esto sería concordante con el análisis filogeográfico del gen DBY del cromosoma Y que no encontró evidencia de diferenciación entre *V. v. mensalis* y *V. v. vicugna* (Marín et al., 2017).

No obstante lo anterior, la zona de contacto en el área de distribución de la vicuña, identificada tanto por los análisis de ADN mitocondrial como por microsatélites, coinciden en gran medida con el área ocupada por el paleolago Tauka, que se formó después del último máximo glacial y el cual desapareció hace unos 8,500 años (Blard et al., 2011). Se cree que paleolago Tauka, que alcanzó su tamaño máximo de 52.000 km² entre los 16.000 y 14.500 años A.C, habría cubierto los actuales lago Poopó y los salares de Coipasa y Uyuni. Sin embargo, tras su desaparición, se abrió un área estrecha entre las montañas al este del desierto de Atacama y el salar de Uyuni (y detrás de él) que habría permitido el contacto entre grupos de vicuñas previamente separados por la presencia de este gran lago en el altiplano andino. Actualmente es posible reconocer fenotipos de una y otra subespecie que coexisten en esta zona (Capítulo 4).

Para conocer la similitud del pool genético en un contexto geográfico, como una aproximación a caracterizar la influencia de la dispersión y flujo génico sobre el patrón genético, se realizaron autocorrelaciones espaciales. Los resultados indican que las vicuñas machos y hembras contribuyen al flujo genético a distancia <800 km, mientras que a nivel subespecífico, la vicuña del norte muestra una influencia de 400-600 km, mientras que en la vicuña austral cae rápidamente a los 200-400 km (González et al., 2019).

Implicancias en Conservación

Existen dos niveles donde estos resultados genéticos pueden aplicarse a la vicuña, y en particular a la subespecie austral: a escala amplia y a escala local. A escala amplia o de distribución, se han propuesto tradicionalmente dos Unidades de Significancia Evolutiva (en inglés ESU) coincidente con el rango de ocurrencia fenotípica de la subespecie del norte y la austral (Marín et al., 2017). Un ESU se define como poblaciones que son recíprocamente monofiléticas para genes en el ADN mitocondrial y con divergencia significativa en las frecuencias alélicas nucleares (p.e. microsatélites) (Moritz, 1994). Entonces, la zona de contacto limitaría la extensión de los ESU. Aun así, los resultados de correlación espacial limitarían las actividades de manejo a distancias no mayores a 400 km. Por lo tanto, una estrategia de conservación que toma el contexto espacial en consideración son las Unidades de Manejo Continuas (en inglés continuous MU), que permitirían delimitar poblaciones demográficamente independientes, cuya dinámica depende de las tasas de natalidad y mortalidad local más que de la inmigración desde otras poblaciones (Taylor y Dizon, 1999). Aquí se asume un patrón de

aislamiento por distancia más que un patrón de aislamiento geográfico por barreras naturales entre poblaciones (González *et al.*, 2019). Estos últimos resultados son relevantes al momento de sugerir acciones de conservación como translocaciones con fines de conservación para refuerzos poblacionales o reintroducciones, o restringir las distancias de translocaciones con fines productivos, los cuales debiesen circunscribirse a un MU cuyo centro sería la población fuente o receptora de individuos.

A una escala local, la diferenciación genética encontrada entre localidades por distintos autores en la subespecie austral (Sarno *et al.*, 2004; Anello *et al.*, 2015), también permite orientar acciones de conservación en rangos geográficos menores al identificar diferentes MUs en el espacio. Un buen ejemplo es en Perú con la subespecie del norte, donde se han definido cuatro poblaciones que deben ser manejados independientemente una de otra como Unidades de Manejo (Wheeler *et al.*, 2001). Esta aproximación permitiría limitar las distancias de translocación con fines de repoblamiento y uso, como los realizados en dicho país (Tupia, 2018), con la finalidad de mantener la identidad genética local de la población.

Adicionalmente, la determinación de una continuidad poblacional o aislamiento entre poblaciones detectado genéticamente, puede ser útil al momento de proponer áreas que conecten diferentes núcleos poblacionales separados por áreas donde actualmente no hay vicuñas, pero que históricamente hubo y que ahora se encuentran disminuidas o extintas localmente. Este tipo de aproximación podría ser incluida en el diseño y agrupamiento de áreas silvestres con participación de privados dueños de territorios.

Finalmente, el conocimiento y caracterización genética de cada una de las poblaciones y localidades en ellas, ayudaría a poder asignar, junto a otras técnicas forenses, el origen de las pieles o fibras ilegalmente comercializadas y tomar acciones contra esta amenaza (Marín *et al.*, 2009; González *et al.*, 2016; Capítulo 9).

Desafíos futuros

Sin duda que hay efectos históricos recientes sobre la vicuña. El impacto de la domesticación, la llegada de los europeos al continente Americano y posterior colonización y sobreexplotación del recurso, y/o incluso la drástica disminución numérica sufrida hasta fines de los 60s durante el siglo pasado (Wheeler, 1995; Yacobaccio, 2009, Capítulo 9), probablemente han moldeado el patrón genético actual de la vicuña. Sin embargo, los marcadores hasta ahora utilizados (mitocondriales y microsátélites) no han sido útiles para poder dilucidar claramente el efecto de esos eventos recientes sobre la especie. Sin embargo, el actual desarrollo de los análisis genómicos, donde es posible trabajar con miles de datos genéticos (Hunter et al., 2018), podrían ayudar a precisar la historia demográfica de la vicuña, desde su separación como género *Vicugna*, e incluso su segregación como dos subespecies, hasta identificar el impacto humano sobre el genoma. Adicionalmente, y no menos relevante, esta misma metodología también podría contribuir a esclarecer con mayor información la diferenciación subespecífica, e incluso poder identificar con exactitud qué genes están siendo seleccionados en los distintos escenarios ambientales donde habita *Vicugna vicugna* en los Andes centrales, pero esta vez utilizando genes que sí están bajo selección natural.



Capítulo — 4

FOTO: Cordillera de Copiapó, Atacama, Chile.
José Besa

Benito A. González y
Denise S. Donoso

INTRODUCCIÓN

El área de distribución de una especie es una porción del espacio geográfico donde individuos de dicha taxa están presentes e interactúan con el ecosistema (Zunino y Palestrini, 1991; Maciel-Mata *et al.*, 2015). La distribución es, a su vez, el más alto de los componentes de la selección jerárquica de hábitat, que incluye en sus niveles inferiores al paisaje, ámbito de hogar, y sitios donde los individuos desarrollan conductas específicas (Johnson, 1980). La distribución es resultado de una interacción compleja entre factores bióticos y abióticos con los atributos de la especie, tales como su historia evolutiva, adaptaciones, tolerancias fisiológicas y requerimientos de recursos (Austin, 2002; Weaver *et al.*, 2006; Porter y Kearney, 2009). Pese a su importancia, la delimitación de la distribución, en cuanto a extensión y borde, posee complicaciones, principalmente por falta de información detallada respecto a la presencia de la especie. La vicuña no está ajena a esta problemática, por lo que en este capítulo se describe una nueva propuesta de distribución geográfica para la especie y sus subespecies, además de las superficies que ocupan en cada país, incorporando la información más actualizada disponible. Asimismo, se proponen nuevos rangos de distribución a nivel de subespecies basados en estudios genéticos recientes y en observaciones de campo de los dos fenotipos morfológicos.

Distribución pasada y actual de la vicuña

La distribución geográfica es dinámica en el tiempo, pudiendo sufrir expansiones y contracciones producto de múltiples variables, entre ellas las biogeográficas, ecológicas y biológicas (Zunino y Zullini, 2003). Entre los factores que han impactado fuertemente la distribución de especies en el último tiempo, están las actividades humanas (Ceballos y Ehrlich, 2002).

El ambiente típico de la vicuña es el altiplano de los Andes centrales. Este ecosistema se caracteriza por un ambiente extremo de bajas temperaturas, con un pastizal árido con vegetación dispersa, alta radiación solar y baja presión de oxígeno (Franklin, 1982). La extensión de este ambiente ha variado en el tiempo debido a cambios climáticos y vegetacionales, los cuales habrían modificado la extensión de la distribución de la vicuña. Por ejemplo, durante el Pleistoceno la vicuña habría tenido una distribución mucho más amplia que la actual (Capítulo 2), la cual se habría reducido hasta confinarla en el altiplano de los Andes. Posteriormente, durante el Holoceno, el ambiente andino se habría estabilizado en un clima más seco dominado por grandes pastizales y cuerpos de agua que permitieron el desarrollo y la permanencia de camélidos silvestres hasta el presente. Estos fueron utilizados a través de la caza por los paleoindios y posteriormente a través de la ganadería, la que por el proceso de domesticación originó a la alpaca y la llama (Baied y Wheeler, 1993).

Hacia los años 60s, la distribución de la vicuña habría sufrido una reducción de hasta un ~85% en superficie comparado con la distribución original a la llegada de los españoles (Ceballos y Ehrlich, 2002, basado en Franklin, 1982). Esta reducción en la extensión habría sido producto de una constante y drástica disminución de la densidad de la especie, debido principalmente a la sobreexplotación por caza (Yacobaccio, 2009; Capítulo 9). Afortunadamente, las políticas nacionales e internacionales de protección de la vicuña (ver Box 12.1), permitieron la recuperación de su distribución y de su abundancia durante las últimas cinco décadas, a partir de pequeños núcleos poblacionales que persistieron en Perú, Bolivia, Chile y Argentina (Grimwood, 1969; Boswall, 1972; Jungius, 1972).

Actualmente la vicuña se encuentra habitando las zonas biogeográficas de la Puna, Puna Húmeda y Puna Seca de los Andes Centrales, y Estepa Andina (Acebes *et al.*, 2018), sobre un área de aproximadamente ~580.000 km² que abarcan Perú, Bolivia, Chile y Argentina (Véliz y Hoces; Huallata y Velasco, 2014; Box 4.1; González, datos no publicados). Su distribución se extiende cerca de 2.900 km de longitud desde 9°50'S en el Departamento de Ancash, Perú, hasta los 29°14'S, 69°21'W al noroeste de San Juan, Argentina. Existe una población aislada en Chimborazo, Ecuador, resultado de una donación de un total aproximado de 300 animales pertenecientes a la subespecie *mensalis*, que realizaron Perú, Chile y Bolivia durante los 80s. Esta representaría la distribución más al norte (1°30'S) de la especie (McLaren *et al.*, 2018), aunque existe debate debido a que no hay registros paleontológicos ni arqueológicos de su existencia previa en la zona.

Distribución de las subespecies de vicuña

La variación geográfica en las interacciones entre individuos/poblaciones y su ambiente, junto con el aislamiento reproductivo, permitirían la ocurrencia de subespecies, ecotipos, o poblaciones localmente adaptadas en el territorio (Savolainen *et al.*, 2007; Pearman *et al.*, 2010). Los límites geográficos entre estas unidades biológicas a veces no son discretos en paisajes con ausencia de barreras geográficas evidentes, correspondiendo más bien a gradientes de cambio en el espacio.

Para la vicuña, se reconocen dos subespecies morfológicas (Capítulo 1) con coincidencia geográfica y genética (Capítulo 3), cuya diferenciación habría sido producto de aislamiento geográfico y presiones de selección disímiles sobre la especie. Actualmente no es posible fechar el aislamiento geográfico, sin embargo este probablemente se habría generado por barreras naturales durante el período glacial e interglacial en los Andes centrales y zonas adyacentes, con la presencia de grandes casquetes de hielo y de paleolagos (Baied y Wheeler, 1993). Una vez segregada la distribución, la influencia de la diagonal árida Sudamericana sobre las poblaciones ubicadas hacia el sur de la distribución, con condiciones áridas, entre otros posibles factores, habría diferenciado a la subespecie *vicugna*, mientras que las condiciones más húmedas hacia el norte, quizás habrían diferenciado a la subespecie *mensalis* (Marín *et al.*, 2007).

El límite entre el fenotipo de la subespecie *mensalis* o vicuña del norte, y la subespecie *vicugna*, o vicuña austral, sería el paralelo 19°30'S, aunque también se ha indicado el 19°S (Figura 3.1, Capítulo 3). Esto significa que el fenotipo de la subespecie *mensalis* abarcaría el extremo norte de Chile, centro y norte de Bolivia, y todo el altiplano Peruano. Mientras que la subespecie *vicugna* incluiría el norte de Chile desde la región de Tarapacá hasta la región de Atacama (Galaz, 2005), los departamentos de Potosí y Tarija en Bolivia (Eyzaguirre y Velasco, 2001; Huallata y Velasco, 2014), y todo el noroeste de Argentina, entre las provincias de Jujuy y San Juan (Box 4.1).

Sin embargo, estudios genéticos recientes reportan que más que un límite entre ambas subespecies existe un área difusa donde se hibridan ambas taxa, la cual se ha denominado zona de contacto genético (González *et al.*, 2019). Esta zona correspondería a una franja ubicada entre los ~18°30'S y ~21°30'S, lo cual incluiría parte del extremo norte de Chile y se proyectaría hacia el oeste, abarcando el centro-sur de Bolivia (Capítulo 3). Esta situación explicaría la ausencia de segregación entre ambas subespecies en estudios genéticos previos realizados con muestras provenientes de Bolivia (Sarno *et al.*, 2004).

En consecuencia, la distribución geográfica de las subespecies de vicuña cambia drásticamente con respecto a lo descrito previamente, donde sería posible identificar una amplia zona de contacto genético ubicado al centro de la distribución de la especie (Figura 4.1). Por lo tanto la vicuña del norte se encontraría entre los 9°50'S en Perú, hasta los ~18°30' en Chile y Bolivia, mientras que la vicuña austral, ocuparía la parte sur de la distribución de la especie, entre los ~21°30'S en Bolivia y Chile y ~29°15'S en Argentina. El híbrido genético *mensalis* x *vicugna* ocuparía la parte central de la distribución entre los ~18°30'S y ~21°30'S.

Además existiría una zona de solapamiento morfológico de menor

Distribución de la vicuña en Argentina

Román J. Baigún

Bolivia en los 21° 47' S y el meridional en los 29° 31' S, mientras que el límite oriental se encuentra en los 65° 02' W y el occidental en los 69° 44' W, en la frontera con Chile. Esta zona abarca las provincias del noroeste argentino, específicamente Jujuy y Catamarca, oeste de Salta, La Rioja, norte de San Juan y en el Nevado del Aconquija en Tucumán (Figura 4.1.1), sobre un área de aproximadamente 123.000 km², que corresponde en promedio a un cuarto del tamaño de las provincias en conjunto (Baigún *et al.*, 2008). Esta superficie, a su vez, representa un 41 % de la distribución total de la especie en Sudamérica (Acebes *et al.*, 2018; Acebes, 2018).

La subespecie de vicuña que habita la República Argentina corresponde a la vicuña austral, *Vicugna vicugna vicugna*. Su área de distribución tiene su límite septentrional en la frontera con

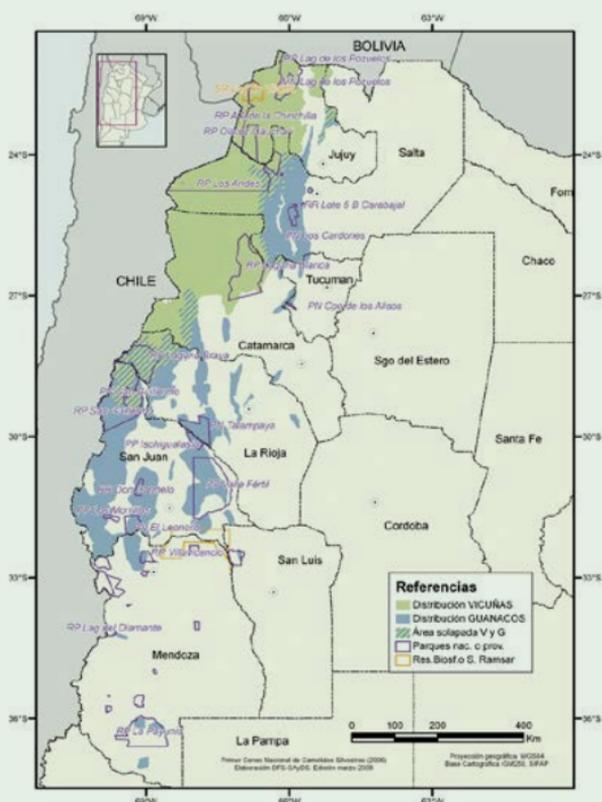


FIGURA 4.1.1. Distribución de la vicuña en Argentina, indicando también la distribución del guanaco y la zona de solapamiento entre ambas especies. Se muestran asimismo las áreas protegidas (imagen tomada de Baigún *et al.*, 2008).

La vicuña habita las áreas montañosas andinas del centro-norte de Argentina y las sierras pampeanas que bordean la cordillera (Pujalte y Reca, 1985). Su distribución se encontraría restringida a las provincias biogeográficas Puneña, Prepuneña y Altoandina, representada por tres ecoregiones: Altos Andes y Puna, con un 98 % aproximadamente de ocupación en ambas, y Monte de Sierras y Bolsones (Baigún *et al.*, 2008). A lo largo de estos ecosistemas presenta una distribución en parches, debido a la cacería y el deterioro de su hábitat natural (Ratto, 2003). Cabe destacar que existen zonas de solapamiento de la distribución de la vicuña con la del guanaco (*Lama guanicoe*). Las áreas de distribución de las dos especies se superponen en una franja discontinua de 22.710 km², que para el caso

de la vicuña corresponde a un 18,5 % de su distribución. El límite meridional del área de superposición se encuentra en el paralelo 29° 30' S. Los ecosistemas que habitan las vicuñas se encuentran entre los 3.164 msnm y 4.857 msnm (Tabla 4.1.1). El valor de altitud mínima se condice con el publicado por Laker *et al.* (2006), quien ubica a las vicuñas por sobre los 3.000 msnm. La menor amplitud altitudinal se reporta en la provincia de San Juan.

Provincia	Altitud mínima (msnm)	Altitud máxima (msnm)	Amplitud (m)
Jujuy	3.474	4.728	1.251
Salta	3.420	4.857	1.437
Catamarca	3.164	4.857	1.693
La Rioja	3.556	4.422	866
San Juan	3.287	4.399	843

TABLA 4.1.1.

Altitudes máximas y mínimas registradas para vicuñas en Argentina de acuerdo al relevamiento del año 2006 (Baigún *et al.*, 2008).

Los lugares con mayores concentraciones de vicuña en la Argentina se hallarían en sitios que incluyen áreas protegidas: Reserva Provincial Olaroz-Cauchari (Jujuy), Reserva Provincial Los Andes (Salta), Reserva de la Biosfera Laguna Blanca (Catamarca), Reserva Provincial Laguna Brava (La Rioja) y Parque Nacional y Provincial San Guillermo (San Juan), las que fueron creadas para proteger a esta especie (Cajal, 1991). Además, en Jujuy, existen poblaciones de vicuña en el Monumento Natural, Reserva Provincial y de la Biosfera Laguna de los Pozuelos; Reserva Provincial Altoandina de la Chinchilla; y Sitio Ramsar Lagunas de Vilama. Todas estas áreas protegidas totalizan 41.753 km² y representan más de un 34% de la distribución actual de *Vicugna vicugna vicugna* en Argentina. San Juan posee una superficie de protección que representa un 98 % del área de ocupación de la vicuña en dicha provincia.

Las áreas protegidas con poblaciones de vicuñas cuentan con diferentes estatus de manejo (UICN-WCPA, 1994). De un total de diez áreas, seis poseen categoría de “Áreas Protegidas con Recursos Manejados”, que permite la utilización sustentable de los ecosistemas naturales. Una tiene categoría “Área de Manejo de Hábitat y/o Especies”, que permite el manejo activo o manipulación del ambiente y/o de alguna población o comunidad en beneficio del objeto de conservación, y una sola posee categoría de protección internacional (Sitio Ramsar). Las dos restantes son Monumento Natural y Parque Nacional, que trabajan sobre la conservación de ecosistemas y permiten el turismo (SIFAP, 2018).

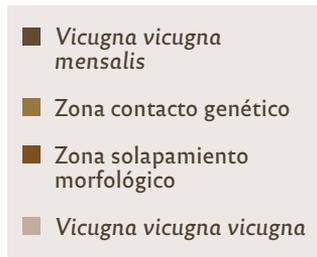
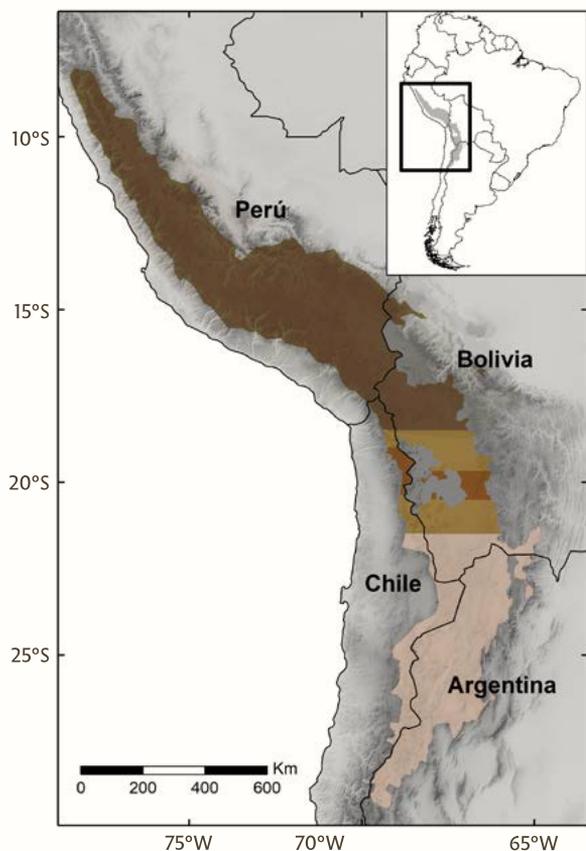


FIGURA 4.1. Propuesta de distribución de la vicuña del norte, austral, zona de contacto genético y zona de solapamiento morfológico entre ambas formas en Sudamérica. Mapa elaborado "a mano alzada" con las distribuciones reportadas para la especie por Véliz y Hoces (2007) en Perú, Huallata y Velasco (2014) en Bolivia, Baigún (Box 4.1) en Argentina, y compilación de localizaciones de grupos de vicuña en Chile (González, datos no publicados). Los límites de las distribuciones son aproximadas.

superficie que el genético entre las subespecies. La delimitación de esta última zona se basa en reportes de individuos de ambos fenotipos morfológicos coexistiendo espacialmente en Chile (Valenzuela et al., 2017) y Bolivia (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2009), e incluso de individuos que mostrarían rasgos morfológicos combinados (Valenzuela et al., 2017, Figura 4.1 y 4.2).

Distribución de la vicuña según país

En Sudamérica la vicuña se distribuye principalmente en Perú, con casi la mitad del área total, seguida de Bolivia y Argentina. En Chile su distribución es una franja marginal asociada al borde oeste del altiplano y puna andina (Figura 4.1, Tabla 4.1).

En Perú sólo se distribuye la subespecie *Vicugna vicugna mensalis*. Ella se encuentra en los 9°50'S hasta el límite con Chile, abarcando los departamentos de Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Junín, Pasco, Huánuco, Ancash, Puno, Moquegua, Tacna y las provincias altas de

Lima, Ica y la Libertad (Hoces, 2001). Altitudinalmente se reporta entre los ~3.800 y ~4.200 m.s.n.m., principalmente en la ecorregión de la Puna y Puna Húmeda de los Andes centrales (Hoces, 2001; Acebes et al., 2018). Altitudinalmente se reporta entre los ~3.800 y ~4.200 m.s.n.m., principalmente en la ecorregión de la Puna y Puna Húmeda de los Andes centrales (Hoces, 2001; Acebes et al., 2018).

En Chile, existen poblaciones pertenecientes a la subespecie del norte y austral de vicuña, más una zona de contacto entre ambas formas. La forma pura de *V. v. mensalis* se distribuiría entre el límite con Perú hasta los ~18°30'S. Luego, es seguido por la zona de contacto genético entre *mensalis* x *vicugna* (Capítulo 3). Esta zona abarca desde la región de Arica y Parinacota (~18°30'S) hasta al extremo norte de región de Antofagasta (~21°30'S). Dentro de esta zona de contacto se identificaría una zona de solapamiento morfológico, la que se ubicaría en Chile en la región de Tarapacá (19° a 20°22'S), donde es posible observar a ambos fenotipos coexistiendo y mostrando patrones morfológicos intermedios (Figura 4.2; Valenzuela et al., 2017). Finalmente, la forma genética pura de *V. v. vicugna* en Chile, se distribuiría desde el paralelo ~21°30'S hasta los 23°33'S, en la localidad de El Morro, región de Atacama (Vilina et al. 2015). Altitudinalmente, *V. v. mensalis* en Chile se ubica entre los 3.775 y ~4.700 m.s.n.m., las vicuñas que habitan la zona de contacto genético se localizan entre los 3.736 y 4.834 m.s.n.m, y *V. v. vicugna* se ubica entre los 2.866 m.s.n.m. y los 4.763 m.s.n.m. (Malo et al., 2016; González, en preparación; Esteban Zúñiga, com. pers.).

FIGURA 4.2.

Vicuña con patrón de coloración lateral de *V. v. vicugna* y pechera de *V. v. mensalis*, observado en la zona de solapamiento morfológico, Salar de Huasco, región de Tarapacá, Chile (Fotografía: Jorge Valenzuela, CONAF).



Bolivia también cuenta con poblaciones pertenecientes a ambas subespecies y una zona de contacto entre ambas formas. Pese a que se ha descrito el paralelo $19^{\circ}30'S$ como límite entre la subespecie *mensalis* y *vicugna* (Eyzaguirre y Velasco, 2001), al igual que en Chile, se ha reportado la presencia de ambos fenotipos coexistiendo entre los paralelos $\sim 19^{\circ}40'S$ y $\sim 20^{\circ}30'S$, que incluye los cantones de Tomave, Chacala, Uyuni y Tolopampa de la provincia Antonio Quijarro en el departamento de Potosí (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2009). Estos registros podrían ser evidencia de que existe una zona de contacto genético entre *mensalis* y *vicugna*, por lo que se requieren estudios similares a los realizados por González *et al.* (2019) para confirmar esta hipótesis. *Vicugna v. mensalis* se distribuiría entonces desde los $\sim 19^{\circ}40'$ hacia el norte hasta el límite con Perú ($14^{\circ}40'S$), y *V. v. vicugna* desde los $\sim 20^{\circ}30'S$ hacia el sur hasta el límite con Argentina ($22^{\circ}50'S$; Figura 4.2). Altitudinalmente, en este país, se reporta a la especie entre los ~ 3.600 y ~ 4.800 m.s.n.m. (Eyzaguirre y Velasco, 2001).

Finalmente en Argentina, donde la población completa pertenecería a la subespecie *vicugna*, se distribuye en las provincias de Jujuy, Salta, Catamarca, Tucumán, La Rioja y San Juan (Box 4.1). A lo largo de esta zona, la vicuña austral se encuentra entre los 3.164 m.s.n.m. y los 4.857 m.s.n.m. y ocupa una superficie total de entre 120.000-123.000 km².

Dados los antecedentes expuestos, es posible recalcular las áreas de distribución de las subespecies de vicuña en Sudamérica (Tabla 4.1). La subespecie *mensalis*, localizada principalmente en Perú, es la que mayor superficie posee, siendo el doble de la que ocupa la subespecie *vicugna*, la que a su vez se encuentra principalmente en Argentina. En cuanto a los países que presentan ambas subespecies, en Bolivia *vicugna* ocupa menor área de distribución con respecto a *mensalis*. En cambio en Chile predomina principalmente la ocurrencia de la subespecie *vicugna* (Tabla 4.1)

	<i>V. v. mensalis</i>	<i>V. v. vicugna</i>	<i>V. v. mensalis x vicugna</i> Contacto genético (Solapamiento morfológico)	Superficie total	Porcentaje
Perú	282.394	-	-	282.394	49 %
Bolivia	*44.085	*26.573	*55.872 (**8.866)	126.529	22 %
Chile	4.029	32.495	11.996 (**4.898)	48.520	8 %
Argentina	-	120.766	-	120.766	21%
Superficie total por taxa/zona	330.507	179.833	67.868 (13.764)	578.208	

TABLA 4.1.

Superficie de distribución (km²) de las subespecies de vicuña basada en análisis genéticos y reportes morfológicos.

* Área proyectada a partir de análisis genéticos realizados en Chile.

**Área estimada a partir de reportes locales.

Importancia de la distribución de las especies

La distribución geográfica es la base espacial que permite conocer la extensión de ocupación de una especie. La variación de esta en el tiempo permite evaluar tanto las acciones de protección, a través de colonización o expansión de las áreas de presencia, como también identificar las amenazas que pueden provocar reducciones en la superficie.

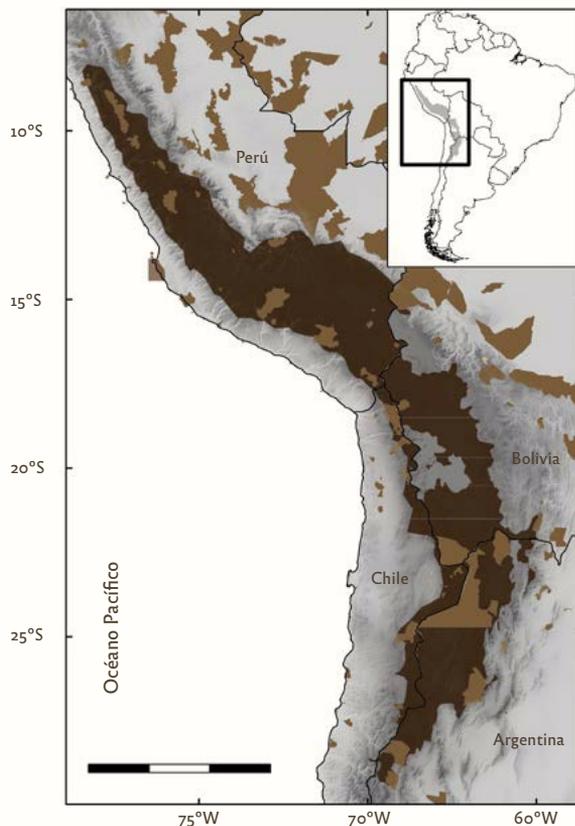
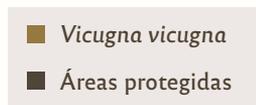
El conocimiento de la distribución de una especie, aunque sea obtenida por el método “a mano alzada” y en donde se obtiene un superficie discreta (Maciel-Mata *et al.*, 2015), como la expuesta en este capítulo, permite también dimensionar la importancia de las áreas protegidas en resguardar el ambiente donde vive la vicuña (Figura 4.3). En Perú, la especie se encuentra presente en seis áreas protegidas, totalizando 14.277 km² (Acebes *et al.*, 2018); en Bolivia, la vicuña se encuentra en cuatro áreas, totalizando 13.972 km² de superficie protegida (Acebes *et al.*, 2018); en Chile, la vicuña es protegida en siete áreas silvestres (Figura 4.3), las cuales cubren cerca de 9.350 km² de hábitat (Capítulo 13); finalmente en Argentina, las áreas protegidas, tanto nacionales como provinciales, abarcan 41.753 km² distribuidas en once unidades (Baigún *et al.*, 2008; Box 4.1).

Desafíos futuros

Una de las principales preguntas sin resolver es la identificación de las variables ambientales que determinan la distribución de la vicuña y cuales son aquellas que mayormente contribuyen a explicarla. Su identificación permitiría por un lado saber hasta qué nivel es posible manejar el hábitat en beneficio de la especie, y por otro precisar la superficie de ocurrencia, ya que nuestra aproximación es a “mano alzada”. Lo anterior se podría obtener mediante modelos de distribución potencial de especie o modelos de nicho (Elith y Leathwick, 2009), donde generar una base de datos con la

FIGURA 4.3.

Presencia de áreas protegidas a lo largo de la distribución de la vicuña en Sudamérica (Fuente: COSIPLAN, 2015). Los límites de la distribución de la vicuña es aproximada.



localización geográfica de individuos y grupos avistados en terreno sería el primer paso para luego modelar su relación con otras variables, como el clima, topografía, vegetación, actividad humana, entre otras. Ya existen algunos trabajos que reportan la distribución potencial de la vicuña a nivel de país, como por ejemplo en Perú (Véliz y Hoces, 2007), de especies tan cercanas a la vicuña como el guanaco para Chile (*Lama guanicoe*; González *et al.*, 2013), o de otros ungulados sudamericanos que comparten tangencialmente el ambiente Andino con la vicuña, como la taruka en este mismo país (*Hippocamelus antisensis*, Mata *et al.*, 2018).

Con estos antecedentes, sería posible predecir cómo la distribución de la vicuña se vería afectada por el cambio climático en la zona. Se espera que durante el siglo XXI, en los Andes septentrionales y centrales, se formen nuevos lagos y que lagos existentes se vayan secando a medida que retroceden los glaciares. Esto alteraría la dinámica hidrológica de cursos de agua y humedales altoandinos que son alimentados por glaciares, lo que resultaría en cambios en la biodiversidad andina. Esto producto de que ecosistemas de humedales

podrían perderse y/o de que algunas especies ascenderían altitudinalmente, formando nuevas comunidades (Cuesta *et al.*, 2019). Ante este escenario, el conocer cuánto de las áreas silvestres actuales protegerán a las poblaciones de vicuña en las próximas décadas, así como también el cómo planificar áreas futuras para proteger a la especie y su ecosistema, cobran relevancia (Castillo *et al.*, 2018).



Capítulo — 5

Salar de Huasco, Tarapacá, Chile.
Thomas Kramer

Metodologías de monitoreo en vicuñas y estimaciones de abundancia y densidad de vicuña austral en Chile

INTRODUCCIÓN

La conservación de fauna silvestre siempre implica algún tipo de monitoreo, es decir el seguimiento de indicadores del estado de las poblaciones en el tiempo. Información básica tal como la cantidad y tipo de individuos que conforman la población año tras año, permite determinar su tendencia en el tiempo, es decir si la población aumenta, disminuye o se mantiene (Lindenmayer y Likens, 2010). Para la vicuña en Chile, el monitoreo de sus poblaciones está implícito en los objetivos estratégicos del Plan de Conservación y Manejo de la Vicuña (Galaz y González, 2003). Esto ya que el monitoreo de las poblaciones de vicuña resulta vital para la toma de decisiones que determinarán su estado de conservación en el largo plazo (Acebes et al., 2018).

Chile reporta anualmente al Convenio para la Conservación y Manejo de la Vicuña la abundancia de la especie en su territorio, que corresponde a lo evaluado en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas que administra CONAF y sectores aledaños. Durante la realización del Convenio en Jujuy, se reportó un total de 13.831 vicuñas, basado principalmente en el conteo directo de ejemplares. El 78,7% de los individuos se distribuirían en la región de Arica y Parinacota, el 4,2% en la región de Tarapacá, el 15,2% en la región de Antofagasta y finalmente 1,9% en la región de Atacama. De acuerdo a esta información, cerca de un 20% pertenecería a la vicuña austral (*Vicugna vicugna vicugna*) presente en las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Atacama (CONAF, 2018).

En este capítulo se revisarán las metodologías que se han utilizado para el monitoreo de vicuñas en Sudamérica. Además se presentarán y reanalizarán los datos

disponibles de abundancia y densidad poblacional para vicuña austral en Chile, discutiendo finalmente las ventajas de trabajar con métodos que permitan un óptimo entre la estimación y la logística de terreno.

Métodos de estimación de abundancias utilizados en vicuña

En un reciente análisis de artículos y tesis que utilizaron distintos métodos de estimación de abundancia de guanaco y vicuña, los artículos sobre vicuña fueron cuatro (Moraga y Vargas 2018). Sin embargo, esta revisión solo abarcó artículos publicados y disponibles en la red. En el presente capítulo, revisamos los métodos utilizados para estimaciones de abundancia y densidad de vicuña en Chile realizando una breve búsqueda en la red de publicaciones más recientes y utilizando adicionalmente reportes e informes realizados por y para unidades de CONAF (J.P. Contreras, com. pers.), con énfasis solo en aquellas regiones que tienen presencia de vicuña austral.

En nuestra búsqueda encontramos cinco artículos y seis reportes no publicados con descripciones de métodos de estimación de abundancia de vicuña. Cualitativamente, es posible recoger de los artículos revisados dos perspectivas frente a la incerteza en la obtención de sus resultados. Una, basada en la certeza del conteo “directo” (*se cuenta todo lo que hay*), que consiste en el conteo de los individuos visibles en un área. Un caso particular de esto sería un censo estricto, el que en rigor implica la certeza del conteo completo de individuos en un área determinada. Sin embargo, esto requeriría la situación ideal donde exista plena visibilidad de los animales (100%) y que se realiza sobre un área que sea logísticamente posible de abarcar en su totalidad. En la práctica, generalmente no realizamos un censo estricto, porque no hay plena visibilidad o porque las áreas son muy grandes y no es factible cubrirlas con la logística existente.

Esto es reconocido por la otra perspectiva de estudio la que asume que existen incertezas en la detección de los animales y que no es posible abarcar toda el área de estudio (*se cuenta todo lo que se ve, pero no todo lo que hay*). Por esto la metodología de muestreo incluye tomar datos que hacen posible realizar correcciones en la detección de los animales y que permite además la inferencia de los resultados para un área mayor al área muestreada mediante un diseño de muestreo y/o un modelo estadístico (White, 2005). Por ejemplo, una combinación de diseño de muestreo y modelo estadístico a partir de las distancias de animales al transecto (o puntos de conteo) se denomina *distance sampling* (Buckland *et al.* 2001).

En general, experiencias previas del equipo de trabajo deben volcarse junto a otras herramientas en el diseño de muestreo en la etapa de planificación del monitoreo. Desde el diseño de muestreo se determinará si las inferencias de densidad o abundancia serán locales en las áreas de muestreo o servirán como representantes de las áreas no muestreadas para inferir densidad o abundancia a un área mayor. La variación de la estimación provendrá principalmente de la disposición, extensión y cantidad de las unidades de conteo establecidas en el diseño de muestreo. Posteriormente

a partir de los datos del muestreo se realizará la estimación poblacional, donde se calcula el valor de la abundancia o densidad para el área total considerando un rango de variación, utilizando metodologías estadísticas (Williams *et al.*, 2002).

La diversidad de métodos responde a los objetivos del estudio o monitoreo, su escala espacial, las capacidades del personal y logística asociada. Aunque se sugieren diseños de muestreo al azar, en la práctica en el monitoreo de camélidos sudamericanos generalmente se ha privilegiado cubrir grandes extensiones de superficie. Esto implícitamente transa la variación por azar, por un muestreo que recoge mayor variación espacial. Esto debido a restricciones logísticas, ya que el muestreo totalmente al azar requiere mayor tiempo y esfuerzo para cubrir una gran área, en comparación al muestreo asociado a caminos o huellas, donde también se podría aleatorizar o semi-aleatorizar los recorridos (Baigún *et al.*, 2008; Travaini *et al.*, 2015). Las metodologías usadas para estimar abundancia en vicuña son diversas y varían según los métodos de obtención de los datos, los métodos de diseño de muestreo y los métodos de análisis de datos. Estos métodos dependen de si se consideran conteos directos, si incluyen incerteza en la detectabilidad o área visible, y si su inferencia es local o para un área de interés mayor (Tabla 5.1 y Tabla 5.2, respectivamente).

TABLA 5.1.
Metodologías de muestreo utilizadas en monitoreo de vicuñas que consideran conteos de animales visibles sin corrección de detectabilidad (conteos directos).

Método obtención de datos	Datos registrados	Método para estimar variabilidad	Diseño de muestreo	Método de análisis	Resultados	Cita
Puntos de conteo	Número de animales	Conteo repetido	Conteo en áreas de concentración, Área de interés a nivel local	Planilla de cálculo	Número de animales	Puig y Videla, 2007
Conteo completo	Número de animales	Conteo doble en fracción de sitios de muestreo	Conteo por sitios, recorridos de mayor visibilidad definidos con gente con experiencia local	Planilla de cálculo, Programa estadístico	Número de animales	Pino, 2016
Transectos o recorridos	Número de animales, transecto o sitio, largo de recorrido		Recorridos en vehículo y a pie en áreas específicas	Planilla de cálculo	Número de animales por kilómetro o por sitio	Valenzuela, 2014; 2015; 2016; CONAF 2014; 2017
Transectos ancho faja fijo	Número de animales, largo de recorrido o transectos.	Variación entre transectos, Conteo repetido	Recorridos con conteo con ancho preestablecido	Planilla de cálculo	Número y densidad de animales	Besa y de la Riva, 2014; Sahley <i>et al.</i> 2007
Transectos ancho faja fijo con cuenca visual	Número de animales, registro de recorrido (GPS)		Recorridos con conteo de ancho corregido	Planilla de cálculo, Cuenca visual en SIG	Densidad corregida por área visible	González <i>et al.</i> , 2014

Método obtención de datos	Datos registrados	Método para estimar variabilidad	Diseño de muestreo	Método de análisis	Resultados	Cita
Puntos de conteo con dos franjas de distancia de observación	Número de animales corregidos por distancia, Localización GPS del punto de muestreo	Simulación	Muestreo al azar a nivel regional	Simulación de Montecarlo (Box 5.1) Geostatística: kriging y co-kriging	Estimación de abundancia y densidad con límites de confianza a nivel regional	González et al., 2015, (ver Box 5.1).
Transecto con muestreo de distancia (Distance sampling)	Número de animales, Localización del observador, Largo del recorrido (GPS, cuenta km) Distancia y ángulo de los animales desde el observador	División de los recorridos en transectos de distancia fija o variable	Muestreos en recorridos de gran superficie	Planilla de cálculo, Software Distance o paquete Distance en R	Estimación abundancia y densidad Con intervalo de confianza según área de interés	Baigún et al., 2008, ver Box 5.2); Gallardo et al., 2010; McLaren et al., 2018

TABLA 5.2.
Metodologías de muestreo en vicuñas que consideran incerteza en detectabilidad de animales y necesidad de inferencia a un área de interés.

Estimaciones poblacionales de vicuña austral

Las estimaciones poblacionales para vicuña austral en Chile se encontraron fundamentalmente en reportes. Estas estimaciones se basaron en diferentes métodos y escalas espaciales, por lo que un análisis comparativo no es factible de realizar. Para todas las regiones con presencia de vicuña austral existen datos de conteos realizados en áreas protegidas y zonas adyacentes realizados por CONAF (Besa y de la Riva, 2014, CONAF, 2014; 2017; 2018). Valenzuela 2014, 2015, 2016). Adicionalmente para la Región de Tarapacá existe una estimación regional de vicuña (González et al., 2015, Box 5.1). Por otro lado, para la Región de Atacama, existen estimaciones usando cuenca visual para determinar el área efectivamente visible de conteo en recorrido (González et al., 2014).

Región de Tarapacá

En la Región de Tarapacá, existirían ambas subespecies de vicuña (pero ver Capítulo 3) siendo el límite geográfico entre ellas la Quebrada de Tarapacá. Por lo tanto, los conteos realizados en el Parque Nacional Volcán Isluga (PNVI), serían de la subespecie *V.v.mensalis* y los en el Parque Nacional Salar del Huasco (PNSH), de la subespecie *V.v.vicugna*. (Tabla 5.3). En ambas áreas protegidas se observa un aumento en el número de sectores de muestreo, cambios en los sitios y en general un aumento en el número de vicuñas contadas en el tiempo. El método de conteo entrega un índice de abundancia que generalmente corresponde al número de animales por kilómetro o número de animales por sector (Valenzuela 2014, 2015, 2016; CONAF 2014, 2017, 2018). Como los sectores prospectados difieren entre años se hace difícil la comparación entre ellos, cuestión que se reconoce en los reportes revisados. Esto implica que los aumentos en conteos de

vicuñas pueden ser solo un artefacto del aumento en el número de sitios prospectados (Tabla 5.3) o de recorridos y no estar ligado a un aumento poblacional. Sin embargo, también podríamos estar frente a un aumento en la proporción de sitios ocupados por vicuña, lo que sería un indicador favorable para la especie.

TABLA 5.3.
Estimaciones de vicuña para la Región de Tarapacá de acuerdo a conteos directos en áreas protegidas y zonas adyacentes.

Área	Año	Número de sectores prospectados	Conteo de vicuñas	Intervalo de confianza del 95% Poisson*	
PNVI	2014	5 sectores	137	113	160
	2015	7 sectores	163	139	189
	2016	8 sectores	340	305	377
PNSH	2014	1 sector	51	—	—
	2015	4 sectores	40	28	53
	2016	10 sectores	265	233	297
REGION**	2017	—	580		

Métodos adicionales y mayor cobertura de superficie. A diferencia de los métodos usados por CONAF, para el año 2012 se estimó la abundancia de vicuñas para toda la Región de Tarapacá (Tabla 5.4; González *et al.* 2015). Este consideró poblaciones de vicuña del norte y austral, en conjunto (ver Capítulo 3). Para realizar la estimación de abundancia a nivel regional, se determinó un área de estudio de 16.766 km² considerados como hábitat de vicuña en la región (sobre los 2.500 m.s.n.m.; Box 5.1). Sobre esta área se realizó un muestreo semi al azar con puntos de conteo con detección por distancia en dos franjas (198 puntos en otoño y 185 en primavera). Estos autores determinaron una probabilidad de detección por distancia de 0,75 (Box 5.1 para detalles). Luego el conteo en la banda de 500 m corregido por distancia se utilizó para estimar la abundancia: 1) basado en simulación de Monte Carlo, y 2) basado en geoestadística con modelos kriging y co-kriging. El análisis de simulación de Monte Carlo indicó la estimación mínima para la Región de Tarapacá de 6.207 vicuñas (Tabla 5.4).

*Con los conteos por sitio fue posible determinar un rango de confianza del conteo mediante 10.000 simulaciones con distribución de Poisson.

**Datos no desagregados (CONAF, 2018).

TABLA 5.4.
Estimación de vicuñas para el año 2012 en la Región de Tarapacá usando muestreo de terreno combinado con modelo de simulación de Monte Carlo.

Año	Mes	Conteo de vicuñas	Esfuerzo (km ²)	Estimación regional (16.766 km ²) Monte Carlo	Intervalo de confianza 90% Monte Carlo		Mínimo estimado Monte Carlo
2012	Abril	464	1.000	10.446	7.288	14.091	6.207
	Noviembre	566	1.000	11.453	8.079	15.705	6.757

Estimaciones de abundancia a gran escala: estudio de caso de la vicuña en la región de Tarapacá

Cristián F. Estades

Una de las principales restricciones para la determinación del tamaño de poblaciones animales en una región extensa, es el acceso de los observadores a todos los rincones del territorio. Por esta razón, el uso de censos (i.e. el recuento completo de individuos de una población) como técnica de evaluación poblacional es prácticamente imposible a esta escala. La densidad y distribución de caminos y la topografía dominante influyen de manera significativa en la posibilidad de detectar a todos los individuos de una población para contarlos. Por otro lado, el hecho de que los resultados de un censo dependan estrechamente del esfuerzo desplegado en el campo (i.e. a mayor esfuerzo, mayor probabilidad de contar todos los individuos), hacen que su utilización en monitoreos de largo plazo en zonas extensas sea inapropiado. Por ejemplo, la variación interanual en la disponibilidad de recursos y personal para el censo, puede tener un efecto importante en la estimación final del tamaño poblacional de la especie. Con el fin de abordar estas limitantes, el año 2012 se diseñó un sistema de estimación del tamaño poblacional de la vicuña en la región de Tarapacá en base a un muestreo puntual, una técnica habitualmente usada en el muestreo de aves (Bibby *et al.*, 1992).

La estimación se llevó a cabo en toda la superficie de la región de Tarapacá sobre los 2500 msnm (Figura 5.1.1 A). En esta área se distribuyeron de forma semi-aleatoria (i.e. restringida a la red de caminos) un total de 198 puntos de muestreo. En cada uno de estos puntos se realizó un muestreo donde, con la ayuda de binoculares y un distanciómetro laser, durante 5 minutos se realizó un registro de las vicuñas vistas dentro y fuera de un radio de 500 m (Figura 5.1.1 B). Además, se realizó una caracterización de hábitat desde el punto de vista de la visibilidad, pendiente y asociación vegetacional en el radio de 500 m. Durante abril de 2012 se realizó el muestreo en los 198 puntos de muestreo, y en noviembre de ese año se repitió el ejercicio en 185 puntos.

Aunque los ambientes existentes en el área de estudio son relativamente abiertos y la vicuña es un animal bastante grande, la detectabilidad de éstas no es perfecta, particularmente por el efecto de la distancia y topografía. Por lo anterior se realizó una corrección por el efecto de detectabilidad usando los datos del muestreo en dos bandas según la fórmula (Bibby *et al.*, 1992):

Densidad promedio = $\ln(RT/RF) * RT / (3.14 * r^2 * m)$ donde,

RD: Registros dentro del radio (*r*);

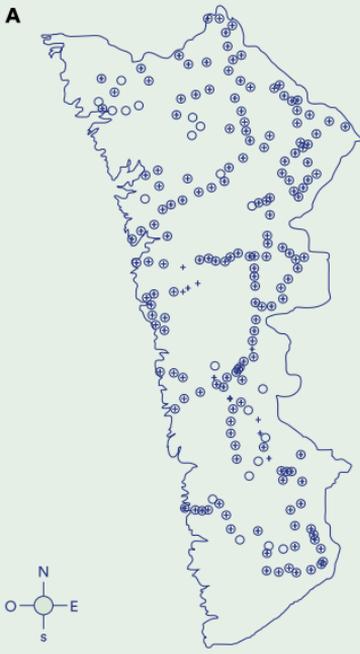
RF: Registros fuera del radio (*r*);

RT: Número total de registros (*RD+RF*);

r: radio de observación;

m: número de muestras.

El muestreo en dos bandas corresponde a una versión simplificada de métodos continuos de corrección por detectabilidad basados en estimaciones de distancia (Buckland *et al.*, 2001). Por su facilidad de aplicación (la que sólo requiere de una buena estimación de la distancia crítica) este método ha sido utilizado en la estimación

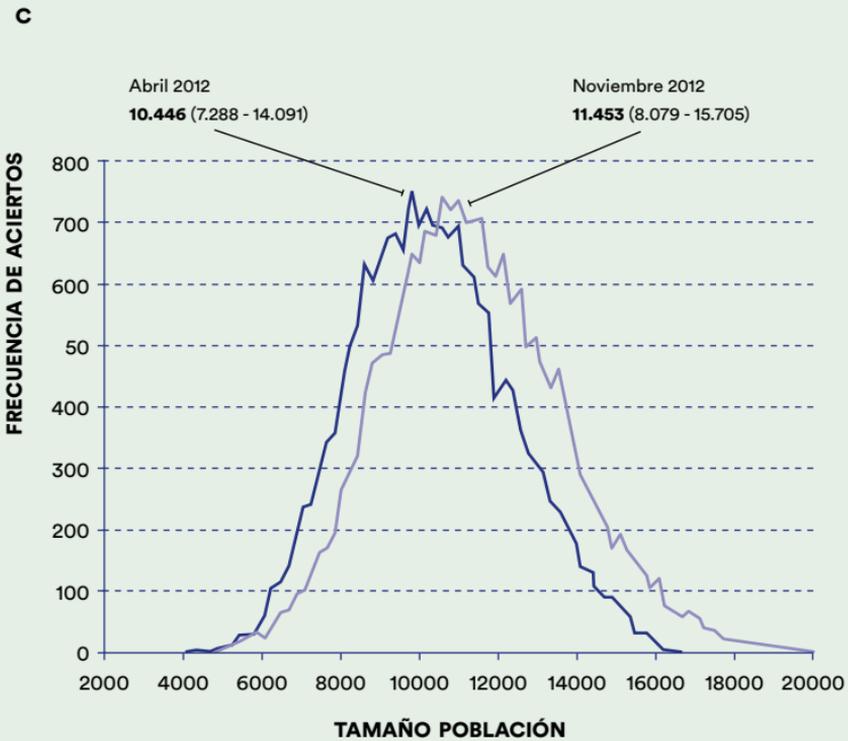
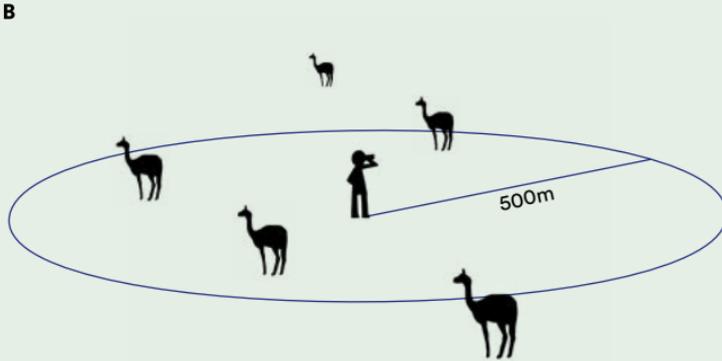


del tamaño poblacional de diferentes tipos de especies. Para el cálculo de la detectabilidad se juntaron los datos de abril y noviembre de 2012 con el fin de mejorar la estimación. La detectabilidad estimada para las vicuñas fue de un 75%.

○ Muestras Abril
+ Muestras Noviembre

FIGURA 5.1.1.

A: Zonas sobre los 2500 msnm de la Región de Tarapacá y distribución aproximada de los puntos de muestreo. B: Diagrama de una estación puntual de muestreo de vicuñas. C: Resultados de la estimación poblacional par abril y noviembre de 2012.



Uno de los problemas de la estimación del tamaño de poblaciones escasas es que los datos de conteos de especies raras habitualmente son no normales y difícilmente normalizables (muchos ceros). Por esta razón, de forma creciente se recomienda el uso de técnicas de remuestreo (Seavy *et al.*, 2005) para la estimación de parámetros poblacionales. Así, para la estimación de la población regional y el cálculo de los intervalos de confianza se utilizó una simulación tipo Monte Carlo (Manly, 1997) espacialmente explícita. El método de Monte Carlo (Manly, 1997) es una técnica para obtener muestras aleatorias simples de una variable aleatoria X (en este caso, abundancia de una especie), de la que se conoce su ley de probabilidad (a partir de su función de distribución F). El resultado es una estimación insesgada de los parámetros poblacionales. En Chile, esta aproximación se ha aplicado al estudio del picaflor de Arica (*Eulidia yarrellii*, Estades *et al.*, 2007) y el suri (Acuña *et al.*, 2008), entre otros.

Para la implementación del modelo, primero se digitalizó el área de estudio utilizando un raster de 500 m x 500 m en el que se definieron los valores para dos covariables que en un análisis previo demostraron ser buenas predictoras de la distribución de los individuos de la especie: la distancia a las vegas y las quebradas más cercanas. En segundo lugar, en el mapa virtual se localizaron las estaciones de muestreo en la misma ubicación que tenían en el muestreo real. En tercer lugar, se simuló una serie de escenarios en los que se varió el número de “vicuñas virtuales” que el programa asignó en el área de estudio (cubriendo todo el rango de potenciales valores para la población). La asignación de estos individuos fue aleatoria, pero en función de las covariables mencionadas (mayor abundancia más cerca de quebradas y vegas).

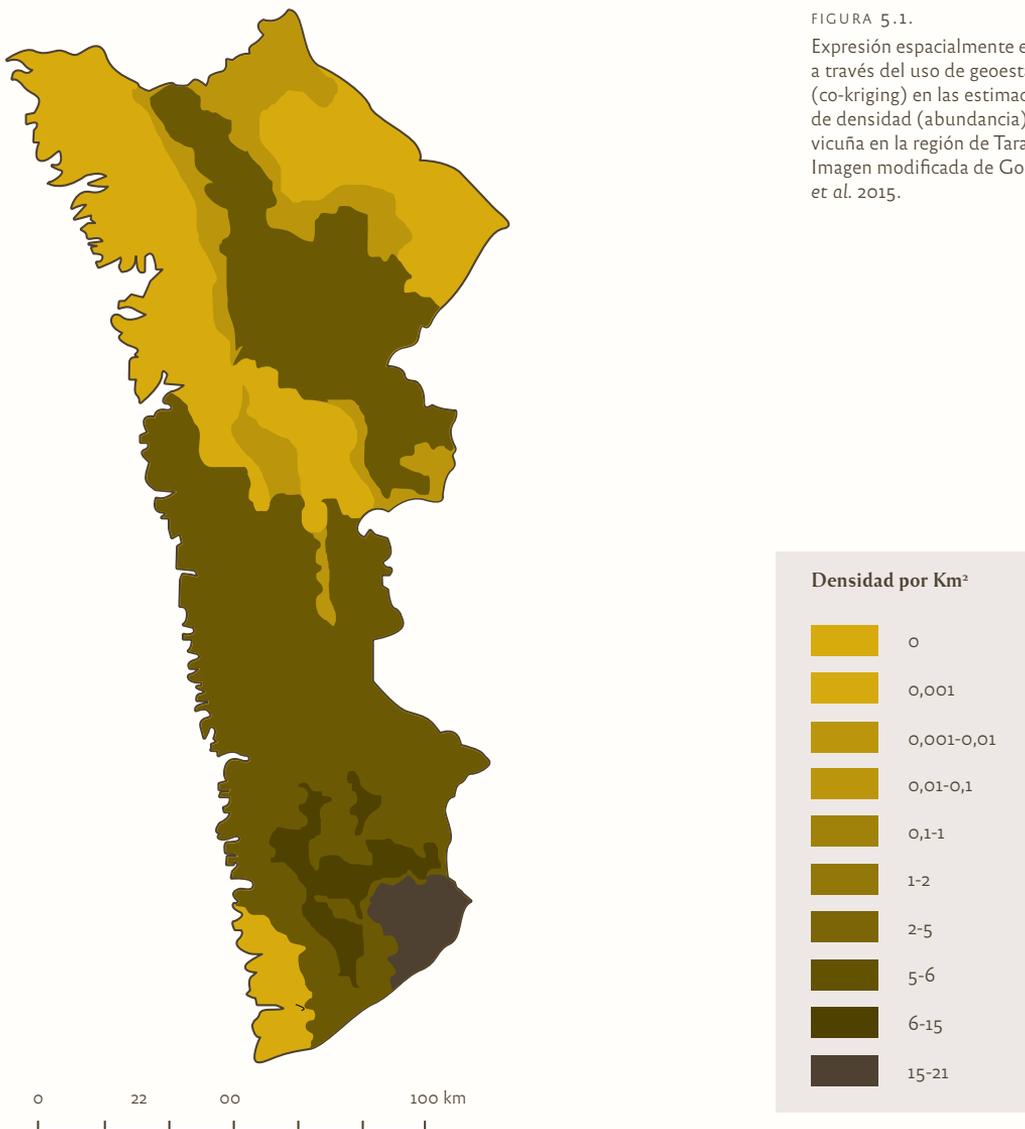
Posteriormente, el programa simuló el muestreo en la misma forma en que fue realizado en la realidad (i.e. conteos de 500 m de radio). Se simuló un total de 10.000 réplicas para cada escenario (un tamaño poblacional dado, $N = 100, 200, 300 \dots$). Para efectos de los cálculos se consideró el efecto de la detectabilidad (e.g. por cada vicuña presente dentro del radio de 500 m, existía sólo un 75% de probabilidades de detectarla). Finalmente, para cada escenario se registró la frecuencia de simulaciones que produjeron el mismo resultado que el muestreo real (“aciertos”) y se graficaron esas frecuencias contra el tamaño poblacional de cada escenario para producir una distribución de probabilidad para el tamaño poblacional total. Los intervalos de confianza (90%) para el tamaño poblacional se calcularon determinando los puntos más allá de los cuales se ubicaban el 5% y 95% del total de las frecuencias acumuladas. La mediana de la distribución se usó como estimador de la media de la población total.

La figura 5.1.1 C muestra las distribuciones de frecuencia de los aciertos (i.e. equivalencias entre los muestreos reales y los virtuales) para los distintos escenarios de tamaño poblacional de la vicuña en la región de Tarapacá, para las dos temporadas evaluadas. Así, durante abril de 2012 se estimó una población de 10.446 individuos con un intervalo de confianza al 90% de 7.288-14.091. Durante noviembre de ese año, la población estimada aumentó a 11.453 (8.079-15.705, Intervalo de Confianza 90%), aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

Las estimaciones poblacionales generadas por este estudio superan a las existentes para esta región (este capítulo). Esto se puede deber a que el método tradicional basado en censos tiene, al menos, dos fuentes de subestimación: el no considerar ni corregir por

el efecto de la detectabilidad y el no contar con un procedimiento para extrapolar las estimaciones de abundancia a las áreas no muestreadas. Por otro lado, ambos métodos tienen sesgos comunes como es el hecho de que la mayoría de las observaciones son realizadas desde un camino. Con todo, el ejercicio realizado se presenta como una real alternativa al método tradicional de estimación poblacional de la vicuña.

Dentro de las estimaciones usando geoestadística, el modelo de co-kriging (Figura 5.1) dio mejores ajustes que el kriging. Estos estuvieron dentro del intervalo de confianza del 90% del Monte Carlo (10.609 vicuñas en abril y 10.279 vicuñas en noviembre). Interesantemente, ambos métodos de análisis coinciden en el rango de abundancia para vicuña. Es posible apreciar en la Figura 5.1 que las densidades estimadas son altas en el extremo sur de la región llegando a 2 a 4 vicuñas por km². Sin embargo, según este modelo espacial la densidad predominante para la Región se encuentra entre 0 y 2 vicuñas por km².



Región de Antofagasta

En la Región de Antofagasta se han realizado conteos por sitio por medio de conteo directo (similar a la Región de Tarapacá) en la Reserva Nacional Los Flamencos (RNLF) y el Parque Nacional Llullaillaco (PNLL), ejecutados por CONAF. A partir del año 2016 se incorporan en el monitoreo de la RNLF sectores ubicados en la zona norte de la región, adicionales a los de la zona centro (Tabla 5.5). Por lo tanto, el aumento en los conteos de vicuñas en la Reserva sería un artefacto del aumento en cobertura de sitios más que un aumento en el tamaño poblacional (Tabla 5.5). Sin embargo, el aumento de sitios de conteo puede indicar un aumento en área de ocupación de vicuña austral lo que es algo favorable para la especie. Al 2017, se estiman 2090 ejemplares de vicuña austral en la región (CONAF, 2018).

TABLA 5.5.
Estimaciones de vicuña para la Región de Antofagasta de acuerdo a conteos directos en áreas protegidas y zonas adyacentes.

* No se realizó conteo por condiciones climáticas adversas.

Área	Año	Mes	Número de sectores prospectados	Conteo de vicuñas
RNLF	2014	Octubre-Noviembre	10	410
	2015	Abril	8	506
	2015	Noviembre	8	308
	2016	Abril	16	1361
	2016	Noviembre	16	804
	2017	Abril	15	1429
	2017	Noviembre	24	1398
PNSH	2014	Octubre-Noviembre	17	479
	2015	Abril	6	562
	2015	Noviembre	6	638
	2016	Abril*	—	—
	2016	Noviembre	6	602
	2017	Abril*	—	—
	2017	Noviembre	16	692

Región de Atacama

En la Región de Atacama, CONAF realizó un muestreo con recorridos en transectos de ancho de faja fija, con un ancho máximo de visibilidad de 1.500 m, asumiendo que se cuentan todos los animales dentro de esa distancia. Esto se ha realizado en transectos con recorridos largos de muchos kilómetros (Besa y de la Riva, 2014). Al predeterminarse un ancho máximo de visibilidad por cada lado o ancho de faja fijo, se estima la superficie de conteo con lo que se pudo determinar la densidad de vicuñas para el área de muestreo. El muestreo en ancho de faja fijo entrega la densidad

TABLA 5.6.

Estimaciones de vicuña austral para la Región de Atacama de acuerdo a conteos directos en el Parque Nacional Nevado Tres Cruces (PNNTC) y sitio Ramsar Complejo Lacustre Laguna del Negro Francisco y Laguna Santa Rosa (Besa y de la Riva, 2014; CONAF, 2018).

*Datos no detallados.

Año	Área (km ²) estimada de conteo	Conteo de vicuñas	Densidad de vicuñas
2007	840	465	0,55
2008	840	657	0,78
2009	840	480	0,57
2010	840	604	0,72
2011	600	549	0,92
2012	600	307	0,51
2013	650	296	0,46
2014	650	305	0,47
2015*	—	144	—
2016*	—	201	—
2017*	—	271	—

de individuos por km² (individuos por espacio) lo que difiere de los individuos por km recorrido (individuos por esfuerzo) o individuos por sitio (individuos por lugar). La densidad estimada de 2007 a 2014 se mantuvo entre 0,46 y 0,92 vicuñas/km², con 2012, 2013 y 2014 entre 0,46 y 0,51 vicuñas/km² reportados (Tabla 5.6). Los datos para los años 2015 a 2017 pueden estar afectados por los eventos climáticos ocurridos en el norte de Chile, por sus efectos en la distribución de vicuñas y en la logística del muestreo. Estos datos indican una variación importante de la cantidad de vicuñas, sin embargo, sin medidas de esfuerzo de muestreo no es posible comparar con años anteriores.

A modo de ejercicio, realizamos una evaluación de un rango de abundancia como medida de comparación con años anteriores, a diferencia de la evaluación con el promedio histórico. Esto fue posible solo para el monitoreo de 2014, ya que en el informe de este año se detallan los conteos por cada sitio. Usando estos datos fue posible determinar un rango de confianza del conteo mediante 10.000 simulaciones de Poisson. La densidad estimada en 2014 fue de 0,46 vicuñas/km², y el intervalo de confianza del 95% fue de 0,41 a 0,51 vicuñas/km² lo que estaría dentro del rango de densidades estimadas para 2012 y 2013 (Tabla 5.6). Establecer un rango de abundancia permite manejar umbrales para evaluar y comparar conteos con años anteriores.

Estimación de densidad por cuenca visual. González *et al.* (2014) combinaron un conteo por transectos y el análisis de cuenca visual, El conteo por transectos se realizó en marzo del 2010 por caminos primarios y secundarios en el PNNTC y sitio Ramsar Complejo Lacustre Laguna del Negro Francisco y Laguna Santa Rosa. El análisis de *cuenca visual* que determina el área efectivamente posible de observar según la topografía se realizó en gabinete. Para esto en un SIG se utilizaron los datos de localización del recorrido (*track GPS*) y un modelo digital de elevación (DEM) considerando una distancia máxima de observación a cada lado del recorrido. Hay que considerar que los datos del DEM deben estar a escalas pequeñas para poder entregar resultados confiables (i.e. 30 m).

De esta manera, se contaron 571 vicuñas y se determinaron que 55,766 hectáreas (o 557,6 km²) fueron visibles. Con esto, su estimación fue de 1,02 vicuñas/km² (IC 95% Poisson 0,94 a 1,10 vicuñas/km²) para la Región de Atacama. Al comparar esta densidad con la de CONAF del año 2010 de 0,72 vicuñas/km², es posible detectar una diferencia cercana al 30%. Al asumir que la visibilidad no es óptima en todo el trayecto, se descartan aquellas zonas de transecto donde por topografía no es posible observar, haciendo que el área de estimación disminuya y la densidad estimada aumente en comparación con transectos de ancho de faja fija.

Discusión y conclusiones

Métodos de estimación para vicuña austral. Al revisar los diferentes métodos, encontramos que el más utilizado ha sido el conteo directo, conteo directo por sitio o sector de interés. Este método se caracteriza por carecer de corrección por detección o visibilidad, y al asumir conteo completo, también carece de variación entre unidades muestrales. Sin embargo, dos reportes incluyeron métodos con algún tipo de corrección, uno incorporó la probabilidad de detección de animales por distancia (Box 5.1) y el otro ajustó su área de visibilidad efectiva.

Grupo de Especialistas de Camélidos Sudamericanos (GECS) sugiere usar el conteo por transecto de línea con mediciones de distancia para el monitoreo de camélidos (Acebes *et al.*, 2018; Buckland *et al.*, 2001, en inglés *line-transect distance sampling*). Sin embargo, sólo en un reporte ajustó sus detecciones por distancia. Además, aunque en algunos reportes se describe la toma de distancias de observación y ángulo en los avistamientos, estos datos no fueron incluidos en el análisis de abundancia o densidad. En varios de los reportes para áreas protegidas tampoco hay descripciones de programas estadísticos o fórmulas usadas para las estimaciones, lo que podría indicar la necesidad de capacitación en su uso.

Las escalas de estimación variaron de local por sectores hasta regional con muestreo. Actualmente, los números de vicuña austral a nivel regional son sumas de estimaciones locales basadas en conteos realizados en áreas protegidas y zonas adyacentes. En este tipo de conteos por sector en general se enfatiza el número a contar dentro de áreas de concentración de vicuñas. Estos conteos pueden variar en el esfuerzo de muestreo en el sector, pueden variar de sector y en la cantidad de sectores por año. Todo esto se complica si las unidades muestrales en cada sector no están definidas. Algunas mejoras para incorporar a este método consideran definir una superficie de observación ya sea en transectos y ancho de faja por sector, o puntos de conteo con radio de observación, y corregir las falencias del conteo directo en la detección (por distancia, por ejemplo) o en la fracción visible desde transecto (González *et al.* 2014; 2015).

El único método a escala regional reportado, utiliza puntos de conteo con medición de distancias, y análisis basado en simulación y geoestadística (González *et al.*, 2015). Modelos como este y otros espacialmente explícitos, aplican el conocimiento sobre las especies pues consideran el área de hábitat en toda su extensión en la región, factores ambientales que determinan su abundancia y factores que afectan la detección de individuos por los observadores (Royle *et al.*, 2004; Miller *et al.*, 2013). Con toda

su osadía, sus resultados y su complejidad, invita a pensar en otra escala y responder a objetivos regionales de monitoreo. Conceptualmente, invita al uso de herramientas modernas y teóricas que, basadas en la certeza del animal contado en terreno, permiten inferir lo que podríamos encontrar en aquellas zonas que no se visitan por motivos logísticos. Este salto conceptual es el que dio Argentina en su censo de camélidos en la zona norte (Baigún et al. 2008, ver Box 5.2) y que falta realizar en Chile.

Estimaciones. Los resultados entregados corresponden a conteos por sitio o sector y en densidades. Los monitoreos en áreas protegidas en las regiones de Tarapacá y Atacama entregaron medidas de esfuerzo de muestreo como largos de recorrido con ancho de faja fija, con lo que, con lo que es posible estimar densidades. En general, las densidades de vicuña en Chile variarían entre 0 y 2 vicuñas por km² (o 100 hectáreas). Según el modelo co-kriging de González et al. (2015) para el año 2012 las densidades de vicuña en la Región de Tarapacá estarían principalmente entre los 0,4 y 1 animales/km². En Chile estos rangos se pueden comparar dentro de lo registrado para vicuña del norte en el altiplano de la Región de Arica y Parinacota donde se informan rangos de 0 a 13 animales/km² (Shaw et al., 2012). En Argentina, en las provincias de Salta, Catamarca y la Rioja para el 51 a 86% de la superficie prospectada las densidades de vicuña austral fueron iguales o menores a 1 animal/km², mientras que en Jujuy (Argentina), el 60% de la superficie prospectada presentó una densidad menor a 2 vicuñas/km² (Baigún et al., 2008, Box 5.2). Este último nivel de detalle se hace necesario para la vicuña austral en Chile con el objeto de que las comparaciones entre áreas y temporadas sean fluidas e informativas.

Chile reportó en la última entrega para el Convenio de la Vicuña 2.948 individuos de vicuña austral para el 2017, lo que corresponde a la suma de los conteos de cada sector de concentración visitado en áreas protegidas y su área de influencia (CONAF, 2018). Esto corresponde regionalmente a 580 individuos para la Región de Tarapacá, 2.096 individuos para la Región de Antofagasta, y 272 individuos para la Región de Atacama (CONAF, 2018). Estas cifras son un indicador de la abundancia de vicuña austral, por lo que la suma de conteos de monitoreos locales puede estar muy por debajo de lo que realmente es el tamaño poblacional.

Si consideráramos los métodos cuyo objetivo es la inferencia regional con mapas de abundancia o densidad, podemos estimar la abundancia en la región, disminuyendo los costos de un muestreo exhaustivo en terreno. El mínimo estimado por el modelo de Monte Carlo propuesto por González et al. (2015) para vicuña austral en la Región de Tarapacá indica 6.207 individuos (Tabla 5.4), considerando vicuña austral, vicuña del norte y sus híbridos. Esta cifra excede con creces la oficial y de conteo por sitios, lo que puede generar dudas razonables. Sin embargo, estas dudas se pueden poner a prueba como cualquier modelo estadístico con mapeo *in situ* de abundancia donde podemos ir a verificar la predicción de cada lugar.

En conclusión, operativamente el gran desafío para la conservación de vicuña austral en Chile sigue siendo implementar metodologías comparables, que permitan estimaciones locales más precisas con medidas de esfuerzo, superficie de observación en sus unidades de muestreo e incertezas en la detección de vicuñas. Que considere rangos de confianza en sus estimadores incorporando fórmulas que consideren la variación entre

Estimación poblacional de la vicuña austral en Argentina

Román J. Baigún

La evaluación de abundancias históricas de vicuñas ha sido difícil de realizar ya que las estimaciones han sido llevadas a cabo en diferentes áreas del país y, en general, con metodologías diferentes, lo que dificulta una estimación a nivel nacional. A esto se agrega la existencia de valores diferentes para un mismo año, lo que no

ayuda a la comparación entre las estimaciones.

En términos generales, la abundancia de vicuñas ha ido en aumento en las últimas décadas. El número de vicuñas estimadas en Argentina habría aumentado de 1.000 animales en 1969 a 47.000 aproximadamente en 2005 (Grimwood, 1969; Boswall, 1972; Wheeler y Laker, 2009; Acebes, 2018). Entre 1992 y 1995 se reportaron abundancias variables de 2.000 a 17.500 para distintas provincias de Argentina (FAO, 2005). De acuerdo a esta información, las mayores concentraciones de vicuña en la Argentina se hallarían en sitios que incluyen áreas protegidas (Cajal, 1991).

El último trabajo sistemático y realizado a nivel nacional para estimar la población de vicuñas en la República Argentina se realizó en 2006 (Baigún *et al.*, 2008). Allí se aplicaron dos metodologías de observación basadas en transectas que variaron en su definición del ancho, una en base al método de Distancias a través de la aplicación de muestreo con distancias (*Distance sampling*, Buckland *et al.*, 1993), y la otra de Ancho Fijo, aprovechando la misma base de datos espacial y registros de avistamientos. Debido a que ambas metodologías difieren en considerar o no la detectabilidad de los individuos en función de la distancia de observación (donde la probabilidad de avistar animales en el método de Distancias es $<1,0$ y en el de Ancho Fijo es de $1,0$), los resultados también fueron diferentes, siendo consecuentemente mayores las estimaciones para el método de Distancias. Con el fin de reducir la variabilidad se estratificaron las áreas de muestreo en 106 estratos, de los cuales solo 79 fueron relevados, clasificados con representatividad muy buena/buena (69%), regular, y mala de acuerdo a cobertura (superficie) y distribución de las unidades muestrales. Sólo en los estratos con representatividad muy buena/buena se realizaron ambos análisis de distancias y de ancho de faja fijo.

Considerando estratos con representatividad muy buena/buena la abundancia total mínima de vicuñas para Argentina de acuerdo al método de transectas de Distancias fue de 127.072 individuos, mientras que para el método de transectas de Ancho Fijo fue de 72.678 ejemplares. A nivel provincial la mayor abundancia de vicuñas estimada por los métodos de Distancia y de Ancho Fijo correspondió a la provincia de Jujuy, con 55.353 individuos y 20.034 individuos, respectivamente, la cual fue seguida por las provincias de Catamarca y Salta (Tabla 5.2.1).

En cuanto a la densidad, en los estratos con mejor representatividad las densidades mínimas estimadas variaron ampliamente (0,00 a 9,74 ind./km²) a lo largo de la distribución de la vicuña en Argentina (Figura 5.2.1). Se observó que la especie se encuentra principalmente en bajas densidades, en 45.838 km² (57% de la superficie evaluada) se estimó una densidad entre >0 y 1 ind./km², y en 22.433 km² (28%) la densidad estuvo entre >1 y 4 ind./km², mientras que mayores concentraciones de vicuña solo ocurrieron en superficies menores, en 6.068 km² (8%) la densidad fue de entre >4 y 7 ind./km², y en 5.953 km² (7%)

la densidad estuvo entre >7 y 10 ind./km².

Provincia	Superficie considerada (km ²)	Abundancia mínima según transecta de Distancias	Abundancia mínima según transecta de Ancho Fijo
Jujuy	17.792	55.353	25.034
Salta	14.566	23.209	15.007
Catamarca	15.325	39.968	23.885
La Rioja	3.376	1.231	2.630
San Juan	2.519	7.311	6.123
Total	53.578	127.072	72.687

TABLA 5.2.1.

Abundancia estimada de vicuñas por provincia en Argentina el año 2006 de acuerdo a dos métodos de muestreo (Baigún et al., 2008).

A su vez, las densidades variaron entre las provincias. Las mayores densidades mínimas estimadas por el método de transectas de Distancias se registraron en estratos de las provincias de Catamarca (9,7 y 8,8 ind./km²), Jujuy (8,7 ind./km²) y San Juan (8,5 ind./km²). Por otro lado Salta tuvo una densidades mínimas estimadas en 8,91 ind./km², y finalmente la Rioja hasta 2,61 ind./km².

Recientemente sólo la provincia de Salta ha realizado estimaciones poblacionales mediante el método de Distancias (González y Rey, 2014; Ianni y Bernardos, 2018). Es así como en 2013 se estima un mínimo de 31.801 vicuñas, el año 2015 un total de 38.393 animales y el año 2018 una abundancia estimada de 58.387 individuos (Ianni y Bernardos, 2018). Esto representa un aumento poblacional con una tasa intrínseca de crecimiento de $r=0.1215$. Queda como desafío el poder realizar una actualización de la estimación de abundancia para la vicuña en toda la República Argentina, y de este modo poder analizar la tendencia poblacional de la especie en el país.

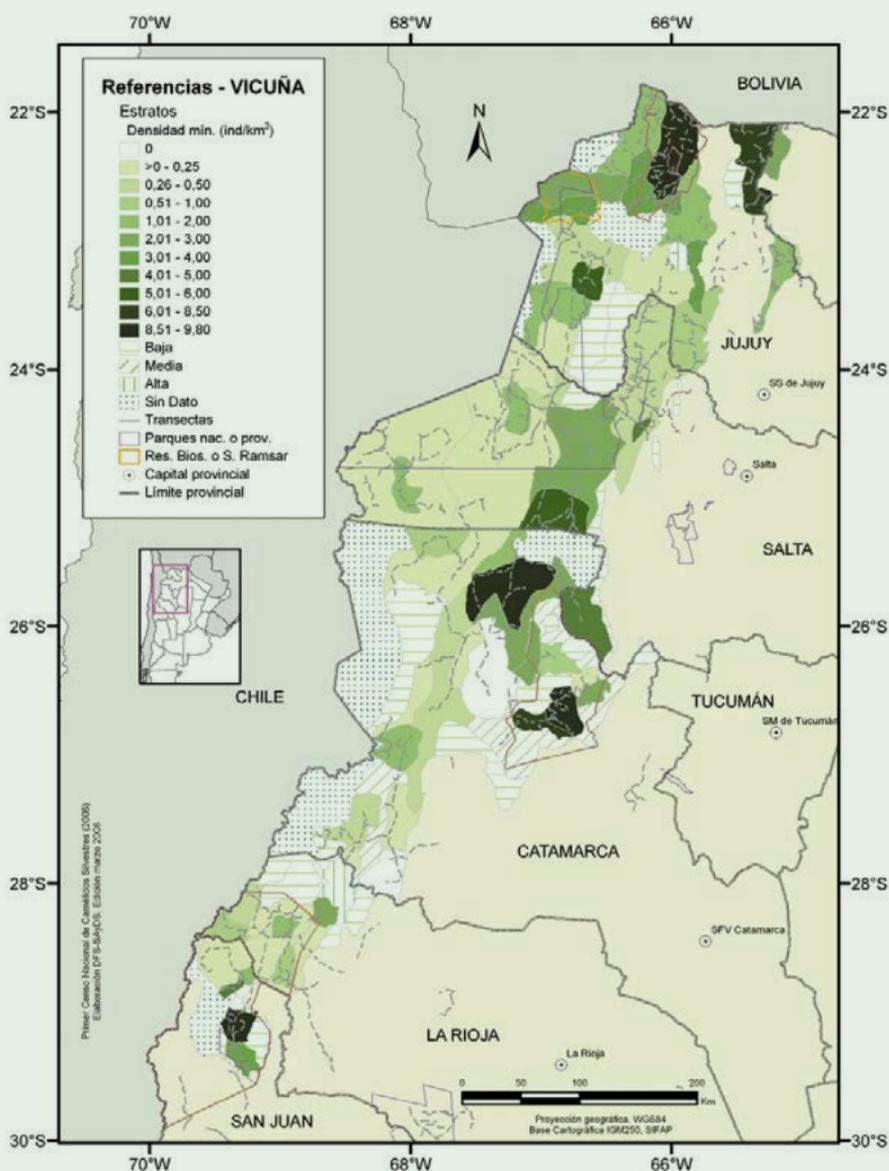


FIGURA 5.2.1.

Densidades mínimas (ind./km²) estimadas por el método de transectas de Distancias para vicuñas en Argentina (imagen tomada de Baigún *et al.*, 2008).

unidades de muestreo (transectos), dentro de lo técnico y logísticamente posible. Estas estimaciones integradas con adelantos como modelos estadísticos con mapeo de densidades y abundancias pueden permitir escalar monitoreos locales a regionales y macrozonales, apoyando el futuro plan de conservación de vicuña austral (ver Capítulo 13). Al estandarizar las metodologías se podrá informar las poblaciones a diferentes escalas e incluso realizar comparaciones entre países.



Capítulo — 6

FOTO: Cieneguillas, Jujuy, Argentina.
Yanina Arzamendia

Yanina Arzamendia,
Verónica Rojo,
Jorge Baldo y
Bibiana Vilá

INTRODUCCIÓN

Los estudios de uso del hábitat identifican las relaciones entre diversos factores bióticos y abióticos con las especies que los habitan, de modo tal de poder realizar inferencias acerca de la ocupación, abundancia, supervivencia y reproducción en las poblaciones de vida silvestre (Litvaitis *et al.*, 1996). Estos estudios permiten establecer patrones de distribución y uso del espacio de las poblaciones, y generan conocimientos necesarios para la toma de decisiones sobre el uso y conservación de la biodiversidad. El objetivo de este capítulo es describir algunos aspectos del uso del hábitat de la vicuña austral, particularmente de la ecología de su comportamiento, enfatizando en la articulación del análisis de la disponibilidad de recursos y su interacción con los factores antrópicos. Se plantea como hipótesis principal que la distribución de la vicuña austral no es homogénea ni azarosa, y responde a patrones espaciales y temporales relacionados con la vegetación, las fuentes de agua, el uso antrópico y a ciclos circadianos, estacionales y/o anuales.

Factores que determinan el uso de hábitat en vicuña

El uso del hábitat es un componente de la historia natural de una especie que puede estar influenciado por diversos factores, incluyendo (en los herbívoros) el comportamiento de forrajeo, la vegetación, el sexo y el sistema de apareamiento, las necesidades metabólicas, la masa corporal, el riesgo de depredación, la perturbación humana, y la densidad poblacional (Yen *et al.*, 2019). La selección del hábitat generalmente está determinada por compensaciones entre la disponibilidad y el uso de los recursos, bajo restricciones tales como la depredación y la competencia (Morris, 2003). Entonces, además de sus aspectos descriptivos, es fundamental indagar sobre las relaciones subyacentes entre los diversos factores ambientales causales de estos patrones, particularmente la de los recursos que utilizan los animales y su demografía (Marshall *et al.*, 2006).

Consecuentemente, el estudio del uso del hábitat es uno de los aspectos claves de la ecología de la vicuña, habiéndose observado, que las mismas se distribuyen en forma heterogénea en el espacio (Cajal, 1989; Franklin, 1983; Koford, 1957; Renandeu d'Arc *et al.*, 2000; Villalba, 2003). Estas variaciones espaciales significativas en su distribución, implican por ejemplo, que los recursos disponibles en una zona pueden resultar más escasos que aquellos que se estiman considerando el área como un todo (Arzamendia *et al.*, 2006). La disponibilidad y calidad nutricional del forraje, el refugio, las fuentes de agua, la presencia y tipo de ganado son los factores principales que pueden determinar la distribución de la vicuña a diferentes escalas espaciales (Arzamendia y Vilá 2015; Benítez *et al.*, 2006; Borgnia *et al.*, 2008; Cajal, 1989; Franklin, 1983; Renandeu d'Arc *et al.*, 2000; Villalba, 2003, Box 6.1), así como ocurre con otros ungulados de zonas áridas (Marshall *et al.*, 2006). Esta situación ha sido inicialmente descrita por Koford (1957) y subsecuentemente analizada en otros estudios en diferentes áreas del rango geográfico y subespecífico de la vicuña (Cajal, 1989; Franklin, 1983; Renandeu d'Arc *et al.*, 2000; Villalba, 2003; Borgnia *et al.*, 2006).

En la selección del hábitat por las vicuñas se observan variaciones temporales asociadas a cambios en la calidad de la vegetación o en la distribución de las fuentes de agua (Arzamendia *et al.*, 2006; Arzamendia y Vilá, 2006). Sin embargo, no presentan desplazamientos migratorios marcados como otros ungulados de zonas desérticas o septentrionales (Srivastava y Kumar, 2018), y muestran un sedentarismo mayor que los guanacos (Franklin, 1983; Schroeder *et al.*, 2014).

Las vicuñas presentan un sistema de apareamiento mixto con componente de defensa de recursos y de harén, con permanencia de machos con hembras todo el año (Vilá, 2000). Las hembras, que gestan y amamantan simultáneamente, están sometidas a un fuerte requerimiento nutricional y sus decisiones de forrajeo se asocian además a la protección de las crías, a la presencia de otras hembras y del macho familiar. Estas condiciones son los factores que determinan la formación y distribución de los grupos familiares, puesto que, a través de la defensa de un área por parte de los machos, se establece el patrón de distribución general y agrupada de las vicuñas en el paisaje (Arzamendia *et al.*, 2018).

A estas condiciones que modelan la estructura espacial de la especie, se le superponen las actividades antrópicas, como el pastoreo del ganado,

asociado a distintas actitudes de los pastores con diversos grados de tolerancia hacia la presencia de la especie, la caza furtiva o la conservación de la especie en áreas protegidas (Vilá, 1999; Marshall *et al.*, 2006). La comprensión de estos parámetros del hábitat en sus dimensiones espaciales y temporales, y su importancia relativa afectando la distribución de los animales silvestres, permite hacer predicciones sobre la ocupación e impacto de la alteración del hábitat (Marshall *et al.*, 2006) y tiene implicancias para su uso y conservación (Borgnia *et al.*, 2006).

Los recursos disponibles

Actualmente, la vicuña habita en las regiones biogeográficas puneña y altoandina (Acebes *et al.*, 2018), sobre la curva de nivel de 3000-3300 msnm en los Andes Centrales de Perú, Bolivia, Chile y Argentina, en un área de alrededor de 250.000 Km². El rango se extiende desde los 9° 30' S en Perú, hasta los 29° 30' S en Argentina y Chile. En Ecuador existe además una población aislada de la subespecie norteña (*Vicugna vicugna mensalis*), introducida a partir de donaciones de los demás países andinos (Laker *et al.*, 2006). La gran escala de la cordillera determina la formación de varios gradientes climáticos, que están presentes en el eje norte - sur y también este - oeste, y afectan la temperatura, precipitación y estacionalidad (Laker *et al.*, 2006). La variación espacial de los regímenes de humedad determina sectores más húmedos situados en el extremo noreste de región Puneña, con una disminución de la humedad en dirección suroeste (Cabrera, 1968; Genin y Alzérreca, 2006). La subespecie austral, *Vicugna vicugna vicugna* (Molina, 1782), habita entre los 18°30' y 29°15'S, en la Puna y Altos Andes (Capítulo 4). En estas regiones, la vegetación se caracteriza por presentar adaptaciones a las condiciones de aridez, bajas temperaturas, vientos intensos, elevada insolación y déficits hídricos durante casi todo el año, dominando las estepas arbustivas (Cabrera, 1971).

El uso de hábitat de la vicuña se estudió en distintos sectores de la Puna Argentina, en las localidades de Cieneguillas, Santa Catalina y Suripujio en el noreste de la provincia de Jujuy, ubicada dentro del sector más húmedo de la Puna Argentina (denominada Puna seca por Cabrera, 1968; Genin y Alzérreca, 2006), con precipitaciones promedio de 350 mm anuales y con alta variabilidad interanual. Además se estudió en la localidad de Laguna Blanca en Catamarca, situada en el sector más árido de la Puna Argentina (denominado Puna desértica por Cabrera, 1968, o Puna árida por otros autores como Genin y Alzérreca, 2006), con precipitaciones promedio de alrededor de 100 mm anuales. Para investigar la selección de hábitat a escala local en las áreas de estudio, primero realizamos análisis espaciales de la oferta de recursos. En estos sitios, mapeamos las unidades de vegetación o comunidades vegetales de cada área, determinándolas de acuerdo a sus composición y especies dominantes (Arzamendia *et al.*, 2006; Borgnia *et al.*, 2006; Rojo *et al.*, 2012; Arzamendia y Vilá, 2015; Rojo *et al.*, 2015). Para evaluar cambios espaciales y temporales en el uso del hábitat, medimos estacionalmente la cobertura total, cobertura por estratos y de cada especie dominante, en las mismas áreas de estudio (Tabla 6.1).

En todas las zonas analizadas, la abundancia de la vegetación, evaluada por su cobertura vegetal tanto total como por estratos, fue superior

Ámbito de hogar y preferencia de hábitat de individuos de vicuña austral en el altiplano de Chile

Benito A. González,
Denise S. Donoso,
Rodrigo Villalobos,
Nicolás Lagos y
Agustín Iriarte

La vicuña se encuentra en la categoría de “Preocupación Menor” por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza a escala mundial (Acebes *et al.*, 2018; Acebes 2019). Sin embargo, a escala local, existen poblaciones abundantes (Shaw *et al.*, 2012) y otras con tamaños poblacionales reducidos o en bajas densidades (Baigún *et al.*, 2008). En la región de Atacama, la vicuña austral se encuentra categorizada en Peligro de Extinción

(Glade, 1993), siendo el sitio RAMSAR Complejo Lacustre Laguna del Negro Francisco y Laguna Santa Rosa, un área donde es posible encontrar a la vicuña bajo resguardo de la Corporación Nacional Forestal (Rovira *et al.*, 2008). Estas zonas son además las únicas áreas protegidas en la Cordillera de los Andes en la región de Atacama. En este sector la Consultora Ambiental Flora y Fauna Chile Ltda. estudió la ecología espacial de las poblaciones de vicuña entre los años 2010 y 2012, con el fin de analizar su ámbito de hogar, patrones de movimiento, y uso y selección de hábitat de la especie. Para ello, se capturó un total de 5 ejemplares adultos de vicuñas (4 machos y 1 hembra) mediante el uso de dardos con drogas anestésicas (medetomidina con ketamina) proyectados desde una distancia aproximada de 25-30 m con un rifle de CO₂ (Daninject^{MR}). Una vez caído el animal, se procedió a la instalación de collares TELONICS con tecnología de ubicación satelital ARGOS Modelo TAW – 4210 (Figura 6.1.1 y 6.1.2). Posteriormente la droga fue revertida con atipamezole. Los collares fueron programados para enviar la localización del animal cada siete días tres veces al día. Para analizar la información se trabajó con las localizaciones de calidad CU3 (0-150 m, Hays *et al.* 2001), las cuales totalizaron 173 localizaciones entre Marzo 2011 y Enero 2013.

En general, el ámbito de hogar individual fue de 22,1 km² (Mínimo Polígono Convexo, MPC – 100%) y 43,4 km² (Kernel fijo – 95%) en promedio, con un área de uso intensivo de 2,6 km² (Kernel fijo – 50%). Además, las vicuñas marcadas mostraron una alta fidelidad de sitio, desplazándose 0,94 km semanales en promedio sin una direccionalidad en el desplazamiento. La sobreposición de los ámbitos de hogar entre el período reproductivo y no reproductivo fue de 31,6% en promedio para un mismo individuo. Esto sugiere que las vicuñas en el área serían animales sedentarios, logrando sobrevivir y soportar un ambiente extremo sin realizar migraciones.

Por otro lado, se analizó el uso y preferencia de hábitat de los animales marcados a través del cálculo de intervalos de confianza al 95% de Bailey. Las vicuñas monitoreadas prefirieron hábitats que se localizaron en áreas cercanas (<500 m) a vegas y bofedales, y rechazaron aquellos que se encontraban muy alejados de estos (> 1000 m), mientras que los sectores con baja pendiente (< a 5°) fueron preferidos, y rechazaron aquellos de pendiente media (entre 5° y 20°) y alta (> a 20°). Estos resultados son concordantes con otros estudios ejecutados a lo largo del altiplano andino (Cassini *et al.*, 2009; Arzamendia *et al.*, 2018), lo cual resalta la importancia de proteger los ecosistemas de vegas y bofedales altoandinos y generar manejos de bajo impacto ambiental en estas áreas, los que además son ambientes de importancia para mantener una alta biodiversidad.

FIGURA 6.1.1.

Procedimiento de manipulación, marcaje e instalación de collar satelital en una vicuña en el altiplano de la región de Atacama, Chile (Fotografía: Benito A. González).



FIGURA 6.1.2.

Vicuña con el collar satelital instalado (Fotografía: Agustín Iriarte).



TABLA 6.1.

Caracterización (composición, localización y cobertura) de las unidades de vegetación (hábitats) presentes en los sitios relevados. Referencias: EA: estrato alto, EB. Estrato bajo. C: Cieneguillas, S: Suripujio. SC: Santa Catalina, LB: laguna Blanca.

N°	Unidades de vegetación locales	Relieve- Localización	Especies dominantes por estrato	Rango de cobertura total (%)			
				C	S	SC	LB
1	Estepa arbustiva de <i>Baccharis boliviensis</i> ("chijua")	Laderas de serranías (en C, SC)	EA: <i>B. boliviensis</i> , acompañado por <i>Jarava</i> sp., <i>Fabiana densa</i> EB: <i>Adesmia</i> sp., <i>B. simplex</i>	15-70	40-60	20-30	10-30
2	Estepa arbustiva de <i>Fabiana densa</i> ("tolilla")	Áreas de serranías y suelos someros y/o pedregosos (C, LB)	EA: <i>F. densa</i> EB: <i>Adesmia</i> sp.	50-70			10-30
3	Estepa arbustiva mixta de <i>B. boliviensis</i> y <i>F. densa</i>	Áreas llanas con suelos someros y/o pedregosos y también en los piedemontes, y laderas de los cerros. (SC, S, LB)	EA: <i>B. boliviensis</i> , <i>F. densa</i> . Con <i>Orocereus</i> sp. (en Suripujio) EB: <i>Bouteloua simplex</i> , <i>Oxalis</i> sp., <i>Aristida antoniana</i> , <i>Nassella arcuata</i> .		40-60	20-30	10-30
4	Estepas arbustivas de <i>Parastrephia quadrangularis</i> "Tolares"	Áreas planas y depresiones (SC, C)	EA: <i>P. quadrangularis</i> . EB: <i>B. simplex</i> , <i>A. antoniana</i> , <i>Aristida asplundii</i> .	50-80		80-90	
5	"Tolares mixtos"	Bordes de vegas, bajos y depresiones del piedemonte y llanuras (S).	EA: <i>P. quadrangularis</i> . con <i>F. densa</i> y <i>B. boliviensis</i> EB: <i>B. simplex</i> , <i>Stipa</i> sp., <i>A. antoniana</i> , <i>A. asplundii</i>		40-60		
6	Estepa arbustiva de "cangia" <i>Tetraglochin cristatum</i>	Áreas de pedemonte y llanas (C, SC)	EA: <i>Tetraglochin cristatum</i> EB: <i>A. antoniana</i> , <i>A. asplundii</i> , <i>Adesmia</i> sp.	20-45		55-70	
7	Estepa arbustiva mixta de <i>Parastrephia lucida</i> y <i>Deyeuxia</i> sp.	Áreas de paleolaguna y piedemonte (C)	EA: <i>Parastrephia lucida</i> , <i>Deyeuxia</i> sp., y <i>Festuca chrysophylla</i> . EB: <i>Muhlenbergia</i> sp., <i>Alchemilla</i> sp.	85-90			
8	Estepas arbustivas de <i>Colletia spinosissima</i>	Laderas pronunciadas (C)	EA: <i>C. spinosissima</i>	50			
9	Estepas arbustivas de <i>Ocyroe armata</i>	Áreas cercanas a cauces de ríos, suelos arenosos y pedregosos (C, SC)	EA: <i>Ocyroe armata</i> , <i>Baccharis tola</i> EB: <i>Bouteloua simplex</i>	20-40		40-60	
10	Estepas arbustivas de <i>Acantholippia</i> sp. "ricaricales"	Posiciones altas de los valles aledaños a montañas bajas (LB)	EA: <i>Acantholippia salsoloides</i> , <i>Adesmia horrida</i> y <i>Junellia seriphoides</i>				10-30
11	Pastizales de <i>Festuca chrysophylla</i> "chillaguales"	Áreas de paleolaguna	EA: <i>F. chrysophylla</i> EB: <i>M. fastigiata</i> , <i>B. simplex</i> , <i>A. antoniana</i> , <i>A. asplundii</i> .	50-100		80-100	

en la estación húmeda. Esto estaría asociado a una mayor disponibilidad de agua y temperaturas más elevadas, condiciones más favorables para el crecimiento de la vegetación. Asimismo, los resultados indicaron una marcada variación interanual en la cobertura vegetal, registrándose disminuciones significativas en la cobertura en algunos periodos estudiados en las localidades de Cieneguillas y Santa Catalina, que coincidieron con periodos climáticos de sequía. El estrato bajo, compuesto por poáceas, graminoides y dicotiledóneas herbáceas es el que contribuye en mayor medida a la variación de la cobertura total, respondiendo más rápidamente a los pulsos estacionales de disponibilidad de agua y a las amplias variaciones de temperaturas. Las unidades de vegetación que presentaron los mayores valores de cobertura vegetal fueron las vegas, los pastizales y las unidades dominadas por poáceas del estrato bajo en zonas de depresiones. En todos los sitios analizados, las estepas arbustivas fueron las unidades más extensas, registrando valores de cobertura medios/bajos y con fluctuaciones temporales menos marcadas.

Uso y selección del Hábitat

Para estudiar el uso y selección de hábitat se utilizaron métodos estandarizados de observación directa de los animales, paneos instantáneos, animal focal, censos y muestreo *ad libitum* (Martin y Bateson, 1991; Hill *et al.*, 2005). Se determinó que si bien las vicuñas utilizan todos los hábitats disponibles en la región a escala local, no lo hacen en proporción a su disponibilidad, evidenciándose para los casos estudiados una clara selección de hábitat (Arzamendia *et al.*, 2006; Borgnia *et al.*, 2008; Rojo *et al.*, 2012; Arzamendia y Vilá, 2015; Rojo *et al.*, 2015). En Cieneguillas (Arzamendia *et al.*, 2006), las vicuñas pasaron la mayor parte de su periodo de actividad diurna en hábitats dominados por gramíneas/poáceas (“pajonales” de los géneros *Stipa* y *Festuca*, “esporales” de *C. chilense*) y pastizales dominados por *Deyeuxia* sp., con elevados valores de cobertura total, mientras que ocuparon en menor medida o evitaron las estepas arbustivas dominadas por *P. lepidophylla*, *B. incarum*, *F. densa* (de baja digestibilidad), o *T. cristatum* (un arbusto indicador de degradación, Alzerreca 2003). En Santa Catalina, las vicuñas seleccionaron, tanto en la estación húmeda como en la seca, los hábitats de mayor calidad (como los chillaguales de *F. crysophylla* y los céspedes de *B. simplex* y *Aristida* sp.), asociados con mayores porcentajes de cobertura vegetal y presencia de niveles freáticos más superficiales, márgenes de cauces y aguadas (Rojo *et al.*, 2015). En Suripujio, Rojo *et al.*, (2012) observaron que tanto en la estación húmeda como en la seca las vicuñas seleccionaron las vegas, subutilizando en la estación seca las estepas arbustivas, y en la temporada húmeda las estepas mixtas de las zonas más bajas dominadas por *B. boliviensis*, *F. densa* y *P. quadrangularis*. En Laguna Blanca, los registros observacionales de Borgnia *et al.* (2010), fueron complementados con análisis de dieta, indicando que las vicuñas fueron generalistas en el uso del hábitat, pero invirtieron un esfuerzo de forrajeo mayor en ambientes de vega. La dieta de las vicuñas incluyó especies de todas las unidades de vegetación y de los dos estratos, indicando que pueden alimentarse de especies vegetales de todos los hábitats presentes en su distribución (consumieron 39 de las 75 especies disponibles), pero presentaron

una proporción elevada de poáceas en la dieta (59-72%), aunque también consumieron arbustos (16-19%). Esta tendencia hacia la selección de sitios dominados por poáceas, se ha observado en otras áreas de distribución de la vicuña (Koford, 1957; Franklin, 1983; Cajal, 1989; Aguilar *et al.*, 1999; Villalba, 2003; Mosca Torres y Puig, 2010), siendo un factor común en las poblaciones estudiadas de la especie.

La selección del hábitat en los sitios estudiados, mostró variaciones espacio - temporales entre años y/o estaciones. En Cieneguillas (Arzamendia *et al.*, 2006), se observó una reducción en la selectividad interanual que implicó cambios en la distribución de la vicuña entre comunidades de plantas. En el citado estudio, en un año lluvioso, cuando la disponibilidad de la vegetación fue más abundante en la mayor parte de los tipos de hábitats, las vicuñas fueron más selectivas, seleccionando y concentrándose en las comunidades con mayor cobertura y biomasa de gramíneas del estrato bajo, mientras que en años secos posteriores, hubo una tendencia hacia el uso de hábitats con mayor cobertura en ambos estratos tanto de gramíneas como arbustos, con una distribución más homogénea de los animales en el área. En Santa Catalina y en Suripujio (Rojo *et al.*, 2012 y 2015), se observaron cambios similares en la selección del hábitat entre estaciones; en la estación seca, la menor disponibilidad de recursos provocó una utilización más homogénea de todos los hábitats inclusive los de calidad baja o intermedia. En cambio, en la estación húmeda, evitaron las áreas de menor calidad debido a una mayor disponibilidad de recursos en las de mayor calidad. Esto también fue corroborado por otros autores, Mosca Torres y Puig (2012), observaron que la selección del hábitat difirió entre estaciones y años debido a la disminución en la disponibilidad de recursos de plantas por condiciones de sequía, evidenciándose que las vicuñas se distribuyeron de forma más homogénea entre los hábitats en invierno, cuando disminuye la disponibilidad, así como en años secos.

En el marco teórico en el que se encuadra el fenómeno de la selección de hábitat, se predice que cuando los recursos son concentrados en buenos hábitats, la mayor parte de los individuos los seleccionan. Sin embargo, cuando la disponibilidad de recursos decrece, los individuos menos competitivos se desplazarían hacia zonas de menor calidad (Sutherland, 1996). Este comportamiento daría una distribución más homogénea entre hábitats, lo que fue observado en nuestros estudios. Este fenómeno es llamado efecto buffer, y depende de la intensidad de la competencia intra específica. (Gill *et al.*, 2001). Bonacic *et al.* (2002) analizaron el rol de la competencia intraespecífica en poblaciones de vicuñas, hallando evidencias de efectos denso - dependientes y sugiriendo que a largo plazo este tipo de relaciones son moduladas por cambios entre los años en las precipitaciones y en la disponibilidad de alimentos. Los resultados de estos trabajos, apoyarían la existencia de un efecto buffer como mecanismo espacial que media la denso dependencia en vicuñas.

El comportamiento social de la especie, es otro de los factores que está relacionado con la competencia intraespecífica, que influye en el uso del hábitat. En Cieneguillas (Arzamendia y Vilá, 2006) se observó que los grupos familiares, se encontraron mayormente asociados a las unidades ambientales con pendientes suaves y mayor cobertura de la vegetación, mientras que los grupos de solteros ocuparon mayormente las unidades de las serranías

(con pendientes fuertes y menor cobertura de vegetación). Otros autores también han observado que los solteros pasan la mayor parte de su tiempo en áreas marginales separadas de las áreas donde los grupos establecen sus familias (Koford, 1957; Franklin, 1983; Cajal, 1989; Mosca Torres y Puig, 2012), o en sectores que temporalmente han dejado vacantes las familias, cuando van a beber (Vilá y Cassini, 1994).

Coexistencia y relaciones espaciales entre vicuñas y otros ungulados

En Argentina, vicuñas y llamas, especies nativas silvestres y domésticas respectivamente, pastoreadoras de bajo impacto (Vilá, 2012), conviven con ganado exótico de "ovejas" (*Ovis aries*), "cabras" (*Capra hircus*), y "burros" (*Equus asinus*) asilvestrados y en algunos casos también "vacas" (*Bos taurus*) en los sistemas pastoriles de la región puneña (Rojo *et al.*, 2012). Trabajos previos en vicuñas (Borgnia *et al.*, 2008) y guanacos (Baldi *et al.*, 2001) muestran que los camélidos silvestres y el ganado pueden ser competidores por poseer preferencias similares por los recursos alimentarios. Otros estudios han demostrado que las interacciones entre ungulados silvestres y domésticos pueden ser competitivas y facilitadoras, con el efecto neto determinado por las densidades relativas de cada tipo de herbívoro y la variación de sus poblaciones a lo largo del tiempo y el espacio (Odadi *et al.*, 2011; De Gabriel *et al.*, 2011).

Como se mencionó anteriormente, en los estudios que realizamos en distintas áreas de Jujuy y Catamarca, Argentina, observamos que tanto las vicuñas como el ganado preferían el mismo tipo de hábitat de pastoreo, seleccionando hábitats dominados por poáceas de alta cobertura, tanto en estratos altos como bajos. A su vez, vicuñas y ganado doméstico evitaron hábitats de escasa cobertura dominados por arbustos, donde el forraje fue limitado durante la estación seca, de baja calidad y de mala digestibilidad. Sin embargo, la selección del hábitat en sitios con ganado, varió de acuerdo a estas preferencias de forrajeo y también al uso antrópico de cada parche.

Por ejemplo en algunas zonas de la localidad de Cieneguillas (Figura 6.1), con alta densidad de ovejas (619 ovejas / km²) y llamas (78 llamas / km²), se observó que aunque las vicuñas y el ganado mostraron una marcada preferencia por estepas gramíneas y/o mixtas donde domina *Deyeuxia* sp., y evitaron las estepas arbustivas de *B. boliviensis* y *F. densa* (51% de las vicuñas, 62% de las llamas, 75% de las ovejas y 88,4% de los bovinos), las vicuñas mostraban una segregación espacial hacia sectores sin ovinos y/o unidades de vegetación evitadas por los ovinos, compartiendo mayormente hábitats con camélidos domésticos (llamas). Esto también se verificó con el índice de solapamiento de Pianka (Krebs, 1998) que fue significativamente mayor en el uso de los hábitats entre vicuñas y llamas, respecto a vicuñas y vacas o entre vicuñas y ovejas (Arzamendia y Vilá, 2015).

En Suripujio (Figura 6.2), también observamos una segregación espacial de las vicuñas dentro del área. En la temporada seca, vicuñas y burros asilvestrados se encontraron asociados a las estepas arbustivas de las zonas más lejanas del pueblo, que tuvieron mayor disponibilidad del estrato bajo; mientras que ovejas y llamas junto a sus pastores y perros, se encontraron en mayor número en la estepa arbustiva de los sectores más cercanos al pueblo. En la estación húmeda se registró una distribución similar, aunque

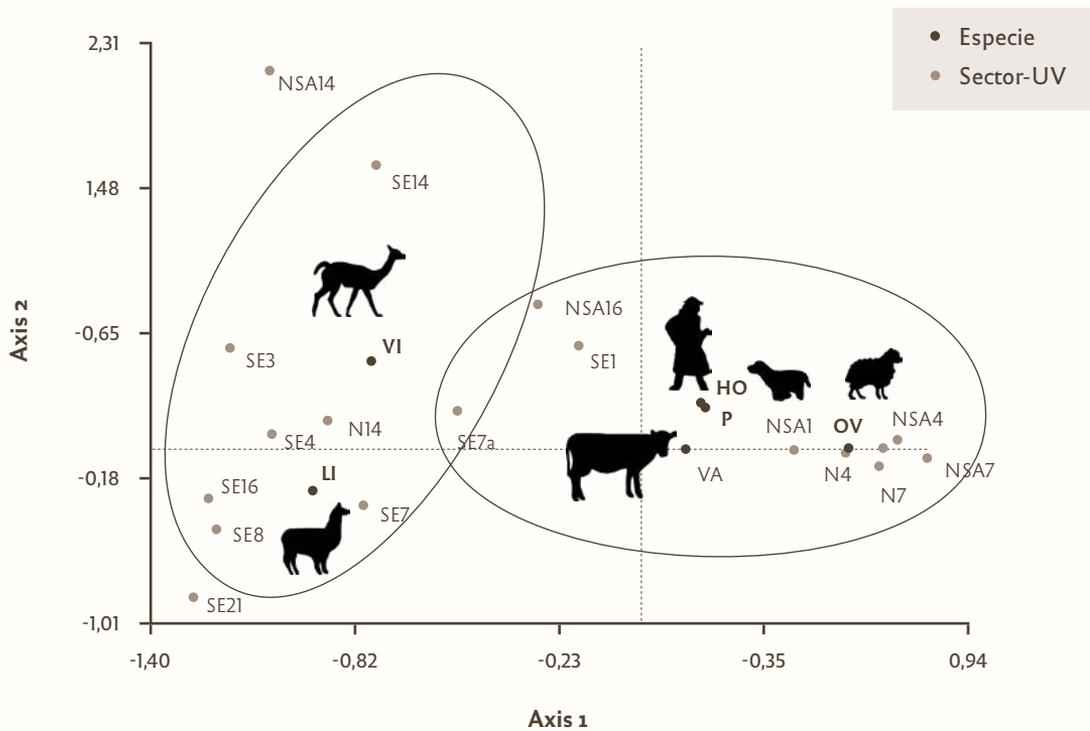


FIGURA 6.1.

Análisis de correspondencia, para el cruce de variables especie y sector del área- unidad de vegetación para datos de la localidad de Cieneguillas. En el eje 1 (con una inercia de 88.11 %), se observa que la distribución de vicuñas en el área de estudio se asocia mayormente al sector sureste con ganado doméstico de llamas, mientras que las ovejas, vacas, gente y perros están asociados al sector norte del área de estudio. Referencias: Especies Vi: vicuñas, Ll: llamas, Ov: ovejas, Ho: humanos, P: perros y Va: vacas. Sector-U.V.: parches definidos por el sector del área y unidad de vegetación. Las letras indican sector del área: N: norte con alambrado, NSA: norte sin alambrado, SE; sector sur este, sin alambrados y de otra propiedad. Los números indican las unidades de vegetación (ver Tabla 6.1), 1: Estepa de *B. boliviensis*, 3: Estepa de *F. densa*, 4: Tolar (*P. quadrangularis*), 7: Estepa de *P. lucida* y *Deyeuxia* sp., 7a; pastizales de *Deyeuxia* sp., 8: Estepa de *C. spinosissima*, 14: Pajonales, 16: céspedes, 21: vegetación de cauce.

las llamas tuvieron una abundancia mayor en las estepas arbustivas más alejadas del pueblo. Los registros a campo se corroboraron con un índice de solapamiento de Pianka, donde se observó un bajo solapamiento entre vicuñas y llamas (0,34), vicuñas y ovejas (0,39) y un solapamiento considerable entre vicuñas y burros (0,94) (Rojo et al., 2012).

En Laguna Blanca, Borgnia et al. (2010) encontraron que las vicuñas prefieren los ambientes de vegas, riberas y estepas mixtas de alta cobertura vegetal, donde también se concentra el ganado, en los sitios donde los pastores los llevan a forrajear. En esta zona, es el ganado el que tiene

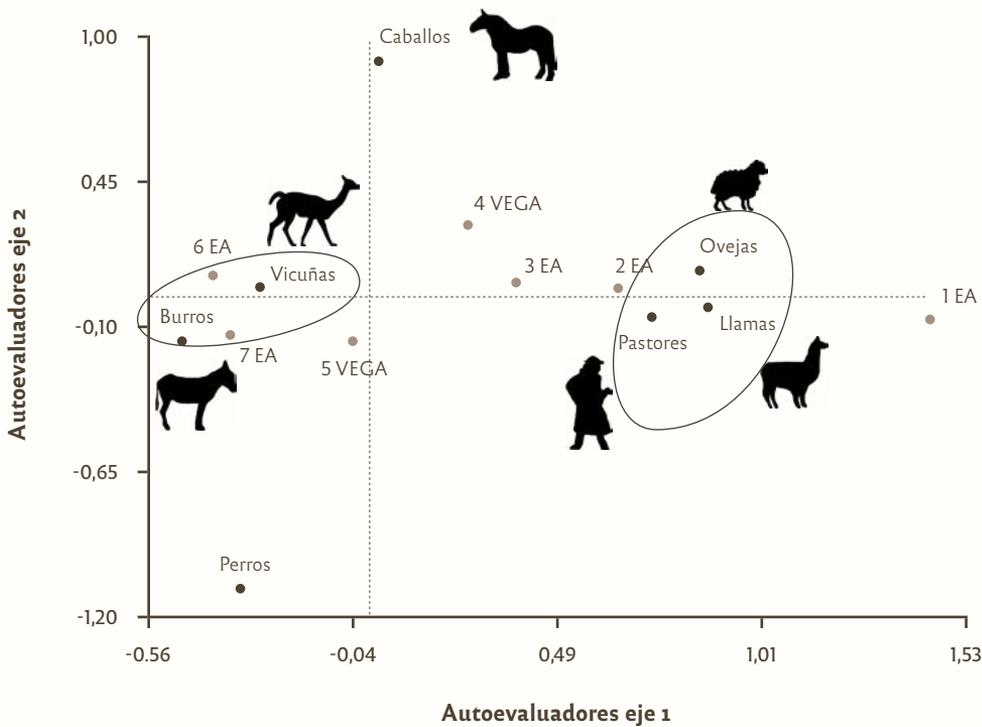


FIGURA 6.2.

Análisis de correspondencia para datos de la localidad de Suripujio, donde se observa (con una inercia en el eje 1 de 86,14%) que las vicuñas y los burros se encontraron asociados a las estepas arbustivas de las zonas más lejanas del pueblo, con mayor disponibilidad del estrato bajo y a la vega colindante. Las ovejas y las llamas se encontraron agrupadas junto a pastores y perros en las áreas más cercanas al pueblo.

mayor acceso y permanencia en estos ambientes óptimos, por lo cual las vicuñas mostraron una segregación espacial significativa en la mayoría de las situaciones analizadas, ocupando ambientes periféricos de menor calidad forrajera, mientras que los burros y las otras especies de ganado presentaron una asociación positiva con las vegas y zonas de alta cobertura vegetal.

En otras áreas de la Puna como el Salar de Tara, en Reserva Los Flamencos, de la región de Antofagasta, Chile, Valencia (2013) observó que tanto vicuñas como llamas, seleccionaron ambientes de bofedal, encontrando solapamiento espacial entre ambas especies, silvestre y doméstica. Sin embargo, durante la época seca las vicuñas se desplazan a zonas de forraje de menor calidad, mientras las llamas permanecen en el bofedal, lo que podría estar ejerciendo una presión sobre la población de vicuñas, manteniendo baja su densidad en esta zona. Otro estudio realizado en la región

de Tarapacá, Chile (Malo *et al.*, 2016), encontró un elevado solapamiento en el uso del hábitat de los burros con vicuñas y guanacos a una amplia escala geográfica, pero las tres especies se segregaron espacialmente a escala de paisaje (ver Box 6.2 sobre el hábitat de la vicuña en esta región).

En todos los casos estudiados, ante altas densidades de ovejas, vacas y presencia de personas, las vicuñas mostraron segregación espacial con el ganado y se alimentaron en hábitats menos preferidos. Resultados similares fueron observados por Villalba (2003) en Ulla-Ulla, Bolivia. Las perturbaciones antrópicas demostraron ser un conjunto de variables que influyen principalmente a través de la presencia de alambrados o cercos, perros y la densidad de ganado. En el caso de las poblaciones de Jujuy, los alambrados provocan que las vicuñas no puedan acceder a sitios aun cuando haya disponibilidad de recursos.

En otras poblaciones de vicuñas en Bolivia, Muñoz y Faz (2012) encontraron relación del efecto del pastoreo de altas densidades de camélidos domésticos con una vegetación degradada y agotamiento del suelo. Estos autores señalan que esta perturbación no se observó en zonas con alta densidad de vicuñas asociada con densidades medias de ganado.

La segregación espacial es un mecanismo frecuente que se supone reduce la competencia interespecífica y en algunos casos permite la coexistencia (Holt, 2001). Nuestros resultados concuerdan con Gordon (2000) quien describió que las variables que explican los patrones del uso y la ocupación de hábitats de una especie dependen de: las densidades de las especies que interactúan, la jerarquía competitiva entre ellos, la presencia de variación detectable en la calidad del parche y en sus preferencias fundamentales de hábitat. En nuestros estudios, encontramos que la condición en la cual las vicuñas pueden mantener sus preferencias alimenticias en coexistencia con el ganado, es aquella en la cual comparten el hábitat con llamas, en bajas y medias densidades, sumada a cierta tolerancia de sus pastores, y ausencia de caza furtiva. En cualquier otra situación, de relación entre las vicuñas y el ganado, las especies se segregan y las vicuñas tienden hacia el uso de hábitats subóptimos. El uso predominante de estas áreas subóptimas limita fuertemente las posibilidades de aumento de la población de vicuñas, debido a que se reduciría su sobrevivencia o reproducción.

Selección de hábitat de la vicuña en la región de Tarapacá, Chile

Juan E. Malo,
Nicolás Fuentes-Allende,
Cristián F. Estades y
Benito A. González

La selección de hábitat de la vicuña en la región de Tarapacá se estudió el año 2012 como parte de un trabajo enfocado a conocer la estructura y repartición del espacio de la comunidad de ungulados silvestres en la precordillera y altiplano (González *et al.*, 2015). Dicho estudio se enfocó al solapamiento del hábitat de los herbívoros, prestando una atención

prioritaria al potencial efecto del burro asilvestrado como competidor de los camélidos silvestres, ya que los muestreos de campo constataron la amplia ocupación espacial y abundancia de los burros cimarrones por encima de los 3.000 m de altitud (Malo *et al.*, 2016). Los análisis realizados con este propósito mostraron una situación muy interesante tanto desde el punto de vista de la conservación de los camélidos, como de la ecología de comunidades y la biología de especies invasoras: El burro ocupa hábitats intermedios entre las dos especies silvestres, mostrando una segregación significativa respecto a ambos. Esta disposición es interpretable como el efecto de la intromisión de una nueva especie en un espacio ecológico en que las nativas se reparten el nicho como resultado de procesos competitivos en tiempo evolutivo (Morin, 2011). En este contexto, la competencia entre el herbívoro introducido y los camélidos silvestres podría ocurrir a escala local (en ciertas vegas, por ejemplo); o resultar en un desplazamiento parcial de éstos, y su medición requeriría estudios más detallados.

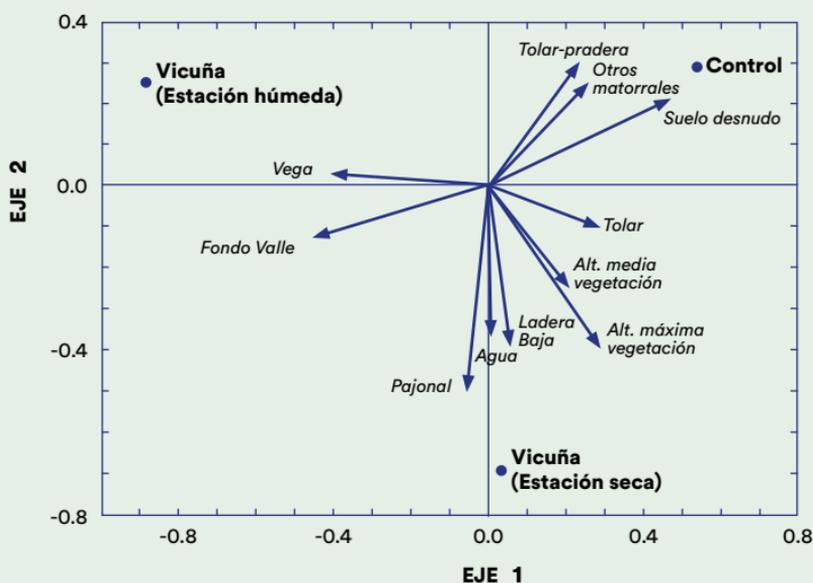


FIGURA 6.2.1.

Resultados del análisis discriminante generalizado de las observaciones del hábitat disponible (control) y utilizado por la vicuña en las estaciones seca y húmeda en la región de Tarapacá. Los puntos indican la ubicación del centro de los avistamientos de vicuñas y las flechas la correlación de los ejes con las variables de hábitat, mostrándose los casos en que el valor absoluto de la correlación es mayor de 0,30.

Respecto a la vicuña, el muestreo sistemático de aproximadamente 1250 km de caminos por estación, repetido en las estaciones seca y húmeda, mostró que la especie concentra sus efectivos en la región sobre todo en los extremos norte y sur de la misma. Las observaciones de vicuñas (111 y 100 observaciones en cada estación, 515 individuos de media por estación) se realizaron principalmente entre 3.700 y 4.800 m sobre el nivel del mar, y de ellas se desprende que la especie selecciona de modo general las zonas de fondo de valle y las partes bajas de las laderas adyacentes a éstas; priorizando como zonas de alimentación las vegas (prados húmedos) y los pajonales (Figura 6.2.1). Las vicuñas evitan las zonas muy desprovistas de vegetación, pero también en parte aquéllas con matorrales de mayor porte, como los queñoales (*Polylepis tarapacana*) y en cierto modo tanto los tolares (*Parastrephia* spp., *Fabiana* spp., *Junellia seriphoides*, *Lampaya medicinalis*) como las formaciones mixtas de tola y herbáceas (ver también Malo *et al.*, 2016 para análisis complementarios y detalles metodológicos). Este comportamiento es completamente acorde con el descrito en toda el área de distribución de la especie (Franklin, 2011; Wurstten *et al.*, 2014).

Las diferencias estacionales encontradas en la selección de hábitat de las vicuñas se pueden explicar en relación con variaciones tanto del propio ecosistema como del ciclo biológico de la especie. Así, en la estación seca es más frecuente encontrar vicuñas junto a cuerpos de agua dada la escasez de lugares de bebida dispersos por el paisaje (i.e. charcos temporales), que son más frecuentes en la estación de lluvias y permiten cubrir las necesidades diarias de bebida de las vicuñas (Renaudeau d'Arc *et al.*, 2000). Además, en esta época hacen un uso intensivo de los pajonales, fuente segura de alimento aunque su calidad nutritiva no sea muy alta (Mosca Torres y Puig 2010), y con ello relajan su selección de lugares con cobertura vegetal escasa y de baja altura. Durante la estación de lluvias, las vicuñas disponen de más recursos alimenticios en el territorio, pero se encuentran acompañadas de las crías jóvenes y extreman la evitación del riesgo de los depredadores. La abundancia de vegetación en crecimiento activo puede explicar que en esta época del año las vicuñas hagan un uso especialmente intensivo de los fondos de valle y de los prados húmedos de alta productividad que crecen en ellos (Mosca Torres y Puig, 2010; Wurstten *et al.*, 2014). Esto lo compensan reduciendo algo respecto a la estación seca el uso de los pajonales (del 37,0% al 21,5%), y de forma más destacada los tolares (del 17,5% al 6,9%). El porte mucho más bajo de aquellas formaciones vegetales frente a estas últimas conlleva que el resultado neto sea la selección de zonas de vegetación más baja, de media 16,9 cm frente a los 23,1 cm de los lugares ocupados en la estación seca. De este modo, el uso de formaciones vegetales estructuralmente más complejas, en las que el riesgo de depredación por los pumas puede ser mayor (Donadio y Buskirk, 2016), se minimiza.

A escala mucho más local, en un trabajo independiente realizado en el Área de Fauna Cordillera de la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, en el extremo suroriental de Tarapacá, se comprobó que la selección de hábitat de la vicuña a la escala de un valle responde a los mismos patrones (Mata *et al.*, 2016). En general, a esta escala las vicuñas seleccionan zonas de fondo de valle, con vegetación muy abierta y en las proximidades de puntos con agua. De hecho, la atracción de las vicuñas hacia puntos de encharcamiento temporal, como resultado de la acumulación de agua en las proximidades de la

carretera tras las tormentas, se configuró como uno de los elementos que puede condicionar la ubicación espacial de los atropellos de la especie. Además, se constató la existencia de movimientos diarios de las vicuñas hacia el fondo de valle durante la mañana y hacia las laderas por la tarde-noche, similares a los descritos por Renaudeau d'Arc *et al.* (2000) en Laguna Blanca; y un posible efecto refugio respecto de los depredadores provisto por las áreas de mayor frecuentación humana (Muhly *et al.* 2011), que desemboca en una utilización superior a la esperable del entorno de dichas zonas.

Conclusiones

La vicuña es selectiva en el uso de los tipos de hábitats en una escala espacio - temporal. Las vicuñas prefieren hábitats de mayor cobertura, como las vegas, y/o comunidades donde dominan las poáceas, principalmente del estrato bajo, ubicadas en sitios de pendientes suaves, y con fuentes de agua permanente; y subutilizan los hábitats con baja cobertura, dominados por arbustos. Sin embargo, se pueden observar cambios espacio - temporales en la selectividad del hábitat relacionados con la disponibilidad de recursos tróficos, la densidad de la población y su estructura social; cuando los recursos disponibles son escasos, se observa una distribución más homogénea entre hábitats, fenómeno llamado efecto buffer (Sutherland, 1996; Gill *et al.*, 2001). Los estudios sobre la relación espacial entre vicuñas y ungulados domésticos revelaron que una dieta superpuesta da como resultado la competencia por los recursos y el posterior desplazamiento de las vicuñas a entornos menos productivos y/o más degradados (Borgnia *et al.*, 2008, 2010; Rojo *et al.*, 2012; Arzamendia y Vilá, 2015).

La vicuña podría describirse entonces, como un herbívoro generalista con la capacidad de modificar su dieta en respuesta a la disponibilidad trófica y a las interacciones competitivas con el ganado doméstico.

Actualmente, la distribución de la vicuña austral en gran parte de la Puna argentina está fuertemente influenciada por las actitudes de tolerancia u hostilidad humana. La interacción competitiva entre el ganado y la vida silvestre, ya sea percibida o real, constituye una de las principales fuentes de conflicto humano-silvestre, estando la fauna invariablemente en el lado perdedor (du Toit, 2011). Sin embargo, las estrategias mixtas de pastoreo que involucran ganado y ungulados silvestres pueden ser beneficiosas para la biodiversidad (De Gabriel *et al.*, 2011). Una estrategia que integre diferentes tipos de herbívoros proporcionaría a los pastores oportunidades adicionales que capitalizarían las interacciones facilitadoras, y de ese modo ayudaría a anular la competencia percibida o real entre estos animales (du Toit, 2011).



Capítulo — 7

FOTO: Reserva de Biósfera Laguna de los Pozuelos, Argentina.
Freddy Burgos.

Comportamiento de la vicuña austral

Bibiana Vilá y
Yanina Arzamendia

INTRODUCCIÓN

Los trabajos pioneros que describen la ecología y el comportamiento de las vicuñas fueron realizados en la subespecie norteña, *Vicugna vicugna mensalis* (Koford, 1957; Franklin, 1974, 1982, 1983; Bosch y Svendsen, 1987). A partir de los mismos se determinan las características etológicas esenciales de la especie. Las publicaciones iniciales en ecología y comportamiento de la vicuña austral, describen principalmente el uso del hábitat y la simpatría con guanacos (Cajal y Amaya, 1985; Cajal, 1989). El primer estudio sistemático centrado en el comportamiento individual y reproductivo de la subespecie del sur, fue el realizado en la década de 1990 por Vilá (1990, 1992a, 1992b, 1994a, 1994b, 1994c, 1994d, 1995).

El comportamiento natural de los animales refleja adaptaciones, así como su morfología y/o fisiología, al ambiente donde estos viven y a sus presiones de índole natural y/o antrópica (Krebs y Davis, 1981; Wittenberger, 1981; Trivers, 1985). La vicuña está sometida a diversos escenarios a lo largo de su distribución, algunos de estos muy “naturales” con poca intervención antrópica, tales como los de algunas poblaciones chilenas, y otras de la distribución más austral de la especie, en la Reserva San Guillermo (Donadio y Buskirk, 2016). Sin embargo, la mayoría de las vicuñas que habitan en Bolivia y Argentina forman parte de un entramado natural/cultural con una fuerte impronta pastoril como es el caso de las poblaciones estudiadas en Jujuy, Argentina (Arzamendia et al., 2012, 2018; Arzamendia y Vilá, 2006, 2014, 2015) o Laguna Blanca en Catamarca, Argentina (Borgnia et al., 2008, Cassini et al., 2009).

Más allá de las adaptaciones a condiciones particulares, existen algunos rasgos que pueden considerarse

especie-específicos. Entre estos, la poliginia durante todo el año, la crianza de una única cría en el año, la defensa de un territorio, el pastoreo como tipo de alimentación principal, y ser bebedoras obligadas (Koford, 1957; Franklin, 1982; Bosch y Svendsen, 1987; Vilá, 1990; Vilá y Roig, 1992; Vilá y Cassini, 1993, Arzamendia y Vilá, 2006; Arzamendia et al., 2006; Arzamendia y Vilá, 2015; Arzamendia et al., 2018; Cachizumba et al., 2018)

Etograma

El etograma (clasificación y descripción de conductas) de las vicuñas (Figura 7.1), ha sido utilizado como base para los trabajos de comportamiento (Vilá, 1990). Como en el análisis etológico de cualquier animal, en el comportamiento de las vicuñas pueden discriminarse, estados y eventos. Los estados son conductas de mayor duración como estar echado o comer (los que se miden en tiempo) y los eventos cambios rápidos que en general se miden en frecuencia (como vocalizaciones o agresiones).

Los estados más habituales en las vicuñas son el pastoreo, los desplazamientos (caminar, correr), estar echado, estar quieto-alerta, tomar agua, acicalamiento y jugar. Los eventos más significativos son las vocalizaciones, defecar en bosteaderos, las conductas agresivas y reproductivas como el “flechazo” (Flehmen) al oler los bosteaderos de zonas con hembras en estro, entre otros (Figura 7.2).

FIGURA 7.1. Porcentaje de grupos de vicuñas observados exhibiendo diferentes comportamientos, durante muestreos por paneos instantáneos (n=433). Datos registrados en todas las estaciones durante 3 años, en una población de aproximadamente 130 vicuñas de la puna de Argentina (Cieneguillas, Jujuy).

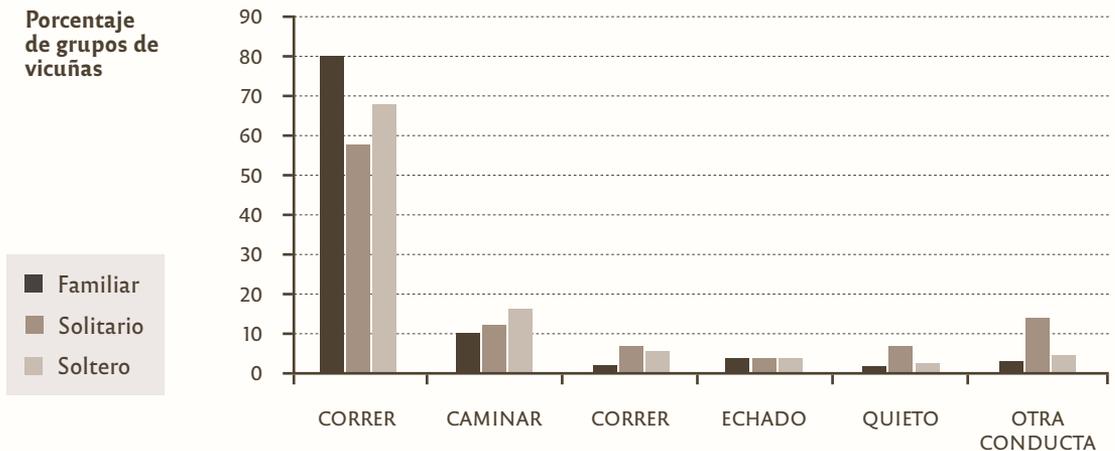






FIGURA 7.2.

Etograma de vicuñas en Jujuy, Argentina. Estados de mantenimiento: a) comer, b) beber, c) estar echado, d) estar alerta. Reproducción: Eventos e) flehmen, f) copula, g) parto, h) amamantamiento (estado). Eventos agresivos: i) agresión nivel 1 amenaza, j) agresión nivel 2 echar, agresión nivel 3 pechada, patadas, mordiscos. l) Estado correr, m) evento saltar, n) estado bañarse, ñ) evento defecar, o) estado revolcarse, p) estado acicalarse, q) evento acicalarse, r) evento vocalizar (en la foto también estado caminando), s) Estado quieto (Fotos de las autoras).

La asignación de tiempo a distintas conductas, influye en el éxito reproductivo y por lo tanto los individuos muestran diferencias dependiendo de su sexo, momento reproductivo y grupo social. Los animales en grupos familiares y entre estos las hembras reproductivas asignan más tiempo al forrajeo que los machos solteros. Estos últimos en sus grupos se desplazan más que los animales en familias. Los individuos solitarios están más tiempo quietos (Vilá y Roig, 1992; Renaudeau d'Arc et al., 2000, Vilá, 1992a y 1995; Vilá y Cassini, 1993; Arzamendia y Vilá, 2012)(Figura 7.1).

En relación a la conducta circadiana y los estados generales, los animales comen más durante la mañana, hacia el mediodía se desplazan a tomar agua y se echan y luego vuelve un aumento de pastoreo. En algunas poblaciones con áreas de dormidero en los faldeos, en el crepúsculo los animales se trasladan a los mismos y al amanecer bajan hacia las zonas más llanas.

Comportamiento social

La vicuña es poligínica, con grupos familiares (reproductivos) compuestos por un macho, 3-4 hembras y 1-2 crías y grupos de solteros (tropas). Los animales miembros de un grupo se mantienen entre dos distancias: la "individual" que es el espacio mínimo mantenido sin hostilidad y la denominada "social" que es la limitante de la cohesión de grupo (Walther, 1977). En el caso de las vicuñas la estructura espacial de los grupos cuenta con varias hembras a una distancia de aproximadamente 2 o 3 metros entre ellas, principalmente alimentándose o descansando y un macho periférico que se puede encontrar a distancias promedio de entre 8 y 50 metros de su hembra más cercana (dependiendo de las poblaciones) en diversas conductas (caminar, vigilar, alimentarse) o muchos más alejado en las conductas de defensa del territorio o del grupo (Vilá, 1995; Vilá y Cassini, 1994; Arzamendia y Vilá, 2014, Arzamendia et al., 2018).

La clasificación inicial del sistema de apareamiento de la especie fue publicado en la vicuña norteña (subespecie *Vicugna vicugna mensalis*) como de "poliginia de defensa de recursos" con una clara exclusión territorial, pudiéndose establecer esquemas con límites de los territorios colindantes (Franklin, 1974, 1982, 1983). Estudios en la subespecie austral mostraron variaciones con mayor flexibilidad frente a este patrón lo que llevo a definir al sistema de apareamiento de la especie como "mixto" con componentes de sistema de defensa de recursos y otros de arreo y retención de hembras, o sea de "harem" (Vilá, 1999).

La cantidad de hembras por macho es muy estable en análisis inter-poblacional (Vilá y Cassini, 1994; Arzamendia, 2008, Borgnia et al., 2008). Esta estabilidad sin embargo, incluye una dinámica particular que fue analizada en un estudio con animales marcados que mostró la existencia de movimientos de individuos entre grupos (Arzamendia et al., 2018). Para este estudio se utilizaron 98 individuos marcados luego de una captura (y algunos de estos esquilados). Se registró durante 3 años la localización de cada individuo (54 machos y 36 hembras). Uno de los resultados más interesantes de este trabajo tiene que ver con la importancia de los requerimientos de área de pastoreo de las hembras como el recurso organizador de la dinámica poligínica de los grupos. Se observaron dos clases de hembras, aquellas que se denominaron "leales" que fueron las que se mantuvieron

con el mismo macho y que tuvieron una media de aproximadamente 19 ha de área de pastoreo defendidas siempre por el mismo individuo. Otras hembras utilizaron un área similar pero cambiando de familia y por lo tanto de macho, estas fueron denominadas las “desleales”.

También se observó que los grupos familiares ocuparon los espacios con mejores pasturas. Esto fue claramente observado en una población de vicuñas que se mantiene estable y no es migratoria circadiana (Arzamendia *et al.*, 2018). Los grupos familiares en otras poblaciones tienen dos áreas, aquellas destinadas al descanso nocturno y aquellas del pastoreo diurno (Franklin, 1974, 2011; Bosch y Svendsen, 1987; Vila y Roig, 1992).

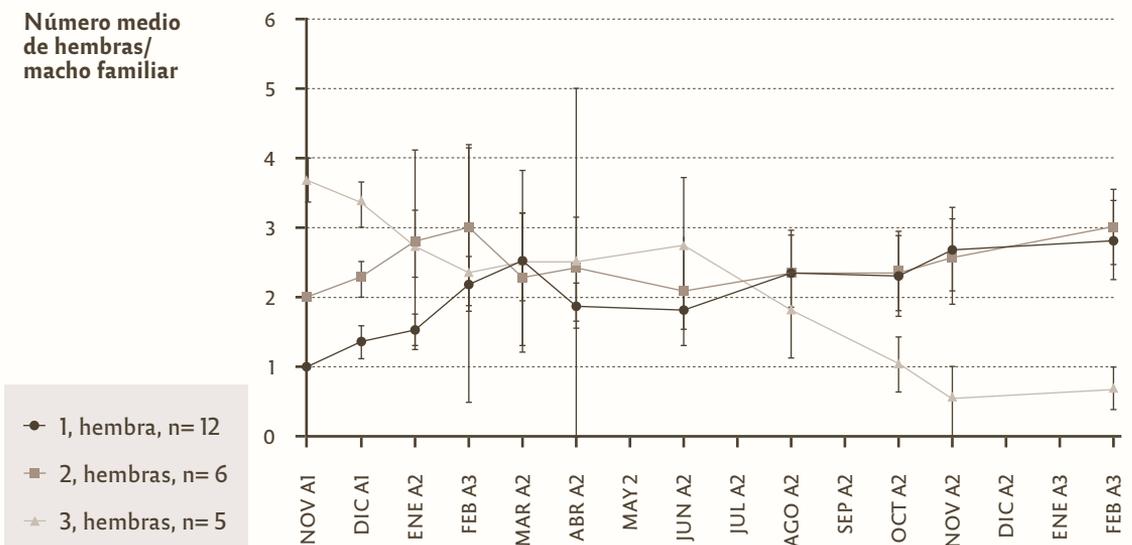
En las áreas defendidas es común encontrar varios revolcaderos y bosteaderos, estos últimos son importantes ya que luego de interacciones agresivas los machos bostean. Los límites entre grupos muestran ciertas plasticidades y solapamientos principalmente entre familias vecinas (Vilá, 1994b.), sin embargo en el área central de su ámbito de hogar (donde hay una de probabilidad >95% de encontrar al grupo), no hay solapamientos (Arzamendia *et al.*, 2018).

Los machos

Los machos pueden formar parte de los grupos familiares, ya sea como el macho familiar o cría menor de 8-10 meses. Todos los restantes machos, o bien forman parte de las tropas de solteros, o están en un estadio de solitario intermedio entre tropas y familias o viceversa (Arzamendia *et al.*, 2018). Para defender el área de acción de la familia y/o sus hembras, los machos familiares despliegan conductas agresivas con distintos grados en función del receptor de las mismas (Vilá, 1992a). Es común entre machos familiares vecinos, ciertas conductas de “exhibición” en lugar de agresión directa, típica de situaciones de simetría con animales de similar tamaño o porte (Figura 7.1, i). Por otro lado, cuando los receptores son animales de las

FIGURA 7.3.
Perfil multivariado con la evolución del número medio de hembras por macho familiar, en el período muestreado (A1: año 1, A2: año 2, A3: año 3).

Número medio de hembras/macho familiar



tropas de solteros o individuos solitarios, las agresiones incluyen corridas, mordidas, patadas con patas de adelante o de atrás principalmente en la época de verano, cuando las hembras están receptivas (Figura 7.1, k). Los machos asignan parte del tiempo a las conductas de defensa del territorio, en relación con el número de las hembras que pastorean en el área (Vilá y Cassini, 1994), siendo una media de 4 hembras lo que resulta óptimo en función de la relación vigilancia/mantenimiento. Se ha observado a machos con grupos de hembras muy numerosos perder áreas con hembras en interacciones con otros machos familiares o de tropas de solteros; y también perder a las hembras del grupo a lo largo del tiempo, mientras que los machos con una sola hembra ganan hembras a lo largo del tiempo, estabilizándose en ambos grupos el número de hembras en la media poblacional (Arzamendia, 2008) (Figura 7.3). En un estudio en la Puna salteña se ha observado también que los machos familiares ocupan más tiempo en vigilancia en relación a los machos solteros (Mosca Torres, 2010).

La agresión también es el modo en el cual los machos controlan el tamaño del grupo familiar entre temporadas reproductivas, los juveniles de aproximadamente 8 meses son expulsados de las familias a través de agresiones con corridas. A su vez, debido a que generalmente las madres suelen intentar acercarse a las crías que son agredidas, alejándose del grupo, estas son retenidas en forma activa por el macho.

Los solteros

Aquellos machos jóvenes y adultos no familiares, o crías macho de un año, suelen formar parte de las tropas de solteros (Koford, 1957; Franklin, 1974, 2011; Vilá, 1990, Arzamendia *et al.*, 2018). En el estudio con animales marcados, Arzamendia *et al.*, (2018) encontraron que el 100% de los animales de las tropas son machos y que estas tropas ocupan el territorio en forma errática con numerosas modificaciones en los tamaños de grupos con fisiones y fusiones de los mismos muy frecuentes. Esta es la categoría de animales que más se dispersa, por lo que tiene un rol muy importante para la biología reproductiva de la especie, debido a que esparce variabilidad genética. Además, las tropas generan una tensión agresiva por parte de los machos territoriales y funcionan como una presión de selección sexual, ya que solo los machos capaces de agredir y alejar solteros, son aquellos que retienen las áreas con sus hembras (Vila, 1992a). Esta dinámica genera que las tropas de solteros, sean muy móviles y utilicen hábitats marginales (Arzamendia y Vilá, 2006), lo que ha sido también estudiado en poblaciones silvestres de Salta (Mosca Torres, 2010).

Los machos solteros son los animales que se mantienen más cercanos, con una distancia interindividual de aproximadamente 1,7 metros siendo sincrónicos (o sea presentando similares comportamientos simultáneos) en su grupo (Vila, 1995). Dentro de las mismas tropas también hay agresiones que establecen jerarquías y entrenan en las peleas futuras (Vilá, 1990). Las tropas de solteros incluyen a los futuros machos reproductores y llevan una reserva de diversidad genética esencial para la población (Svendsen, 1987).

Las hembras

Luego de los dos años de edad, las hembras son reproductivas y debido a que tienen un año de gestación y el estro es post parto, ellas pasan unos 6-8 meses lactando preñadas. Los altos costos de esta situación reproductiva (Oftedal, 1985), sumado a la baja calidad nutricional de los pastos de la estepa puneña, determina que las hembras estén casi todo el tiempo pastoreando (Vilá y Cassini, 1995; Renaudeau d' Arc, 1997; Arzamendia y Vilá, 2014). Este requerimiento de las hembras, determina un área de uso necesario que es clave para determinar el sistema de apareamiento, ya que ellas buscan áreas de pastoreo sin perturbaciones y estas solo están disponibles en territorios defendidos por los machos, (Arzamendia *et al.*, 2018) como ya se ha presentado anteriormente al describir los grupos familiares. La distancia entre hembras varía dependiendo de la densidad, siendo en promedio entre 2-3 metros. En general están más alejadas entre sí que los solteros (Arzamendia, 2008).

Crías

Las crías nacen en verano luego de una gestación de aproximadamente un año, entre enero y abril, con picos en las últimas semanas de enero en San Guillermo, San Juan (Ruiz Blanco *et al.*, 2011) y últimas semanas de febrero en Jujuy (Vilá, 1990; Arzamendia, 2008). Las crías son muy activas desde el nacimiento, en el caso de un parto registrado, a los 20 minutos de vida, la cría logró pararse y a los 35 minutos se amamantó y caminó (Arzamendia, 2008). Las crías son “seguidoras” o “followers”, o sea que siguen a las madres desde momentos muy tempranos de sus vidas y las madres las defienden activamente de los depredadores (Vilá, 1992, 1994).

Las crías de los grupos familiares tienden a agruparse y a jugar, además pueden incorporar crías de grupos vecinos en verdaderas “guarderías” (Vilá, 1994). Las crías permanecen en sus familias hasta los 7-12 meses dependiendo del sexo y si la madre ha parido nuevamente. Las crías expulsadas se integran a tropas de solteros (en el caso de los machos) y las hembras pueden integrarse a otras familias. En un estudio con animales marcados (Arzamendia *et al.*, 2018) se encontró que todos los animales jóvenes entre 8 -12 meses cambiaron sus familias antes de su primera reproducción.

La conducta de las vicuñas como señal de perturbaciones antrópicas

A partir de la observación de la conducta de las vicuñas silvestres, se puede inferir si las poblaciones están sufriendo perturbaciones antrópicas que afectan su sobrevivencia de manera directa. Por un lado, las vicuñas muestran una gran habituación a condiciones pastoriles, con presencia de animales intercalados en rebaños de llamas y ovejas e inclusive en áreas muy cercanas a las casas de los pobladores (Arzamendia y Vilá 2014). Sin embargo, al estudiar el comportamiento de huida en aquellas zonas donde hay presencia de caza furtiva versus áreas de zonas protegidas sin cacería, las vicuñas mostraron menor tiempo de latencia (el tiempo entre la percepción del estímulo y la reacción) y mayor distancia de huida (Donadio y Buskirk 2006). Esta misma situación, se encontró también en estudios realizados

Proporción de vicuñas/conducta

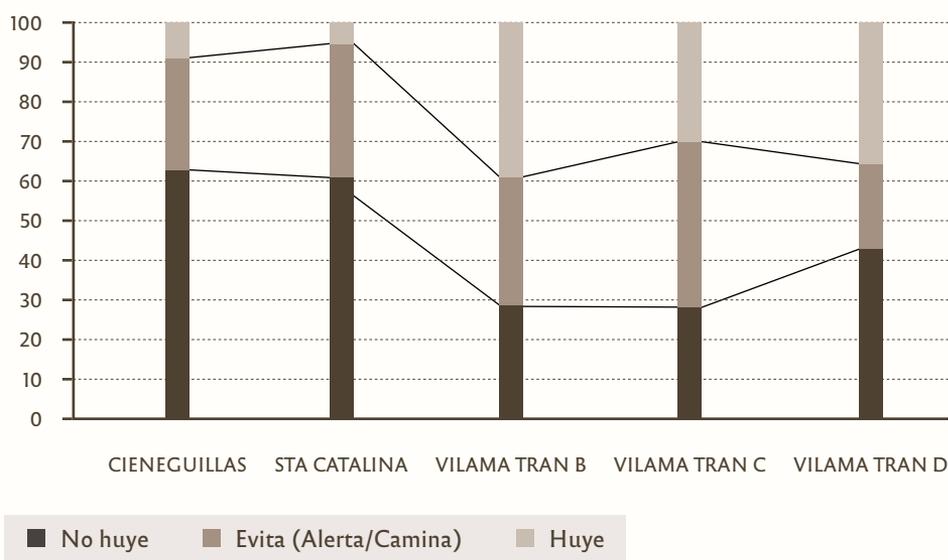


FIGURA 7.4. Proporción de las conductas de evitación y huida, en 3 poblaciones de Jujuy: Cieneguillas y Santa catalina en Cuenca Laguna de Pozuelos (puna seca) y Complejo de lagunas de Vilama (en tres sectores B, C, D) (puna desértica y altoandino).

en tres poblaciones de la provincia de Jujuy (Figura 7.4) (Arzamendia *et al.*, 2012, 2014). Por otra parte, la presencia de huellas de una pista ilegal de vehículos 4x4 en la Reserva Laguna Brava, en la Rioja, asociada a una actitud de estrés conductual, alta frecuencia de comportamiento de alerta y una amplia distancia de huida refleja el efecto negativo sobre las vicuñas (Vila 1999). El comportamiento de las vicuñas, puede utilizarse entonces, como un indicador de perturbaciones de origen antrópico.

Comportamiento y manejo

La conducta además de informar acerca de perturbaciones de depredación o caza furtiva, es un indicador fundamental a la hora de evaluar manejos. Arzamendia y Vilá (2012) estudiaron los efectos del manejo en el comportamiento y la dinámica de una población de vicuñas en Cieneguillas, Jujuy, datos que se presentan y discuten en el Capítulo 12 de este libro.

Conclusiones

El comportamiento de la vicuña austral muestra muchas similitudes con la subespecie *V. v. mensalis*. Las vicuñas estudiadas en varias poblaciones de Jujuy y Catamarca en Argentina, sostienen una media de grupo familiar de composición similar y un ritmo diario de actividades concordante. Un estudio con animales marcados muestra que las hembras tienen estrategias de pastoreo en las cuales procuran una superficie de pasturas, la que puede encontrarse en el territorio de un único macho y/ o en la sucesión de áreas temporales defendidas por distintos machos.



Capítulo — 8

Salar de Punta Negra, Antofagasta, Chile.
Benito A Gonzalez.

Uso de recursos tróficos de la vicuña austral en Chile

Carlos Tirado
Echeverría y
Arturo Cortés

INTRODUCCIÓN

Independiente de la masa corporal, un herbívoro debe enfrentar las siguientes problemáticas: ¿Qué comer? ¿Dónde comer? ¿Cuánto comer? ¿Por cuánto tiempo comer? Aunque estas preguntas se pueden abordar por separado, todas guardan relación con la condición del animal, experiencias aprendidas, edad, sexo, estado reproductivo, requerimientos nutricionales, presencia de defensas químicas o físicas del potencial alimento, restricciones morfofisiológicas, calidad y selección del hábitat, entre otros (Stephens *et al.*, 2007). La importancia de cada uno de estos factores dependerá en parte de las condiciones abióticas que predominen, tales como temperatura y precipitaciones. Estas condiciones inciden en la disponibilidad de recursos tróficos para los vertebrados herbívoros, debido a que regulan la productividad primaria y los fenotipos de las especies vegetales (Moen *et al.*, 2006). En este capítulo revisaremos los principales antecedentes sobre el uso de recursos tróficos por parte de la vicuña en Chile, uno de los cuatro representantes de la familia Camelidae, que debido a su singularidad, dominio ecológico y contribución al desarrollo del hombre, es considerada la más importante dentro de los grandes mamíferos herbívoros de sudamérica (Franklin, 1982).

Conceptos clave para comprender el uso de recursos tróficos de la Vicuña

No se puede comprender el uso de los recursos tróficos por parte de la vicuña sin entender algunos conceptos claves sobre ecología trófica, los que definiremos a continuación:

- ~ *Vegetación azonal*: Vegetación dependiente de condiciones edáficas locales y de un aporte hídrico permanente y constante durante la época de crecimiento, independiente del clima regional.
- ~ *Vegetación zonal*: Vegetación dependiente de condiciones climáticas dominantes, ocupa llanos y laderas de gran extensión.
- ~ *Estepa*: Bioma semiárido dominado por hierbas, gramíneas y/o arbustos, propios de climas térmicamente extremos, de escasas y variables precipitaciones.
- ~ *Bofedal*: Término utilizado para denominar a los humedales de altura.
- ~ *Gramíneas (Poaceae)*: Dicotiledóneas de variable tamaño, con tallos huecos divididos por nudos y flores en espigas.
- ~ *Pseudogramíneas o graminoides (Cyperaceae - Juncaceae)*: Monocotiledóneas, similares a las gramíneas, sus tallos son sólidos y carecen de nudos.
- ~ *Arbustos*: Dicotiledóneas de tallos leñosos (lignificados) y ramificado desde la base.
- ~ *Hierbas*: Dicotiledóneas de hojas anchas, tallos no leñosos (no lignificados) y de variadas inflorescencias.
- ~ *Análisis microhistológico de las heces*: Técnica de laboratorio ampliamente utilizada para determinar la composición botánica de la dieta de vertebrados herbívoros. Se basa en la identificación bajo microscopio de fragmentos vegetales no digeridos presentes en las heces (tricomias, restos de epidermis) a partir de una colección de referencia.
- ~ *Selectividad*: Alimento consumido bajo restricciones ambientales (riqueza, abundancia y distribución espacial del recurso trófico variable) en una mayor proporción a la oferta ambiental.
- ~ *Preferencia*: Alimento consumido en ausencia de restricciones ambientales (recursos tróficos ofertados en la misma proporción) en una mayor proporción a la oferta.
- ~ *DNA barcoding*: Método taxonómico de identificación de especies a través de una secuencia estandarizada de DNA.
- ~ *Cobertura vegetal absoluta*: Proporción de la superficie del suelo cubierta por la vegetación (considera el suelo desnudo).
- ~ *Cobertura vegetal relativa*: Cobertura de la vegetación relativa a una especie o grupos de especies (no considera suelo desnudo).
- ~ *Pastoreador estricto*: Vertebrado herbívoro que se alimenta sólo de monocotiledóneas.
- ~ *Pastoreador facultativo*: Vertebrado herbívoro que se alimenta principalmente de monocotiledóneas, pero que incluye cantidades variables de dicotiledóneas en su dieta.
- ~ *Uso del recurso trófico*: Consumo de especies vegetales presentes en el ambiente.

Importancia de los estudios de dieta en Vicuña

Generar información sobre los hábitos alimentarios es el comienzo para conocer la historia natural de cualquier especie. Específicamente conocer la composición botánica de la dieta de la vicuña, proporciona información fundamental para comprender la selección de recursos tróficos y hábitat, interacciones competitivas, efectos de la herbivoría sobre la dinámica de especies vegetales y es una importante herramienta en las evaluaciones ambientales (Krebs, 1999; Litvaitis, 2000, Danell *et al.*, 2006; Landau *et al.*, 2006; Garnick *et al.* 2018) . Este último aspecto, es clave para evaluar las modificaciones del hábitat a gran escala y para generar planes de compensación y mitigación frente a la actividad antrópica (Litvaitis, 2000).

Adaptaciones en la fisiología nutricional de camélidos

En Chile, al igual que en Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina, la vicuña sólo es posible encontrarla en sectores cordilleranos y altiplánicos (entre 3.000 y 4.600 msnm) (Galaz, 1998; Muñoz-Pedrerros y Yáñez, 2009), distribuyéndose latitudinalmente desde los 18° 45´ S a los 28° 39´ S (Vilina *et al.*, 2015). La distribución altitudinal y latitudinal de este camélido en Chile, determina que su hábitat se encuentre modelado por las fuertes influencias de las condiciones abióticas que predominan. A altas altitudes ocurre una reducción de la presión parcial de oxígeno (Aceituno, 1993) y un aumento en las oscilación térmica, por ejemplo, la temperatura media anual a 4.000 msnm es de 8°C con oscilación diaria de 17°C (Winterhalder y Thomas, 1982). A esto se suma el efecto de las precipitaciones nivales tropicales (Invierno Boliviano) típicas de un régimen hídrico de desierto monzónico (Novoa y Villaseca, 1989) que se concentran durante los meses de noviembre a marzo. Esta variabilidad ambiental afecta de manera importante la productividad primaria, la que se caracteriza por ser baja y variable a nivel geográfico (Baied y Wheeler, 1993). Además están presentes fenotipos de plantas adaptadas a condiciones extremas, con altos niveles de sílice en gramíneas, espinas y cutículas gruesas y lentos períodos de crecimiento (Alonso-Amelot, 2008). Frente a estas condiciones los camélidos sudamericanos en general están adaptados para obtener los nutrientes de un recurso trófico escaso, variable y con características mecánicas y químicas que reducen su palatabilidad (Von Engelhardt *et al.*, 1988). Dentro de estas adaptaciones se pueden mencionar 1) la presencia de secciones estomacales diferenciables histológicamente (Alzola *et al.*, 2004), principalmente C1 (Rumen) y C2 (Retículo), que les permiten aumentar la actividad fermentativa y absorción hidroelectrolítica, respectivamente (Castellaro, 2005; Martín, 1991), 2) su mayores tiempos de retención del alimento en el tracto digestivo, principalmente la fase sólida (o partículas de alimento en fermentación) en comparación con otros artiodáctilos (vicuña: 50,3 h; guanaco: 62,3 h vs. ovinos: 43,2 h), (Flórez, 1973; San Martín, 1987; Sponheimer *et al.*, 2003), y 3) su capacidad para reducir la excreción de urea a nivel renal (Engelhardt y Holler, 1982; Engelhardt y Schneider, 1977; Hinderer y Engelhardt, 1975).



Disponibilidad ambiental del recurso alimenticio, composición botánica de la dieta y selectividad trófica de la Vicuña austral en Chile

A pesar de que existen numerosas publicaciones sobre la ecología trófica de vicuña a lo largo de su distribución (Aguilar *et al.*, 1995; Benítez *et al.*, 2006; Borgnia *et al.*, 2008; Cajal, 1989; Cassini *et al.*, 2009; Franklin, 1983), sólo existen dos estudios en Chile, realizados durante la estación seca en Puna Atacameña (Tirado *et al.*, 2012, 2016), específicamente en el Parque Nacional Llullaillaco (Región de Antofagasta, Figura 8.1) y la Localidad de El Morro (Región de Atacama, Figura 8.2), que se localizan dentro del área de distribución de la vicuña austral. Este último lugar, El Morro, representa además el límite meridional de la distribución de la vicuña en Chile (Vilina *et al.*, 2015). Cabe mencionar que de las dos localidades, sólo en El Morro la vicuña comparte el hábitat con ganado exótico (vacas, ovinos, caprinos y equinos).

FIGURA 8.1.
Vicuñas al interior del Parque Nacional Llullaillaco, región de Antofagasta (fotografía: Benito A. González).





FIGURA 8.2.
Vicuñas en la localidad de El Morro, región de Atacama (fotografía: Carlos Tirado).

Disponibilidad ambiental del recurso alimenticio

La zona de estudio ubicada al interior del Parque Nacional Llullaillaco, se caracterizó por presentar sólo vegetación de estepa (zonal), con una escasa cobertura vegetal absoluta, correspondiendo sólo a 8,9%, el 91,1% restante estuvo representado por suelo desnudo. La cobertura de la vegetación la conformaron 6 especies, las más abundantes fueron el arbusto *Fabiana br-yoides* y la gramínea *Stipa chrysophylla*, con una cobertura vegetal absoluta de 5,10 y 3,55%, respectivamente (Tabla 8.1). Mientras que en el Morro la cobertura vegetal se caracterizó por presentar un total de 30 especies, las que en conjunto ocuparon el 47,01% de la superficie del suelo. De las 30 especies, 13 fueron encontradas en áreas de vegetación zonal y 17 en áreas de vegetación azonal (bofedales). Los grupos funcionales más abundantes correspondieron a pseudogramíneas (21,83%) y gramíneas (14,99%), siendo las especies más representativas *Carex gayana*, *Deyeuxia velutina* y *Adesmia hystrix* (Tabla 8.2).

Grupo funcional	PN Lullaillo			
Familia Especie	Distribución	Recursos disponibles (%)	Recursos utilizados (%)	Selectividad
ARBUSTIVAS				
COMPOSITAE				
<i>Baccharis tola</i>	Zonal	0,8	6,65	(+)
PAPILIONACEAE				
<i>Adesmia caespitosa</i>	Zonal	0,8	---	
<i>Adesmia erinacea</i>	Zonal	0,8	2,03	(+)
SOLANACEAE				
<i>Fabiana bryoides</i>	Zonal	57,1	1,9	(+)
Sub total (%)		59,5	10,58	
HERBACEAS				
MALVACEAE				
<i>Cristaria andicola</i>	Zonal	1,1	21,62	(-)
Sub total (%)		1,1	21,62	
GRAMINEAS				
POACEAE				
<i>Stipa chrysophylla</i>	Zonal	39,4	59,6	(+)
Sub total (%)		39,4	59,6	
Fibras			7,35	
Material no reconocido			0,85	
Total (%)		99,2	100	

TABLA 8.1.
Disponibilidad de recursos
tróficos (cobertura relativa),
composición botánica de la dieta
y selectividad trófica de *Vicugna
vicugna* en el Parque
Nacional Lullaillo, Región de
Antofagasta (Tirado et al., 2012).

Grupo funcional	El Morro			
Familia Especie	Distribución	Recursos disponibles (%)	Recursos utilizados (%)	Selectividad
ARBUSTIVAS				
FABACEAE				
<i>Adesmia subterranea</i>	Zonal	1,88	30,34	(+)
VERBENACEAE				
<i>Junellia uniflora</i>	Zonal	0,54	3,52	(+)
Sub total (%)		2,42	33,86	
HERBACEAS				
MALVACEAE				
<i>Cristaria andicola</i>	Zonal	5,37	0,06	(-)
Sub total (%)		5,37	0,06	
GRAMINEAS				
POACEAE				
<i>Deyeuxia velutina</i>	Azonal	27,79	16	(-)
<i>Festuca werdermanii</i>	Zonal	1,48	7,2	(+)
<i>Jarava frigida</i>	Zonal	6,31	16,9	(+)
Sub total (%)		35,58	40,1	
PSEUDOGAMINEAS				
CYPERACEAE				
<i>Carex gayana</i>	Azonal	28,72	5,46	(-)
<i>Eleocharis albibracteata</i>	Azonal	3,49	0,76	(-)
<i>Phylloscirpus deserticota</i>	Azonal	12,75	0,49	
JUNCACEAE				
<i>Oxychloe andina</i>	Azonal	11,68	0,46	(-)
Sub total (%)		56,64	7,17	
Fibras			17,6	
Material no reconocido			1,2	
Total (%)		100	100	

TABLA 8.1.

Disponibilidad de recursos tróficos (cobertura relativa), composición botánica de la dieta y selectividad trófica de *Vicugna vicugna* en la Localidad de El Morro, Región de Atacama (Tirado et al., 2016).

Uso de los recursos tróficos de la vicuña austral en Jujuy y Catamarca, Argentina.

Mariela Borgnia,
Yanina Arzamendia y
Bibiana Vilá

Los estudios de dieta realizados con técnicas complementarias tales como las observaciones de comportamiento mediante muestreos focales (Figura 8.1.1) y el análisis microhistológico de las heces (Borgnia *et al.*, 2008; Borgnia *et al.*, 2010; Arzamendia y Vilá, 2015), permitieron realizar una buena descripción de la ecología de forrajeo de las vicuñas en dos

áreas de la puna desértica y seca (Cabrera, 1971) de Argentina: la zona de transición de la Reserva de Biósfera Laguna Blanca, en la provincia de Catamarca (26° 30' O y 66° 40' S), y la zona de Cieneguillas dentro de la Reserva de Biósfera Laguna de los Pozuelos, en la provincia de Jujuy (66° 15' W y 21° 50' S). En ambas áreas de estudio las vicuñas comparten el hábitat con ganado doméstico nativo (llamas), ganado exótico (vacas, ovinos, caprinos) y burros asilvestrados.



FIGURA 8.1.1.

Vicuña austral alimentándose de gramíneas cespitosas, en pastizal de “chillagual”, en la Reserva de Biosfera Laguna de los Pozuelos, Jujuy, Argentina. (Fotografía: Y. Arzamendia)

En ambas áreas la alimentación fue la principal actividad de las vicuñas, pastoreando más en las estepas mixtas y pastizales, que presentan elevadas coberturas vegetales, que en las zonas meramente arbustivas. La dieta de las vicuñas incluyó plantas de todos los ambientes (estepa y vegas), estratos (alto, medio, bajo) y grupos funcionales (arbustos, gramíneas, ciperáceas, hierbas) disponibles, indicando que las vicuñas son generalistas en el uso de los recursos. Además utilizaron el 52% de las especies disponibles en Catamarca y forrajearon sobre el 51% de las especies disponibles en Jujuy. En Jujuy, el estudio comportamental determinó que el 50% del tiempo de forrajeo fue sobre especies poáceas, 28% sobre especies arbustivas, 11% hierbas y 11% ciperáceas y juncáceas. El tipo y proporción de los ítems consumidos fue variable entre distintas zonas dentro del área de estudio, y fue similar a lo largo del año. El análisis de las heces realizado sólo en Catamarca evidenció una mayor representación de especies poáceas (gramíneas) en la dieta (59-72% de la dieta global),

aunque también un porcentaje considerable de arbustos (16-19% promedio, llegando al 45% en algunos lugares).

Estos resultados sugieren que las vicuñas tienen fuertes preferencias alimentarias de gramíneas y que a diferencia de los estudios de otros autores realizados en la puna húmeda de gran parte del altiplano peruano-boliviano (Koford, 1957; Franklin, 1983; Menard, 1984), en la puna seca las vicuñas son “primariamente pastoreadoras” pero también “facultativamente ramoneadoras”.

Si bien consumieron un amplio rango de recursos vegetales, algunos fueron utilizados en mayor proporción a su disponibilidad, mostrando un comportamiento de forrajeo selectivo en ambas áreas de estudio. Las vicuñas seleccionaron plantas de estratos bajos (menores a 50 cm) y también algunas especies vegetales en particular. En Jujuy se seleccionaron poáceas como *Bouteloua simplex*, *Aristida* sp., *Antoniana* sp. y el arbusto *Adesmia* sp. En Catamarca se seleccionaron poáceas como *Distichlis* sp., *Panicum chloroleucum* y arbustos como *Junellia seriphioides* y *Adesmia horrida*.

Estudios isotópicos (relación $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) realizados a partir de material óseo de vicuñas de la puna jujeña (Samec, 2012; Samec et al., 2017), muestran la incidencia de la altitud en la alimentación de vicuñas, evidenciando cierta preferencia por parte de las vicuñas por una alimentación con mayor proporción de especies C4 con respecto a especies C3, cuando las primeras se encuentran disponibles, es decir en aquellos ambientes situados por debajo de los 3900 msnm. Las plantas C3, que incluye al 85% de las plantas del planeta, se caracterizan por realizar la fijación del carbono por el mecanismo “estándar”, sin adaptaciones fotosintéticas particulares. Por otro lado, las plantas C4, mayormente gramíneas de ambientes cálidos, secos o áridos, presentan adaptaciones fisiológicas y anatómicas que les permiten hacer un uso más eficiente del agua y de la asimilación del CO_2 durante la fotosíntesis. La información obtenida mediante el análisis microhistológico de las heces es coincidente con el estudio mencionado, puesto que para las poblaciones estudiadas de Catamarca y Jujuy, las gramíneas “C4” (de géneros como *Panicum*, *Distichlis* y *Bouteloua*) fueron las más representadas en la dieta.

Estudios de calidad nutricional de la vegetación realizados en La Reserva Laguna Blanca, muestran que las vicuñas no seleccionan los vegetales exclusivamente por el contenido proteico, y aquellos vegetales preferidos tienen valores moderados o bajos. Es posible que la elección de las plantas consumidas se realice en forma integral y que otros factores, como ser la presencia de compuestos secundarios o la palatabilidad, que son elementos sensorialmente más superficiales, generen un efecto en el consumo que sea más importante y enmascarar el nivel proteico del vegetal, sin un correlato directo en el sabor o textura de un vegetal. Notablemente, las gramíneas más consumidas fueron más utilizadas cuando tuvieron mayor contenido proteico.

En ambas áreas de estudio se observó un solapamiento trófico entre las vicuñas y el ganado, y si bien el ganado tiene mayor acceso y permanencia en las zonas óptimas (vegas, riberas y estepas mixtas de alta cobertura vegetal), las vicuñas pueden ocupar ambientes periféricos debido a sus adaptaciones que les permiten vivir en ambientes desérticos y alimentarse de vegetación de baja calidad. Estas características del uso de los recursos tróficos por parte de las vicuñas pueden considerarse como parte de un amplio rango de respuestas adaptativas de alimentación en el altiplano.

Uso de recursos tróficos de la vicuña en la Puna desértica austral (Salta, Argentina)

María Eugenia Mosca Torres
y Silvia Puig

La radiación solar, la evaporación y la amplitud térmica son elevadas (Cabrera, 1976). La vegetación está dominada por una estepa herbácea, y pueden distinguirse tres asociaciones vegetales: pajonal, tolar y vega (Cabrera y Willink, 1980). Es en estos estratos donde la vicuña se alimenta durante todo el año, adaptando su comportamiento forrajero de acuerdo a la disponibilidad estacional del alimento (Mosca Torres y Puig, 2010). Por lo tanto, esta especie resulta un interesante modelo para poner a prueba hipótesis referidas a la ecología trófica, ya que sobrevive en este ambiente extremo y porque además, presenta una estructura social estable compuesta por animales territoriales y animales no-territoriales, factores claves que condicionan la estrategia de alimentación.

Durante la época húmeda (verano) la vicuña se alimenta principalmente de pastos de alta calidad nutritiva tales como *Poa* sp. y *Pappostipa* sp., y de *Eleocharis albibracteata*, graminoidea presente exclusivamente en las vegas de altura. Por otro lado, en la época seca los individuos incluyen en sus dietas mayores proporciones de arbustos, tales como *Junellia seriphoides* y *Artemisia copa*, y otras especies de pastos menos nutritivas (*Festuca* sp. y *Deyeuxia* sp.) (Figura 8.2.1). Ese patrón de forrajeo es más evidente en los territorios, donde la dieta estival debe compensar los altos costos de la lactancia en las hembras y de la defensa territorial en los machos. Durante la época seca, con las hembras atravesando los últimos meses de gestación, las familias amplían su espectro dietario comportándose como forrajeadores óptimos. Esto es posible gracias a que los territorios presentan mayor diversidad de alimento invernal, lo que constituye una ventaja para las familias, mientras que su permanencia en ellos todo el año conlleva una declinación del alimento disponible, como lo evidencia la menor cobertura vegetal en comparación con los no-territorios (Mosca Torres y Puig, 2010). La ocupación de hábitats marginales por las vicuñas no-territoriales, y sus menores requerimientos energéticos, explican que su dieta presente menores proporciones de especies nutritivas en comparación con los grupos familiares, particularmente durante el invierno.

La presencia de agua en las vegas, como así también la concentración de recursos alimentarios en ellas, son factores clave, determinantes para la supervivencia de la vicuña en este ambiente extremo particularmente durante la época seca, cuando disminuyen considerablemente la cobertura y la diversidad de plantas (Mosca Torres y Puig, 2010 y 2012). En años de sequía asociados al fenómeno del Niño, las vicuñas se concentran alrededor de estas fuentes de agua y tanto los individuos territoriales como los no-territoriales destinan mayores proporciones de tiempo a forrajear en este hábitat y en sus alrededores (Mosca Torres y Puig, 2012). En estas condiciones, la disponibilidad de alimento y la distancia al agua priman sobre los factores sociales como condicionantes del comportamiento de forrajeo en este

La Puna salada o desértica, que se extiende al oeste de las provincias de Jujuy, Salta y Catamarca, es considerada uno de los ambientes más extremos de Argentina (Troll, 1958). El régimen pluvial es inestable, con precipitaciones que varían entre 0 y 100 mm por año, mientras que

sector de la Puna argentina (Mosca Torres *et al.*, 2015). En síntesis, la vicuña se comporta en la Puna desértica como un herbívoro generalista, con fuerte selectividad hacia los pastos de alta calidad nutritiva.

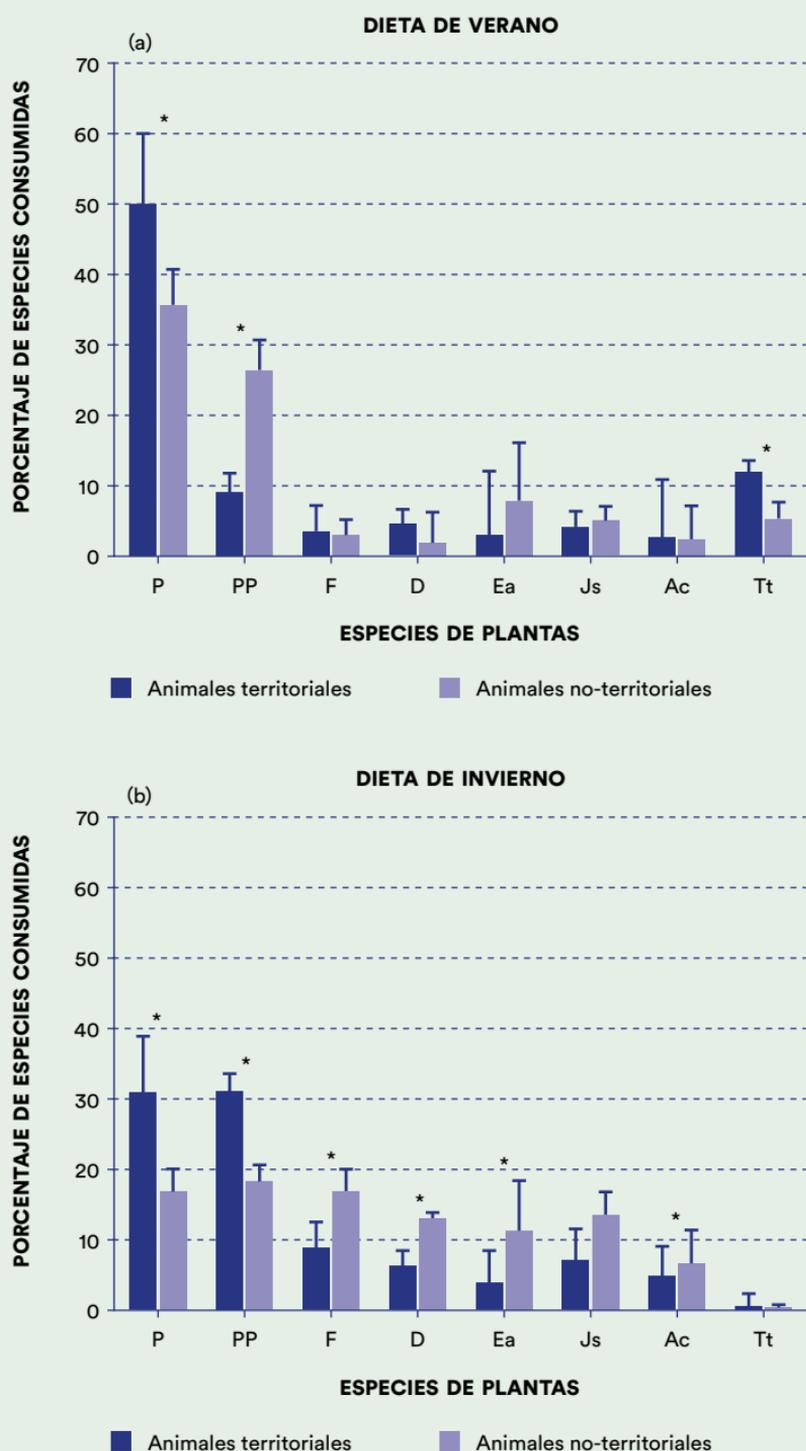


FIGURA 8.2.1.

Porcentajes de especies vegetales consumidas por vicuñas territoriales y no-territoriales durante verano (a) e invierno (b). Gramíneas: P: *Poa* sp., PP: *Pappostipa* sp., F: *Festuca* sp., D: *Deyeuxia* sp.; Graminoides: E: *Eleocharis* aff. *albibracteata*; Arbustos: Ah: *Adesmia horrida*, Js: *Junellia seriphioides*, Ac: *Artemisia copa*; Hierbas anuales: Tt: *Tarasa tenella*. *: Diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre territoriales y no-territoriales. La Figura incluye especies consumidas (o disponibles) en más del 5%. Figura adaptada de Mosca Torres y Puig (2010).

Composición botánica de la dieta y selectividad trófica

Los estudios sobre la composición botánica de la dieta de vicuña realizados mediante el análisis microhistológico de las heces, indican que las gramíneas corresponden al principal recurso utilizado en ambas localidades (Llullaillaco: 59,6%; El Morro: 40,1 %), condición similar a la documentada para la puna desértica de Argentina (Box 8.1, Box 8.2).

En Llullaillaco, la vicuña incluyó en su dieta el 83% de las especies disponibles, alimentándose principalmente de la gramínea *S. chrysophylla*, la herbácea *C. andicola* y en bajo porcentaje el arbusto *B. tola*. De las 5 especies vegetales consumidas, cuatro fueron “seleccionadas”, *S. chrysophylla*, *C. andicola*, y los arbustos *A. erimacea* y *B. tola*. La especie arbustiva *F. bryoides* fue evitada (Tabla 8.1). Si bien en la Localidad de El Morro, la vicuña, consumió sólo el 33% de las especies vegetales disponibles en el ambiente, de manera similar a lo informado para Llullaillaco, se alimentó principalmente de gramíneas, específicamente de *J. frigida* y *D. caespitosa* (Tabla 8.2). El porcentaje de arbustos en la dieta, sólo involucró el consumo de dos especies, siendo la más abundante *A. subterranea* y *J. uniflora* en una menor proporción en la dieta. El grupo de las pseudogramíneas estuvo representado por cuatro especies vegetales, siendo la más consumida *C. gayana*. En menor proporción fueron *E. albibracteata*, *P. deserticola* y *O. andina*. De las 10 especies consumidas por la vicuña, sólo fueron seleccionadas los arbustos *A. subterranea* y *J. uniflora* y las gramíneas *F. wernermannii* y *J. frigida* (Tabla 8.2). Al agrupar el consumo relativo de especies vegetales en El Morro de acuerdo al tipo de vegetación (zonal –azonal), se encontró que la principal contribución a la dieta de vicuña fue la vegetación de tipo zonal (71,47%).

Si bien los estudios sobre la conducta forrajera de la vicuña en Chile son escasos, los antecedentes disponibles permiten clasificar a esta especie como un pastoreador facultativo, que incluye en su dieta pastos y arbustos, de manera similar a lo descrito para otras zonas geográficas (Aguilar *et al.*, 1995; Benítez *et al.*, 2006; Borgnia *et al.*, 2008; Cajal, 1989; Box 8.1 y Box 8.2) Estos antecedentes contrastan con lo planteado en otros estudios donde se considera a este camélido como un pastoreador estricto (Franklin, 1983; Ménard, 1984). A pesar de esta diferencia, se debe destacar que las gramíneas son el componente más representativo en la dieta de la vicuña, lo cual deja en evidencia la capacidad de este camélido para procesar vegetación con un alto contenido en fibra (Tirado *et al.*, 2016).

Aunque las dicotiledóneas (arbustos y hierbas) representan una proporción importante en la dieta de la vicuña (Llullaillaco: 33%; El Morro: 33,9%), este grupo funcional presenta una reducida riqueza, estando representado en la población del Morro sólo por 2 de las 16 especies vegetales disponibles en el ambiente. Es probable que esta condición se relacione con la presencia de compuestos secundarios en dicotiledóneas y con la capacidad de la vicuña para poder detoxificar tales compuestos, condiciones que determinarían la cantidad y variabilidad de los alimentos que puede consumir este vertebrado (Freeland y Janzen, 1974). Esto probablemente restringiría el acceso a recursos tróficos con un mayor contenido proteico, como pueden ser los arbustos (Box 8.1).

En cuanto el uso de bofedales como recurso alimenticio por parte de vicuña durante la estación de verano, se aprecia que en la localidad del

Morro su uso fue reducido (Tabla 8.2), en cambio incluye dentro de su dieta principalmente vegetación de tipo zonal (*Jarava frígida*, *Adesmia subterranea*), lo cual contrasta con los estudios realizados en la Puna Desértica de Argentina donde vicuñas se alimentaron principalmente de pastos de alta calidad nutritiva como *Poa* sp. y *Elyocharis albibracteata* para suplir las demandas energéticas que implica la defensa del territorio y la lactancia (Box 8.1). Al parecer esta conducta forrajera disímil podría ser explicada por la presencia de animales domésticos. Estos tienen un efecto negativo sobre el uso del recurso en camélidos silvestres, provocando su desplazamiento a hábitat subóptimos para la alimentación (Borgnia *et al.*, 2008; Muñoz y Simonetti, 2013). A pesar de lo anterior, en ambientes de montaña es imposible negar la importancia que cumplen los bofedales como fuente de alimento y agua para los camélidos silvestres, principalmente durante épocas donde la estepa reduce su productividad y calidad nutritiva (Box 8.1 y Box 8.2).

Líneas futuras

Es de importancia reconocer que plantas y herbívoros interactúan, y comprender la dinámica de tal interacción es el aporte que pueden realizar las ciencias básicas para resolver problemas aplicados, relacionados con el manejo de ecosistemas, producción agropecuaria y conservación biológica. Por este motivo, resulta indispensable la implementación de estudios a nivel local sobre la conducta forrajera de vicuña, principalmente en Chile, y especialmente a largo plazo. Por otra parte y considerando el amplio rango de hogar que caracteriza a la vicuña, debiesen complementarse las clásicas técnicas de análisis dietario con herramientas moleculares (e.g. DNA barcoding) e isotópicas, que permitan incrementar la precisión de los estudios sobre el uso de recursos tróficos y a la vez ayuden a la validación de estas diversas metodologías (Garnick *et al.*, 2018).



Capítulo — 9

FOTO: Parque Nacional Lullailaco.
Benito A. Gonzalez

La cacería: historia de una amenaza constante para la conservación de la vicuña

INTRODUCCIÓN

El hombre ha manejado a la vicuña para obtener de ella beneficios destinados a satisfacer intereses sociales, espirituales y económicos desde hace milenios (Torres, 1987). Sin embargo, la sobreexplotación y el riesgo de extinción de la vicuña es un fenómeno históricamente reciente. Al parecer este no habría existido en tiempos prehispánicos gracias a una experiencia indígena de manejo apropiado que se desarrolló y perfeccionó a lo largo de milenios. A partir de la conquista española, la principal amenaza para la vicuña ha sido la cacería, la cual ha operado sobre las poblaciones de vicuña en prácticamente toda su área de distribución, llevando a la especie a casi su extinción total pasada la mitad del siglo XX. El presente capítulo tiene como fin entregar antecedentes históricos sobre el uso y sobreexplotación de la vicuña a lo largo del tiempo, analizar el impacto actual de la caza furtiva y describir cómo los países andinos han ido enfrentando esta situación.

El *chaku* como técnica de manejo

La práctica del *chaku* o *chaco*, técnica ancestral de captura, esquila y liberación del animal vivo, implica un bagaje ideológico subyacente que favorecía la conservación y uso sostenible de los recursos que proporcionaba la vicuña. Esta técnica se desarrolló incluso mucho antes del dominio del imperio Incaico según los registros arqueológicos. En ese entonces la fibra de la vicuña sólo podía servir para cierto tipo de prendas de vestir para ser usadas por los nobles locales e imperiales, así como cierta ropa para los caciques. Este uso restringido y especializado de la fibra de la vicuña estaba justificado culturalmente por la consideración que la vicuña era “ganado de los dioses” y no de la gente, afianzando el sistema indígena de clasificación de los camélidos

andinos, el cual reconoce la dicotomía entre especies silvestres y especies domésticas (Torres, 1987).

Impacto humano sobre las poblaciones de vicuñas

A partir de la conquista española, la cosmovisión del mundo andino y los sistemas tradicionales de utilización de los recursos naturales, habrían sido alterados radicalmente dada la actitud depredadora de los conquistadores, afanados en usurpar la condición y prerrogativas de poder de los Incas y caciques imperiales. El *chaku* Incaico de captura de vicuñas, racionalizado, planificado, fue suplido por el *chaku* para satisfacer las expectativas de los capitanes (Torres, 1987).

Se piensa que en el siglo XVI, las vicuñas sumaban varios millones (Koford, 1957; Torres, 1992). En dicho siglo, se tienen los primeros informes que denotan una preocupación por el dramático descenso poblacional de la vicuña, y algunos autores señalan justamente para este período el máximo nivel de matanzas incontroladas, con estimaciones de hasta 80.000 animales muertos al año en Perú y norte de Chile (Chébez, 1994, citado en Laker y Bonacic, 2006). En 1557 una prohibición del Virrey del Perú, Andrés Hurtado de Mendoza, respondía a una denuncia de “los indios de Lucanas” en contra de los caciques de Andamarca, Yauyos, Cajamarca, Acarí, Parinacocha y Guanacas por caza ilegal de vicuñas, para que el Virrey hiciera efectiva su prohibición anterior, de 1556, de “caza, chacos y muerte” de “los ganados monteses de la tierra que son ovejas y carneros, guanacos y vicuñas...” por “españoles y ... también los naturales...” (Cardozo, 1981). En 1777 la Corte Imperial del Virreinato del Río de la Plata, estableció un decreto donde declaró como ilegal el acto de matar a una vicuña, y estableció que era necesario tener presente en cualquier captura un oficial nombrado por el magistrado. Era la primera de varias leyes que no tuvieron éxito en su meta de proteger a la vicuña. Durante el mismo período, se desarrolló un importante comercio de exportación de pieles a nuevas fábricas textiles en España. Desde el establecimiento del Virreinato del Río de la Plata en 1776, se exportó por el puerto de Buenos Aires una media anual en fibra y pieles equivalentes a 20.410 animales sólo en el siglo XVIII, con máximos de hasta 50.000 vicuñas durante 1783. Este comercio continuó hasta las guerras por la independencia en 1810, y durante casi todo el siglo XIX en menores cantidades. En un período de 190 años (1663-1853) fueron exportadas del puerto de Buenos Aires el equivalente a 1.571.098 vicuñas con dirección a los mercados europeos. Recién después de la independencia de Perú, en 1825, Simón Bolívar introdujo medidas para prevenir la caza de vicuñas. Como en tiempos imperiales, las medidas fracasaron frente a la presión del comercio. Esta vez, en el nuevo Perú, eran empresas inglesas con sede en Arequipa las que organizaban la exportación (Orlove, 1977).

Inicio de la protección de la vicuña

Los cambios demográficos experimentados en los países andinos a partir de la conquista y colonización fueron muy significativos, lo que se tradujo en una permanente afectación de las poblaciones de vicuña hasta llegar a

niveles críticos. A comienzos del siglo XX sólo quedaban unas 10 mil vicuñas en toda su distribución, en contraste con los 2 millones que se estimaban durante el período incaico (Torres, 1983). En las primeras incursiones españolas por el Norte Grande de Chile la población humana era escasa, superando apenas los 34.000 habitantes. Esta situación cambió radicalmente después del advenimiento de la minería no metálica como fuente económica. Con ello, en 1885 ya existían en el Norte Grande cerca de 550.000 habitantes, que para 1920 sobrepasan la barrera del millón. La actividad económica asociada a la minería no metálica, y el interés comercial por la fibra de vicuña, habría fomentado la intensificación de la cacería, incluso la de carácter deportiva, la que también impactaba seriamente a la fauna nativa (Miller, 1980). Fernández y Luxmoore (1995) señalan que las necesidades socioeconómicas derivadas del desarrollo de la minería no metálica en el norte de Chile, y la falta de custodia estatal de los recursos andinos, transforman las primeras décadas de 1900 en uno de los fenómenos de depredación más importantes de la historia ecológica de Chile, teniendo consecuencias para la vicuña, la cual alcanzó sus tamaños poblacionales mínimos a mediados de los años 60 (Torres, 1983; Cardozo y Venegas, 2007).

En Bolivia, la normativa relacionada a la vicuña comenzó a generarse desde 1827. Hasta mediados del siglo pasado, la creación de normas reflejaba políticas gubernamentales erráticas y contradictorias respecto a este camélido silvestre, pues establecía algunas medidas de protección en contraposición con una normativa que incentivaba el comercio de sus derivados (Maydana y Lima, 2012). De igual forma, en Perú, un Decreto Supremo de 1920, prohibió el comercio de productos de vicuña y en 1926 se pretendió prohibir la exportación de fibra. Medidas similares se intentaron en Argentina mediante una ley en 1926 que prohibía la matanza de animales y la comercialización de fibra de vicuña y de productos que con ella se confeccionaban. Las medidas tenían un impacto limitado en el nivel de caza, actividad que se volvió clandestina. Sin embargo, a partir de 1933, el estado relajó el control y empezó a emitir licencias de exportación. Alrededor de esa fecha, la demanda internacional aumentó tanto, que la población empezó a declinar dramáticamente. En Chile, la Ley de Caza de 1929 habría protegido a la vicuña de la cacería y restringió la comercialización de sus productos, lo que permitió ir reduciendo las exportaciones de pieles de 2.362 en el período 1910-1914 y 937 pieles en el período 1930-1939, a cero a partir de la década del 40 (Iriarte y Jaksic, 1986).

Cifras mantenidas por una empresa textil en Inglaterra durante el período de 1948 a 1970, indican la escala de comercio sobre la cual se trabajaba. Un sólo comprador era el responsable por la importación de un promedio de 1.270 Kg, equivalente a 5.500 - 6.500 individuos. Según Miller (1980), a comienzos de la década del 50 las poblaciones de vicuña en toda su área de distribución habían decaído a unos 400.000 ejemplares (Koford, 1957; Franklin, 1982), y a fines de los 60s, a unas 2.000 vicuñas distribuidas entre Bolivia, Chile y Argentina, y 5.000 a 10.000 en Perú (Rabinovich et al., 1991).

El comercio siguió a pesar del obvio peligro para la especie, hasta el punto en que se prohibió bajo acuerdos internacionales. Las medidas introducidas en el primer Convenio de la Vicuña, suscrito por Bolivia y Perú en 1969, y al que adhirieron posteriormente Argentina en el año 1971, Chile en

1972 y Ecuador en 1979, incluían la creación de varias áreas protegidas en el área de distribución de la especie. En 1975, todas las poblaciones sobrevivientes se incluyeron en el Apéndice I en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), prohibiéndose el comercio internacional de fibra (Box 12.1). Estos esfuerzos de coordinación internacional y de los países andinos que comparten el hábitat de la vicuña, se transformó en uno de los proyectos más exitosos de conservación de mamíferos mayores en el mundo. En el año 2011 la población total estaba cercana a 450.000 individuos. La recuperación de la especie permitió que se pasara de un paradigma proteccionista al de uso sustentable de la especie para beneficio de las comunidades locales.

La caza furtiva y el tráfico ilegal actual

Sin embargo, actualmente la amenaza de la caza furtiva y el tráfico ilegal sigue siendo una preocupación, especialmente en un escenario de mayor circulación de fibra entre los países andinos, la que afecta tanto a la subespecie austral como a la del norte. De acuerdo a las actas de los diversos países presentadas en el seno de la XXVII Reunión Técnica del Convenio de la Vicuña (La Paz, Julio 2014), en Bolivia habrían sido víctimas de la caza furtiva por lo menos 3.289 vicuñas en el periodo 2008-2013 con un importante mercado interno de fibra y artesanías. En Argentina se reportaron 149 vicuñas muertas entre 2012 y 2013 y en el año 2014 se incautaron 94 cueros. En Perú se reportó la matanza de 1.723 vicuñas para el periodo 2009 – 2013. En Chile, solamente en los primeros meses del 2014 fueron encontrados en patrullajes por lo menos 49 vicuñas muertas (Figura 9.1). En función de las áreas de decomiso de pieles o fibra, o de registros de cuerpos y restos de vicuñas en el terreno, se estableció si los animales afectados correspondían a la vicuña del norte (*V.v. mensalis*) o a la vicuña austral (*V.v. vicugna*, Tabla 9.1).



FIGURA 9.1.
Vicuña austral muerta y descuerada por cazadores furtivos en la región de Antofagasta (fotografía: CONAF).

País	Individuos muertos o pieles identificadas	Años considerados	Subespecie de vicuña
Argentina	243	2012 – 2013	Austral
Bolivia	3.289	2008 – 2013	Norte y austral
Chile	219	Solo el año 2014	Austral
Perú	1.723	2009 – 2013	Norte
Total	5.465		—

Estos datos se basan solamente en los informes oficiales presentados al Convenio de la Vicuña, por lo cual se puede asumir que la cantidad real de animales cazados superaría ampliamente lo incautado. A modo de ejemplo, se señalan los antecedentes recopilados en el estudio caza furtiva y comercio ilegal de derivados de la vicuña realizado en Bolivia (VALE, 2014), que indican que solo para el año 2012, se habrían identificado 1.307 vicuñas muertas en 20 Municipios afectados de los Departamentos de La Paz, Oruro y Potosí, lo que representa en promedio el 8,3 % de la población de vicuñas existentes en dichos Municipios. A este número de vicuñas muertas identificadas en el campo, se le debiera sumar un porcentaje de las vicuñas equivalentes al volumen de fibra y sus productos identificados en el comercio ilegal, asumiendo que gran parte de esta fibra provendría de la caza furtiva, la que para el mismo año 2012, alcanzaría a un total de 2.901 vicuñas. En consecuencia solo para el año 2012, se podría estimar una mortandad de sobre las 3.000 vicuñas en Bolivia (Tablas 9.2 y 9.3). Cabe señalar, que gran parte de las poblaciones de vicuñas de la Provincia de Potosí en Bolivia, corresponden a vicuña austral.

TABLA 9.1.

Antecedentes caza furtiva de vicuña reportado en el Convenio de la Vicuña el año 2014

Fuente: Informes Nacionales a la XXXI Reunión Ordinaria del Convenio de la Vicuña, año 2014.

TABLA 9.2.

Relación de vicuñas muertas por caza furtiva tomando en cuenta sólo el número de registros de los municipios afectados, Bolivia, 2012 (VALE, 2014).

TABLA 9.3.

Resumen de comercio ilegal de fibra de vicuña y productos, Bolivia, 2012 (VALE, 2014).

Equivalencias: Manta 1kg; mantilla 0,5kg; chalina 0,120 kg y corbata 0,06 kg.

Departamento	Municipios afectados	Población de vicuñas en municipios afectados *	Número de vicuñas muertas	Vicuñas muertas respecto de la población (%)
La Paz	7	3.546	79	2,23
Oruro	8	8.522	794	9,32
Potosí	5	3.636	434	11,94
Total	20	15.704	1.307	Promedio 8,32

Detalle	Ferías	Tiendas	Internet	Total
N° Vendedoras	151	13	2	166
Fibra Bruta (kg)	180,25	—	18	198,25
Fibra Hilada (kg)	167	—	—	167
Manta (kg)	261	75	19	346
Mantilla (N°)	9	1	—	10
Chalina (N°)	3,2	—	0,12	3,32
Corbata (N°)	0,72	—	—	0,72
Total Vicuña (N°)	2.485	304	112	2.901
Impacto (US\$)	247.793	64.695	11.159	323.647

Comunidades manejadoras de vicuña	Caza furtiva
Kollpani	340
Relave	465
San Pablo	692
San Antonio de Lipez	426
Bonete Palca	116
Guadalupe	527
El Tholar	212
Río Mojón	137
Cerro Colorado	235
Santa Isabel	291
Total	3.441

TABLA 9.4.
 Datos de caza furtiva de la Asociación Regional de Manejadoras de Vicuña de Sud Lipez (VALE, 2014).

Por otra parte, en la provincia Sud Lipez de la Puna Boliviana, con presencia sólo de la subespecie de vicuña austral, la Asociación Regional de Manejadoras de Vicuña, cuenta con un registro del número de vicuñas identificadas muertas producto de la caza furtiva, que alcanza a 3.441 individuos, sin especificar el tiempo en que ocurrieron. Los datos presentados por la representante de esta Asociación muestran que en esa región la caza furtiva es constante (Tabla 9.4).

Los antecedentes señalados, indican una clara activación de la caza de la vicuña en la última década, afectando a ambas subespecies, generando un escenario de alta incertidumbre respecto de la efectividad de los procesos de conservación y manejo de la especie. Esto a pesar que en la década de los 80 y 90 la cacería se consideraba prácticamente erradicada en toda el área de distribución de la especie. Actualmente, la posibilidad de encontrar vestigios de caza está limitada por el escaso número de operativos de patrullaje que se realizan. Esto unido al hecho de que muchos eventos no estarían siendo reportados por los campesinos por temor a represalias de los cazadores furtivos (UICN, 2016), hace suponer que los eventos de cacería de vicuña serían mucho mayores a los acá mencionados.

Reacción de los países andinos y un nuevo enfoque

Esta situación ha generado alarma local e internacional, la que se tradujo en Resoluciones específicas tanto del Convenio de la Vicuña (Resolución N° 367/2015, XXXII Reunión Ordinaria, Antofagasta, Chile), que planteó nuevamente la inquietud “respecto al alarmante incremento de la caza furtiva de la vicuña en toda el área de distribución de los países, incluyendo poblaciones geográficamente aisladas de la vicuña austral en el caso de Chile, afectando a poblaciones relictas de distribución marginal aumentando su vulnerabilidad”. Ante esto, Argentina elaboró recientemente, una propuesta de Resolución para la 18ª Conferencia of the Parties (CoP) de la CITES, que se realizaría en Colombo, Sri Lanka, 2019, relativa a la Conservación de la Vicuña y el Comercio de su Fibra y Productos, en la que reitera en sus considerandos, entre otros, “con preocupación la existencia de comercio ilegal de fibra de vicuña y prendas confeccionadas con fibra de vicuña, posiblemente el proyecto más importante hasta la fecha relacionado con el uso sostenible de una especie incluida en la CITES; el Convenio para la Conservación y Gestión de la Vicuña ha expresado reiteradamente su preocupación sobre este comercio ilegal que compromete seriamente el éxito de los programas de gestión pioneros en Sudamérica y el resto del mundo”; e insta a las Partes, en sus numerario a) y c), entre otros, a que “adopten y apliquen la legislación pertinente y controles extensos para garantizar aplicación de la ley, incluidas las restricciones y sanciones al comercio nacional para reducir el comercio ilegal de fibra de vicuña”; y a “revisar su legislación y procedimientos administrativos con respecto a la caza ilegal para garantizar que se apliquen medidas eficaces de control y gestión”. Se espera que esta propuesta de Resolución sea aceptada por la Partes luego de su discusión durante la CoP.

De igual forma, en el Congreso Mundial de la Naturaleza (UICN, 2016) celebrado en Hawái, Estados Unidos el año 2016, se aprueba la moción N° 103 sobre “Conservación de vicuñas y comercio ilegal de su fibra”,

que señala, en lo medular, la preocupación por el alarmante aumento de la caza furtiva de vicuñas, donde se “*insta a los países del área de distribución de la vicuña y a los países importadores de prendas y fibra de vicuñas a realizar actividades de comunicación, sensibilización, capacitación, entre otras, con todos los actores, para poner fin a su comercio ilegal*”; así como también, llama a diferentes instancias internacionales de conservación “*a que establezcan las sinergias necesarias para garantizar el uso sostenible y conservación de la especie y el seguimiento de la moción*”.

Se puede afirmar que la situación actual de la caza furtiva, además de representar una amenaza sobre las poblaciones de vicuña, afecta significativamente el valor e imagen mundial de un proyecto de conservación y manejo, como ejemplo exitoso de recuperación de una especie que se encontraba al borde de la extinción, dados los esfuerzos coordinados de los Estados de su área de distribución y organismos internacionales de conservación. Esto debiera alertar sobre el efecto que tiene la cacería sobre los programas de uso sostenible de la vicuña en desarrollo, basados en la esquila de animal vivo y comercialización de su fibra o productos derivados para el beneficio de las comunidades altoandinas.

Importancia de la caza furtiva en el contexto de otras amenazas para la vicuña austral en Chile

Actualmente en el contexto de otras amenazas directas que afectan la conservación de la vicuña, la cacería sería de importancia media. En una recopilación de registros de amenazas para la vicuña austral en Chile, realizada desde el año 2010 hasta el presente, el mayor número de eventos correspondió a individuos con sarna (Vargas *et al.*, 2016, y Capítulo 10), mientras que la cacería sería de incidencia media al igual que los atropellos. Exceptuando por un registro masivo de caza furtiva reportada durante el año 2014, en general los eventos de esta amenaza son de baja frecuencia y con bajo número de individuos afectados, encontrándose en sectores cercanos a las fronteras. No obstante, se debe poner énfasis en que estaría afectando a poblaciones cuya densidad ya es baja.

Además, durante la elaboración del Plan de Conservación de la Vicuña Austral en Chile se realizó una completa revisión de las amenazas actuales que operan sobre esta subespecie (Capítulo 13). Se identificaron 11 amenazas directas sobre las poblaciones que fueron calificadas según un conjunto de criterios que incluyeron el alcance, magnitud y reversibilidad. La caza furtiva fue catalogada como de importancia media, junto con otras amenazas (Grimberg, 2018, y Capítulo 13).

A pesar de los 40 años de esfuerzos para la conservación de la vicuña, el significativo incremento poblacional logrado tanto en número como en extensión, y el avance en el control de sus amenazas, aún la especie se está viendo enfrentada a la intensificación de la presión antrópica sobre su hábitat y al resurgimiento del tráfico ilegal de la fibra de vicuñas esquiladas de animal muerto. Para este último, se requieren nuevos enfoques, desde lo científico (González *et al.*, 2016) hasta la coordinación interinstitucional e internacional (UICN, 2016). Por ello, los esfuerzos en torno a la conservación de la vicuña deben redoblar y entenderse como un factor de sustentabilidad e impulso al desarrollo socioeconómico y cultural para las

comunidades altoandinas, de forma de contribuir a mejorar el acceso de las comunidades locales e indígenas al beneficio del manejo de los recursos naturales presentes en el territorio, y compatibilizar el crecimiento del sector productivo, con equidad social, pertinencia cultural, y adecuada protección de los ecosistemas prioritarios y estratégicos involucrados.



Capítulo — 10

Tatio, Antofagasta, Chile.
Benito A Gonzalez.

Nuevas amenazas para la vicuña austral

Solange Vargas y
Cristian Bonacic

INTRODUCCIÓN

Identificar las amenazas críticas de un objeto de conservación es fundamental para luego priorizarlas y concentrar las actividades donde sean más necesarias (CMP, 2013). Se define como Amenazas directas a las “actividades o procesos humanos próximos que han causado, están causando o pueden causar la destrucción, degradación y/o deterioro de los objetos de conservación; las amenazas pueden ser pasadas (históricas), actuales y/o pueden ocurrir en el futuro” (Salafsky et al., 2008).

Se han descrito previamente algunas amenazas a las poblaciones de vicuña (*Vicugna vicugna*) en el norte de Chile (Galaz y González, 2003; Vargas et al., 2016), aunque menos énfasis se ha puesto en la subespecie *Vicugna vicugna vicugna* o la vicuña austral, cuyas poblaciones se encuentran desde la región de Tarapacá hasta la región de Atacama. El hábitat de la especie está parcialmente protegido por el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) y administrados por la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Se calcula que las poblaciones de vicuña austral para el territorio nacional serían de aproximadamente 3000 individuos (Capítulo 5), existiendo preocupación por la posible tendencia a la disminución de la población en los últimos años, principalmente en la región de Atacama. Debido a lo anterior, es necesario aumentar el conocimiento con respecto a la identificación de las amenazas que afectan a las poblaciones de la vicuña austral. Por ello el presente documento recopila y revisa los antecedentes sobre las amenazas actuales a la vicuña austral.

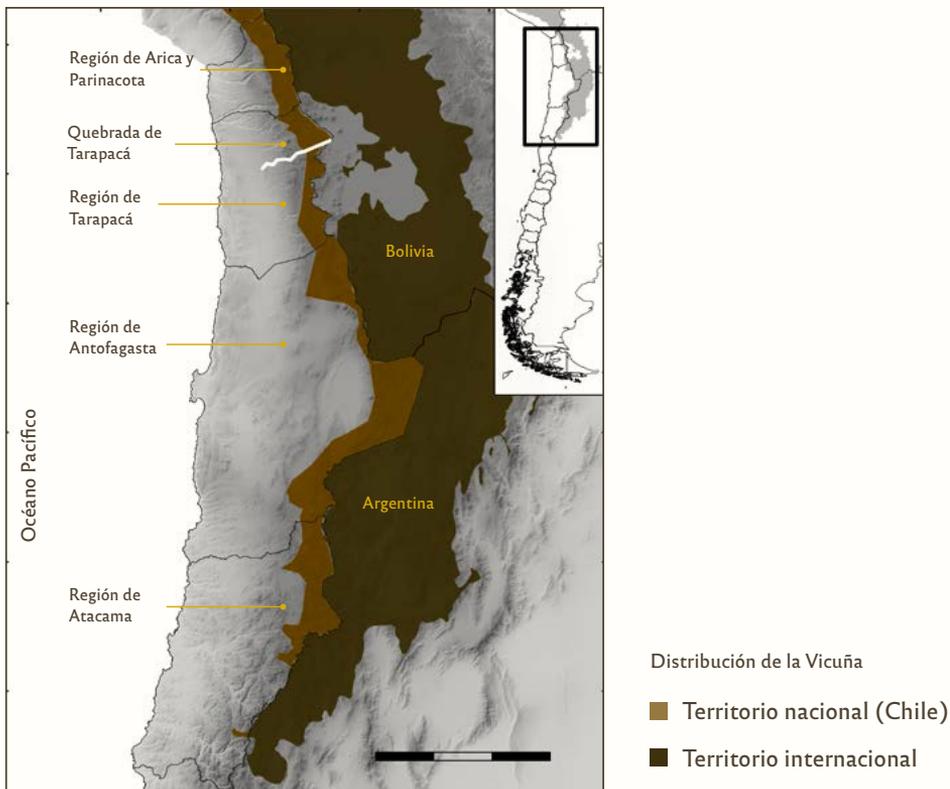
Recopilación de amenazas para la vicuña austral

Se realizó la recopilación de registros e información de amenazas para la subespecie austral en Chile a través de una revisión de 1) artículos de prensa desde el año 2010 hasta el presente; 2) registros y denuncias oficiales (Servicio Agrícola y Ganadero, SAG; Policía de Investigaciones, PDI; CONAF; y privados); y 3) información sobre denuncias (ataques, muertes, atropellos) de vicuña apoyadas con evidencia local desde comunidades locales y la aplicación móvil Catastro de Fauna Atropellada (Bravo *et al.*, 2018). Para evitar repetir eventos, se triangularon registros coincidentes y se complementaron las fuentes. Finalmente se discute esta información con respecto a los antecedentes conocidos sobre amenazas para la especie.

Para describir los eventos que estarían afectando a la especie se utilizó un breve análisis de contenido (Salafsky *et al.*, 2008), donde se codificaron los registros o eventos según las amenazas a la especie: i) caza ilegal, ii) atropellos (presencia de caminos y huellas), iii) ataques de perros (presencia de perros) y iv) sarna. También se registró el año y número de individuos afectados por cada evento. Se acotó geográficamente la búsqueda entre las regiones de Tarapacá (desde la Quebrada de Tarapacá) y la región de Atacama (Figura 10.1).

FIGURA 10.1.

Regiones con presencia de vicuña austral en Chile.



Amenazas actuales identificadas

Se detectaron 27 registros de muertes o daños a causa de las amenazas descritas para vicuña, correspondiente a 286 individuos afectados (muertos o con daño), distribuidos en las tres regiones donde se describe la presencia de la vicuña austral. Las categorías de amenaza identificadas para estos registros fueron: ataques de perros, atropellos, caza ilegal, y sarna (Figura 10.2). Solo a tres de los registros no se les atribuyó ninguna causa de muerte, por lo que se indica como causa de muerte no determinada (no incluidos en la Figura 10.2).

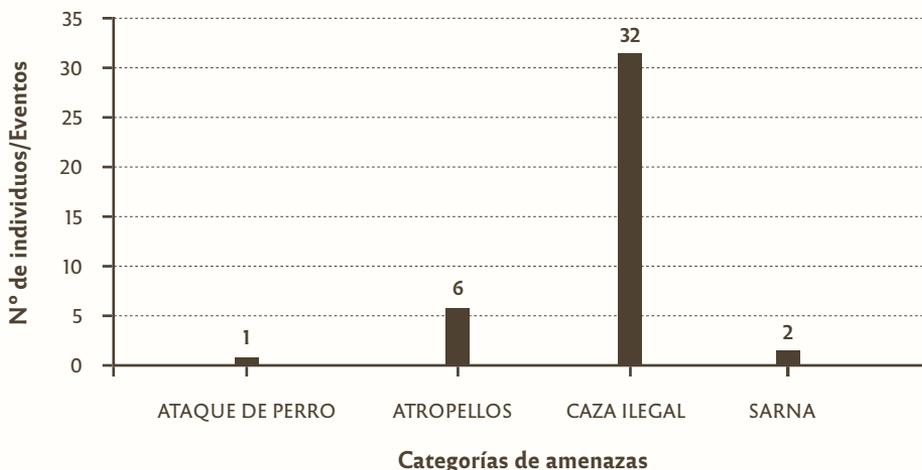


FIGURA 10.2.
Número de individuos afectados/eventos por categorías de amenazas

Los registros provinieron principalmente de áreas protegidas administradas por CONAF. Fuera de estas áreas el registro es ocasional y corresponde esencialmente a denuncias por organismos tales como SAG o PDI, y recientemente con la ayuda la aplicación móvil Catastro de Fauna Atropellada (dos registros para el año 2018) (Bravo *et al.*, 2018).

Espacialmente la región de Atacama presenta la mayor cantidad de registros, 14 eventos que corresponden al 59% del total. Estos fueron principalmente presencia de sarna (12) y en segunda instancia eventos de caza ilegal (2), pero con baja frecuencia. Se encontraron registros desde el año 2012 al presente, de manera continua y bien documentados. Por otra parte, la región de Tarapacá presentó un 26% de los eventos registrados desde el 2011 al presente. Estos corresponden principalmente a atropellos de individuos en caminos mineros o cercanías. También fue posible registrar eventos poco frecuentes de caza ilegal. En la región de Antofagasta en cambio, se colectaron seis eventos (2011-2016) sin registros recientes. Cuatro de los registros corresponden a hallazgos de grandes cantidades de individuos muertos por caza ilegal, donde los principales eventos se registraron el año 2014 y se halló un campamento con 168 pieles de vicuñas, entre otros. Sin embargo, el origen de las mismas es desconocido, siendo este sector cercano a la triple frontera Chile-Bolivia-Argentina. Precedente al hallazgo de

los fardos de pieles, las instituciones involucradas encontraron en varias ocasiones carcasas de vicuñas sin piel entre febrero y mayo del mismo año (Tabla 10.1).

TABLA 10.1.
Porcentaje de individuos afectados por categorías de amenazas y por región en el periodo 2010-2018.

Región	Categorías de amenaza	Individuos afectados (%)
Antofagasta		78,1
	Ataque de perro	0,4
	Atropellos	0,4
	Caza ilegal	77,4
Atacama		7,4
	Caza ilegal	0,7
	Sarna	6,7
Tarapaca		14,5
	Atropellos	13,8
	Caza ilegal	0,7

FIGURA 10.3.
Registro de individuo solitario con presencia de sarna, Parque Nevado de Tres Cruces, Atacama, en marzo 2016 (Fotografía CONAF, Atacama).



A continuación se describen las principales amenazas identificadas a través de la recopilación y se discuten considerando un trabajo reciente llevado a cabo por CONAF en conjunto con el apoyo de expertos, donde se evalúan las amenazas en base a su alcance, magnitud y reversibilidad, otorgándole prioridad (Tabla 10.2) (Capítulo 13).

Sarna

Un 44% por ciento de los registros corresponden a presencia de sarna en vicuña austral con el 100% de ellos registrados en Atacama. La presencia de sarna en camélidos silvestres ha sido reportada desde el año 2002 en la misma región (Zarate y Valencia, 2010). Para esta región se identificó la presencia de la sarna sarcóptica en guanacos (Bonacic *et al.*, 2014) y se estima que el mismo parásito estaría afectando otras poblaciones de vicuñas (Box 10.1). La sarna sarcóptica es una enfermedad infecciosa parasitaria altamente contagiosa producida por el ácaro *Sarcoptes scabiei*. Los principales registros para la vicuña austral provienen del Parque Nacional Nevado Tres Cruces, y dan cuenta de una permanencia de la enfermedad en la población. En este parque se monitorea visualmente la presencia de los individuos enfermos y se estima que anualmente se podrían registrar un número de 10 a 20 individuos con presencia de la enfermedad en diferentes estados (Figura 10.3). Según CONAF (ver Capítulo 13), a la sarna se le otorgó el segundo lugar dentro de las amenazas para la vicuña austral.

Si bien para la especie no parece existir un recrudescimiento de la enfermedad en la Región de Atacama, para el guanaco (*Lama guanicoe*) en

cambio, si es posible evidenciar un incremento de los individuos afectados durante fines del 2017 al presente, extendiéndose incluso a la región de Coquimbo.

Caza ilegal

El 26% por ciento de los registros corresponden a caza ilegal en las tres regiones donde se distribuye la subespecie. Sin embargo, excepto por un registro masivo el año 2014, por lo general los hallazgos se mantienen de baja frecuencia y con bajos números de individuos afectados. La mayoría de los registros datan entre el 2011 y el 2015, y desde fines de ese año al presente no se reportó ningún nuevo caso de caza furtiva para la vicuña austral (Figura 10.4). Históricamente la principal amenaza para vicuña en Chile ha sido la caza ilegal (Galaz y González, 2003; Nassar, 2015), debido al mercado negro de su piel para comercializar su fina fibra (Lichtenstein *et al.*, 2008). La permanencia de esta amenaza en la actualidad podría estar asociada al alto valor de la fibra de vicuña y el incentivo de compra de fibra ilegal en países vecinos. De hecho, los principales eventos que evidencian caza ilegal se encuentran en sectores cercanos a las fronteras. En el reciente trabajo de CONAF (2018) se identificó la caza ilegal como de impacto “medio” para la subespecie (Capítulo 13).



FIGURA 10.4.
a) animal encontrado en Reserva los Flamencos, año 2013 (Fuente: CONAF) b) Hallazgo de campamento para matanza de vicuñas, Antofagasta, 2014, Fuente: Biobio.cl



FIGURA 10.5.
Vicuña cruzando la ruta internacional 31 CH (Fotografía: Alberto Peña)

FIGURA 10.6.
Ataque de perro en Laguna Miscanti, Antofagasta (Fotografía: CONAF)

Atropellos por paso de vehículos

Un 26% por ciento de los eventos recopilados entre el 2010 y el 2018 corresponden a atropellos por paso de vehículos. Estos registros equivalen a un total de 40 individuos muertos registrados entre el 2011-2018 principalmente en la región de Tarapacá, en las cercanías de faenas mineras. De estos 40 registros, dos corresponden a registros recientes (julio-agosto 2018) en la misma región. La presencia de caminos o huellas en hábitat de la vicuña austral constituyen una amenaza debido a las muertes ocasionadas por atropellos o colisión, sin embargo esto ha sido documentado solo de manera reciente y muchos casos pueden ser de difícil cuantificación (Figura 10.5) (Mata *et al.*, 2016). En la reciente clasificación de CONAF (2018), la presencia de caminos o huellas es evaluada como de impacto “medio” para la vicuña austral (Capítulo 13). Plataformas para colecta de información con ciencia ciudadana, como es el caso de “Fauna impactada en las carreteras y caminos de Chile” (Bravo *et al.*, 2018) pueden ser de gran ayuda para coleccionar información fuera de las áreas protegidas (2 registros del año 2018).

Presencia y ataques de perros

Se registró un solo evento de ataque de perros a vicuña austral durante el año 2011, denunciado por la comunidad local en Laguna Miscanti, Reserva Los Flamencos, región de Antofagasta. Este evento fue comprobado por personal de CONAF (Figura 10.6). Los ataques de perros (daño asociado a especies problemáticas, Salafski 2008) a la vicuña austral no han



sido documentados hasta el presente y este parece ser el único evento de este tipo registrado hasta el momento. Esto es coincidente con el análisis realizado por CONAF (2018) donde se identifica a esta amenaza de impacto “bajo” (Capítulo 13).

A continuación se resume el número de registros por tipo de causa de muerte de la vicuña austral (Figura 10.7).

Otras amenazas

Las amenazas descritas dan como resultado un total de 11 amenazas



FIGURA 10.7. Eventos (%) por categoría de amenazas en el periodo 2010 al 2018.

directas a las poblaciones de esta subespecie. En este listado priorizado destaca: la extracción de aguas y las enfermedades de fauna silvestre (sar-na), como las de mayor incidencia, seguidos por la presencia de caminos y huellas; caza ilegal; desarrollo de obras civiles; presencia de especies invasoras (i.e. burros), presencia de camélidos domésticos; presencia de ganado (mayor y menor); contaminación de cuerpos de agua; intrusión y perturbación humana y presencia de perros. Este documento además incorpora al cambio climático como una amenaza, pero señala que “si bien es altamente probable que esté causando un impacto perjudicial en los ecosistemas frágiles donde habitan las vicuñas, no se cuentan con estudios que confirmen esta hipótesis”. De esta lista priorizada solo fue posible recopilar en el presente análisis evidencia de daño o muerte de individuos para cuatro de ellas.

Un brote de sarna sarcóptica diezma las vicuñas del Parque Nacional San Guillermo, Argentina

Hebe Ferreyra,
Emiliano Donadío y
Marcela Uhart

dolor. En etapas avanzadas hay pérdida de pelo, engrosamiento de la piel con profundas fisuras e infecciones secundarias (Figura 10.1.1).

La sarna sarcóptica es una enfermedad de la piel, altamente contagiosa y potencialmente letal ocasionada por el ácaro *Sarcoptes scabiei*. Este ácaro presenta distintas variedades adaptadas a diferentes hospedadores domésticos y silvestres incluyendo al humano. La enfermedad se caracteriza por causar irritación e inflamación de la piel, intensa picazón y



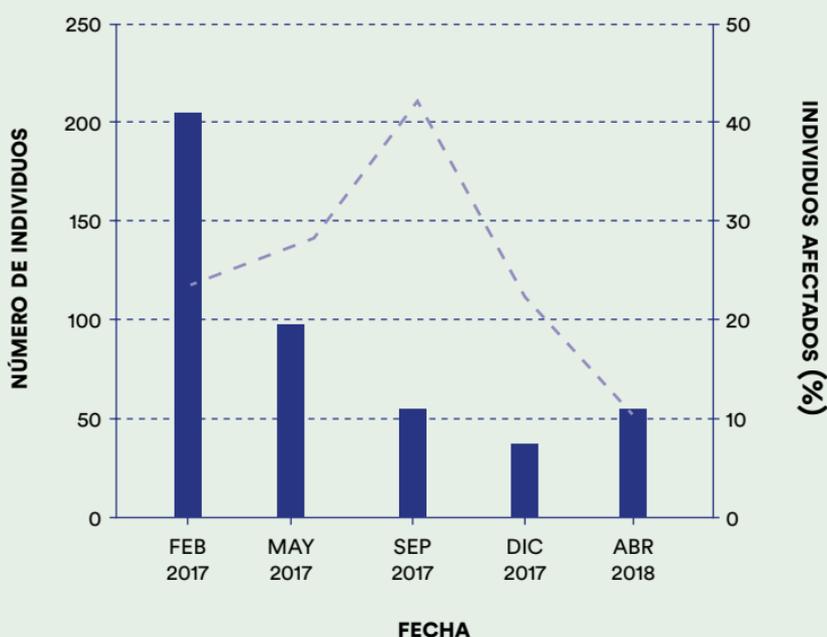
FIGURA 10.1.1.

Lesiones de sarna en vicuñas. Se observan pérdida de fibra corporal en vientre e ingle (der) y lesiones crónicas severas en el área perineal (izq). (Fotos Hebe Ferreyra).

La muerte sobreviene por debilidad progresiva, incapacidad para alimentarse, y mayor susceptibilidad a la depredación (Bornstein *et al.*, 2001). La sarna sarcóptica suele presentarse en forma de brotes o epidemias que pueden causar severas declinaciones poblacionales (80-90%) en especies amenazadas, como se ha visto en bóvidos alpinos como el rebeco (*Rupicapra rupicapra*) y el ibex (*Capra ibex*) (León-Vizcaíno *et al.*, 1999; Rossi *et al.*, 2007). Particularmente en camélidos sudamericanos, existen registros históricos de vastas mortalidades por epidemias recurrentes de sarna sarcóptica entre 1544 y 1839 (Bornstein, 2010). A pesar de representar una clara amenaza para la conservación de vicuñas (*Vicugna vicugna*) y guanacos (*Lama guanicoe*), la información actual sobre la distribución e incidencia de la sarna en estas especies es escasa. El Parque Nacional San Guillermo (PNSG) abarca 166.000 ha y constituye la zona núcleo de la Reserva de Biosfera San Guillermo de 981.460 ha de extensión. Ubicada en el noroeste de la provincia de San Juan, esta reserva protege importantes poblaciones de vicuñas en el límite de distribución sur de la especie. En septiembre de 2014 se diagnosticó por primera vez sarna sarcóptica en guanacos y vicuñas en el PNSG. La enfermedad se

propagó rápidamente; datos preliminares muestran que el porcentaje de cadáveres de camélidos ($n = 392$) con lesiones de sarna aumentó de 5 a 90% en 24 meses. Esta rápida expansión fue acompañada por una reducción sustancial en las densidades de camélidos en el parque. Comparada con valores del año 2013 (pre-brote), la densidad de guanacos en febrero-marzo de 2017 fue ~ 95% menor. Durante el mismo periodo, la densidad de vicuñas disminuyó entre el 55 y el 98% en al menos dos sitios del parque (Donadio y Perrig, 2017). Para febrero del 2017, la sarna afectaba al 68% de las vicuñas remanentes en algunos sectores. Los relevamientos sanitarios posteriores, y hasta abril 2018, siguieron mostrando prevalencias elevadas solapadas con mermas significativas en los números de animales avistados (Figura 10.1.2) (Ferreira, 2018).

Entre los factores responsables del brote se está investigando la introducción de llamas (*Lama glama*) desde Jujuy y Catamarca, Argentina, en el marco de un programa de incentivo ganadero de la provincia de San Juan. La comparación del linaje y parentesco de los ácaros recuperados de vicuñas muertas y llamas vivas en su sitio de origen permitirá evaluar esta hipótesis. El impacto de la sarna sobre los camélidos del PNSG es inédito por su intensidad y efectos numéricos. Este caso evidencia que algunas enfermedades, comúnmente subestimadas en sus inicios, tienen el potencial de diezmar poblaciones con profundos efectos a nivel de comunidades y ecosistemas. El monitoreo continuo del brote en curso proveerá información crítica sobre la respuesta de las poblaciones de camélidos silvestres a la sarna, además de conocimiento sobre la capacidad de resiliencia del sistema que estos camélidos habitan.



Conclusión

Todos los factores que amenazan las poblaciones de vicuña austral aquí reportados son coherentes con lo descrito para la especie anteriormente (Lichtenstein *et al.*, 2008; Galaz y González, 2003; Vargas *et al.*, 2016). Del total de las 11 amenazas directas a las poblaciones de esta especie identificadas por CONAF (Tabla 10.2), acá se describieron solo cuatro de ellas para las cuales fue posible recopilar evidencia de daño o muerte de individuos, pero coherentes con la priorización identificada por CONAF. La presencia de enfermedades como la sarna es en la actualidad una de las principales preocupaciones para la vicuña austral. La región de Atacama presenta el mayor riesgo potencial de contagio de la enfermedad y constituye además el rango de distribución sur de la subespecie. A pesar de que la sarna en la vicuña austral pareciera no extenderse mayormente, los registros actuales evidencian un importante avance de la presencia de sarna en guanacos, lo que podría significar una fuente de contagio para la vicuña. Los registros actuales de guanacos afectados por sarna se encuentran en el sector del Indio, Valle del Elqui, Región de Coquimbo (González, com. pers. 2018). Casos similares de sarna en vicuña se han registrado en la Reserva de Biósfera San Guillermo (San Juan, Argentina) desde el 2014 (fecha en la cual se comenzó a evidenciar de manera importante la enfermedad, Box 10.1).

La caza ilegal, amenaza histórica de la especie, se mantiene con baja frecuencia a lo largo de toda su distribución. Se carece de registros recientes de caza ilegal, sin embargo esto no significa un cese de la actividad, sino más bien puede estar relacionado con dificultades en la fiscalización y/o sistematización de la información asociada a esta amenaza.

Amenazas más recientes para la vicuña austral son la presencia de caminos y perros, donde aún poco sabemos de los reales impactos que estos podrían tener en las poblaciones. El único registro de ataque de perro a vicuña austral registrado ocurre en poblados altoandinos, con consecuencias fatales. Si bien no se tienen más registros sobre este tipo de eventos, no se descarta que estos puedan aumentar si la problemática en torno a los perros no es controlada en sectores rurales. El caso de las muertes de guanacos en el Parque Nacional Llanos de Challe por ataques de perros son evidencia de la gravedad de esta situación para camélidos silvestres en áreas silvestres protegidas.

Con respecto a los atropellos asociados a caminos, los registros aquí mostrados señalan que estos ocurren principalmente dentro o cerca de faenas mineras. Si bien esto ha sido abordado y reducido en algunos casos (Mata *et al.*, 2016), los registros realizados gracias a la plataforma “Catastro de Fauna Atropellada” (Bravo *et al.*, 2018) dan cuenta que un tema que aún debe ser resuelto, especialmente en sectores donde el hábitat de la especie coincide con faenas mineras.

Al presente no existe un protocolo uniforme de colecta de amenazas en las ASP, menos aún fuera de ellas. Por lo que una parte de la información no es registrada debidamente (con fechas, coordenadas, descripción, registros fotográficos) y no ingresa a los registros oficiales. Por lo cual estos registros podrían estar subestimando las verdaderas amenazas a la especie. Sin embargo, vale destacar que se han mejorado los esfuerzos de colecta de estas amenazas, especialmente en la región de Atacama.

De las amenazas descritas aquí, probablemente las de más difícil

detección pueden ser la caza furtiva y la sarna. Si bien los registros de sarna, principalmente en Atacama, son permanentes y repetidos gracias a los monitoreos, se desconoce si los individuos afectados son los mismos registrados en eventos anteriores. Lo que no permite evaluar bien la dinámica de la enfermedad. Cuando la enfermedad está en estados tempranos es posible que no se advierta su presencia a simple vista, por lo que los registros de sarna serán visibles solo en animales muy afectados. Por otra parte, las detecciones de individuos muertos por caza furtiva pueden ser más bien azarosas y difíciles de detectar. Lo cual puede estar en función de los monitoreos, la extensión del área a cubrir, la capacidad de denuncia, y otros factores.

Por otra parte, los registros de amenazas a las poblaciones de vicuña austral aquí presentados podrían incrementar de considerarse de manera exhaustiva las denuncias o registros de privados o comunidades locales. De aquí la importancia de sistematizar la colecta de esta información en las áreas protegidas o con la ayuda de las plataformas modernas para colecta de información con ciencia ciudadana, como es el caso de “Fauna impactada en las carreteras y caminos de Chile” (Bravo *et al.*, 2018). La cuantificación de este tipo de amenazas podría apoyar la implementación de acciones prioritarias. Fuera de las áreas protegidas la información es escasa o nula, dispersa y de variable calidad. Además probablemente los registros de las amenazas en dichos sectores están subestimados, lo que no permite evaluar el impacto de dichas amenazas. En las ASP es importante que se incorporen la colecta de registros de amenazas como actividades regulares y no como eventos ocasionales.

Las amenazas actuales que sufren las poblaciones de la vicuña austral han cambiado con respecto a las amenazas históricas de las cuales se tenían antecedentes bibliográficos. Si bien la caza ilegal es aún una amenaza permanente, su frecuencia y severidad podrían depender de factores externos y/o sujetos al valor en el mercado internacional de la fibra de vicuña. Sin embargo, la presencia de sarna, los atropellos asociados a caminos y los ataques debido a presencia de perros en sectores rurales son amenazas recientemente documentadas y con potencialidad de incrementar en algunos casos. Sin embargo, la colecta de estos registros puede ser la única aproximación disponible para poder evaluar la importancia de las amenazas para la especie. Aquí radica la importancia de llevar una buena base de datos y colectas de estos eventos, que nos permitirán dirigir los esfuerzos de conservación en los factores críticos de amenaza a la especie.

Finalmente, el abordaje y manejo de estas amenazas debe ser con esfuerzos interinstitucionales y con alcances a la comunidad local (particularmente con respecto a perros). Un mejor registro y seguimiento espacio-temporal de las amenazas nos permitirá realizar propuestas entendiendo mejor las causas y los patrones de las mismas, en pro de la conservación de las poblaciones de vicuña austral.

Agradecimientos

Agradecemos a CONAF y SAG quienes nos brindaron gran parte de los registros acá presentados. Igualmente agradecemos a la plataforma de ciencia ciudadana “Fauna impactada en las carreteras y caminos de Chile” por compartir valiosa información. Agradecimientos al Proyecto Fondap 15110006 (Centro interdisciplinario de estudios interculturales e indígenas, ICIS) y CCIRA (Estudio poblacional de camélidos silvestres para su conservación como patrimonio cultural y turístico de la región de Atacama) y Ana Muñoz que contribuyó con comentarios a las versiones preliminares del artículo y a los editores.



Capítulo — 11

Laguna Santa Rosa, Atacama, Chile.
Benito A Gonzalez.

Estado de conservación de la vicuña: análisis histórico, situación actual y perspectivas de futuro

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia numerosas especies se han extinguido como parte de un proceso natural en la evolución. El impacto de asteroides, erupciones volcánicas o cambios climáticos bruscos en la Tierra se citan como fenómenos naturales responsables de extinciones en masa. Uno de los episodios más célebres en el imaginario colectivo es la extinción de los dinosaurios en el Cretácico-Paleógeno, hace aproximadamente 65 millones de años. Acontecimiento que representa la quinta gran extinción. En la actualidad, la destrucción de hábitats, la sobreexplotación de especies, la contaminación ambiental, las especies invasoras, el cambio climático y las interacciones entre estos factores están causando una pérdida acelerada de la biodiversidad y la disrupción de una gran cantidad de interacciones ecológicas que aseguran el buen funcionamiento de los ecosistemas. Así, la tasa de extinción de especies de vertebrados en el último siglo es 100 veces superior a la tasa de extinción normal o de fondo de los últimos 2 millones de años (Ceballos *et al.*, 2015). Aún más, según un informe de la WWF (2016), las poblaciones de vertebrados han disminuido un 58 % entre 1970 y 2012. Incluso especies catalogadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como de Preocupación Menor están sufriendo un declive tanto en el tamaño y tendencia de sus poblaciones como en su área de distribución. Por eso, no es de extrañar que desde hace más de una década la comunidad científica advierta que nos encontramos inmersos en plena sexta extinción en masa, e inste a que se adopten medidas urgentes de conservación. Y la razón es muy sencilla; a diferencia de las grandes extinciones anteriores, en ésta el ser humano es el principal responsable (Barnosky *et al.*, 2011).

La cara más amable de este dramático fenómeno la encarnan numerosos científicos, instituciones y organismos nacionales e internacionales y organizaciones conservacionistas como la UICN, quienes desde hace décadas tratan de revertir esta dramática situación. Pese a todo, una parte importante de las especies antaño amenazadas se han extinguido y las que en estos momentos presentan algún grado de amenaza tampoco tienen un futuro muy promisorio (Barnosky *et al.*, 2011).

La historia de la vicuña (*Vicugna vicugna*, Molina, 1782) ofrece una de esas escasas experiencias exitosas de como gracias a las políticas de conservación y del empeño de científicos y naturalistas se consigue revertir la situación de una especie que se encuentra al borde de la extinción, logra recuperarse y pasar a ser gestionada mediante fórmulas de explotación sostenible para el aprovechamiento de su fibra por parte de comunidades locales. Así, la suma de esfuerzos nacionales y la coordinación y cooperación internacional situaron a América Latina como referente en programas de conservación de fauna silvestre. Hecho que, dicho sea de paso, merece especial reconocimiento, dadas las vicisitudes políticas, sociales y económicas que recorrían el continente en aquellas décadas.

En la anterior evaluación global de la Lista Roja de la UICN (2008), la vicuña fue clasificada como de *Preocupación Menor* (Lichtenstein *et al.*, 2008) de acuerdo con las Categorías y Criterios de la UICN (UICN, 2001), dada su amplia distribución, tamaño poblacional creciente a escala continental y la presencia en varias áreas protegidas de Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador y Perú. En la reevaluación que acaba de ser publicada (una década después de la anterior evaluación), la vicuña sigue estando catalogada como de *Preocupación Menor* (Acebes *et al.*, 2018). Sin embargo, es importante poner de relieve la existencia de diferencias entre las poblaciones de los distintos países, tanto en su área de ocupación, tamaño y tendencias poblacionales, como por el tipo y grado de amenaza que soportan. De igual forma, este cuadro diferencial también tiene su correlato en las dos subespecies descritas para la especie: la vicuña norteña (*V. vicugna mensalis*, Thomas, 1917), presente en Ecuador, Perú, Bolivia y Chile, y la vicuña austral (*V. vicugna vicugna*, Molina, 1782), que habita en Bolivia, Chile y Argentina (Capítulo 4). De hecho, algunas de las amenazas que avocaron a la especie hasta casi su extinción en la década de los 60 del pasado siglo, sumado a nuevas amenazas, podrían arrastrar a la especie a situaciones pretéritas indeseadas; esto es, a estar clasificada bajo alguna de las categorías de amenaza de la UICN (*Vulnerable*, *En Peligro* o *En Peligro Crítico*). Así, la caza indiscriminada, el desarrollo de actividades extractivas como la megaminería, enfermedades como la sarna, cuya prevalencia resulta preocupante en algunas poblaciones, o los efectos del cambio climático sobre los -ya de por sí- frágiles ecosistemas altoandinos, son motivo de preocupación en la actualidad, especialmente sus efectos sinérgicos (Acebes *et al.*, 2018).

A lo largo de este capítulo analizaremos el estado conservación de esta especie emblemática de la Cordillera de los Andes, moradora de espacios y paisajes caracterizados por una rigurosidad ambiental extrema, cuya persistencia, casi desaparición, recuperación y estado de conservación y manejo actuales no puede entenderse si no es por la relación secular que ha mantenido desde tiempos inmemoriales con el ser humano. Para ello, primeramente exploraremos el posible estado de conservación de la vicuña

desde que se tienen los primeros registros hasta mediados del siglo XX, cuando la especie estuvo al borde de la extinción. Seguidamente, analizaremos las acciones y regulaciones emprendidas encaminadas a revertir esta situación. A continuación, examinaremos las sucesivas clasificaciones de la especie de acuerdo con las categorías y criterios de la UICN, tanto a nivel global como a escala de país. Posteriormente, resumiremos los aspectos más importantes recogidos en la última evaluación de la especie a escala global (Acebes *et al.*, 2018). Por último, efectuaremos una propuesta de Clasificación Regional de las dos subespecies a escala continental y, someramente, a escala nacional.

Perspectiva histórica del estado de conservación de la especie: la vicuña como recurso

El periodo pre-incaico

A diferencia de la mayoría de ungulados de interés agropecuario, cuyo interés radica en su valor como recurso económico y de subsistencia, la vicuña representa además un importante valor cultural, simbólico y religioso para los distintos grupos étnicos moradores de los Andes Centrales desde épocas ancestrales. Las evidencias arqueológicas muestran cómo estos primeros pobladores, de tradición cazadora-recolectora, cazaban vicuñas hace 11.000 años para el aprovechamiento de su carne como alimento, los huesos para fabricar instrumentos y el cuero y fibra para vestirse (Flores-Ochoa, 1994). Pero las vicuñas también aparecen en muchas representaciones pictográficas, lo que da una idea de la dimensión simbólica y religiosa de la vicuña para aquellos primeros pobladores. Resulta difícil realizar estimaciones del impacto que la caza tuvo sobre las poblaciones de vicuña, puesto que seguramente no fue uniforme entre etnias. Probablemente esta no habría representado una gran amenaza para la vicuña debido a la baja densidad de población humana, a pesar de su alto grado de dependencia de la especie. Posteriormente, con el advenimiento de sociedades agrosilvopastorales alrededor de 1800 a.C., la introducción de la agricultura, y la domesticación de los primeros animales, el grado de dependencia sobre la vicuña se redujo (Yacobacio, 2009) y, por tanto, la presión de caza.

El periodo incaico

El Imperio Inca fue el estado más amplio en la América precolombina, extendiéndose desde el norte de Ecuador hasta el centro sur de Chile y Argentina. Esta área corresponde en buena medida con lo que podría ser la distribución de la vicuña en la época prehispánica. Así, la vicuña desempeñó un papel destacado en su organización social y económica, pero también en su cosmovisión. De acuerdo con las crónicas de Garcilaso de la Vega (1609), en este periodo se introducen normas legales y ordenanzas relativas a la caza y aprovechamiento de la especie (*Cacerías Reales*) por parte de una autoridad política superior, el Inka (Yacobacio, 2009). Entre todas estas regulaciones destaca el *chaku*, una forma de explotación colectiva consistente en el arreo, esquila y liberación de los animales de la que formaban parte centenares e incluso miles de personas, gozando de gran popularidad. Como parte del proceso litúrgico, el *chaku* iba precedido de

ofrendas a las deidades protectoras de la fauna silvestre, siendo el usufructo para beneficio de las élites del estado (Laker *et al.*, 2006). El *chaku* se llevaba a cabo cada cuatro años y ha llegado hasta nuestros días como ejemplo de una forma de manejo racional que no amenaza a la conservación de la especie. Es difícil precisar el número de vicuñas que eran capturadas para esquila, que en el siglo XV podría rondar entre 30.000 y 40.000 (Flores-Ochoa, 1994) y cuántas de éstas eran sacrificadas, pero la idea más extendida es que esta forma de explotación no producía importantes mermas en las poblacionales de vicuña. Se estima que la población de vicuñas antes de la conquista española podría rondar entre 1,5 y 2 millones de vicuñas en el periodo precolombino (Flores-Ochoa, 1994; Laker *et al.*, 2006).

La conquista española y el declive de las poblaciones de vicuña

Con la llegada de los españoles a Sudamérica se produjo un incremento en la explotación de pieles y fibra de vicuña para satisfacer las necesidades de las nuevas autoridades, cuya incidencia sobre el estado de conservación de la especie fue inmediata. Ya en el siglo XVI algunas crónicas señalan el impacto que la caza indiscriminada tenía sobre las poblaciones de vicuñas. En el siglo XVIII, el oneroso comercio de la fibra de vicuña impulsa la exportación de miles de pieles y fibra desde Buenos Aires con destino a España y a los mercados europeos. La caza y comercio incontrolados continuaron durante todo el siglo XIX, pese a los esfuerzos y medidas que introdujo por ejemplo Simón Bolívar con la llegada de la Independencia de Perú en 1825 (Yacobaccio, 2009). Hasta pasado el medio siglo XX, la caza y exportación de fibra de vicuñas continuó de forma incontrolada, llevando a la especie al borde de la extinción a finales de la década de los 60. De hecho, algunas estimaciones apuntan a que las poblaciones de vicuña se redujeron a tan sólo unos 10.000 animales en Perú y poco más de 2.000 distribuidos entre Bolivia, Argentina y Chile (Laker *et al.*, 2006).

Regulaciones y acciones de conservación: de la protección absoluta al aprovechamiento de la especie

Perú fue el primer país en reaccionar ante la delicada situación de conservación por la que atravesaba la especie. Gracias al apoyo y financiamiento internacional, el país lideró una serie de medidas y acciones entre las que destaca la creación de la Reserva Nacional Pampa Galeras en 1967. Hoy en día este área protegida (rebautizada como Pampa Galeras-Bárbara d'Achille en honor a la periodista y ecologista Bárbara d'Achille) simboliza un hito en la conservación y recuperación de la vicuña. En 1969 Bolivia y Perú firmaron el *Convenio para la Conservación de la Vicuña*, al que posteriormente se adhirieron Argentina (1971) y Chile (1972). Con la firma del convenio se prohibió su caza y el comercio internacional de subproductos de la vicuña, y se impulsó la creación de áreas protegidas donde residía la especie, como el Parque Nacional Lauca (1970) en Chile, la Reserva Nacional Ulla-Ulla (1972) en Bolivia (actualmente parte del Área Natural de Manejo Integrado Apolobamba) o la Reserva Provincial San Guillermo (1972) en Argentina. Asimismo, se instó a los países signatarios de Convenio a

desarrollar planes de acción para su conservación (McNeill et al., 2009). A este paquete de medidas se sumaron dos regulaciones de gran calado. En 1973 Estados Unidos promulgó la *Ley de Especies Amenazadas* (ESA), que obligaba a los gobiernos federales y estatales a conservar y proteger a las especies amenazadas o en peligro de extinción dentro de sus fronteras y en sus territorios periféricos. En dicha ley quedaba recogida la vicuña, prohibiendo por tanto la comercialización nacional e internacional de sus subproductos. Esta medida proteccionista fue importante, puesto que Estados Unidos importaba cantidades nada despreciables de fibra de vicuña. Asimismo, en 1975 entró en vigor la *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres* (CITES), en el que quedaba recogida la vicuña. Inicialmente todas las poblaciones de vicuña fueron incluidas en el Apéndice I, lo que implicaba la total prohibición del comercio internacional de fibra y de otros subproductos de la especie. Otro hecho reseñable en esta década fue la fundación en 1971 del Grupo de Especialistas en Camélidos Sudamericanos (GECS) cuyo devenir está íntimamente ligado a la conservación e investigación de guanacos y vicuñas (Torres y Puig, 2012).

La rápida recuperación de la especie gracias a la férrea protección devino en la ratificación en 1979 de un segundo convenio, el *Convenio para la Conservación y Manejo de la Vicuña*, suscrito entre Perú, Bolivia, Chile y Ecuador (y actualmente en vigor), al cual se adhirió Argentina en 1988. En su artículo 1º el Convenio recoge lo siguiente:

“Los gobiernos signatarios convienen en que la conservación de la vicuña constituye una alternativa de producción económica en beneficio del poblador andino y se comprometen a su aprovechamiento gradual bajo estricto control del Estado, aplicando las técnicas para el manejo de la fauna silvestre que determinen sus organismos oficiales competentes”.

Es decir, este acuerdo reconocía a los pobladores andinos como principales beneficiarios del aprovechamiento de la vicuña, al tiempo que persistía la prohibición de la caza y comercialización ilegal de la vicuña y sus productos derivados. Este nuevo escenario de aprovechamiento no consuntivo de la especie se articulaba bajo la lógica del Conservación comunitaria de la vida silvestre (de inglés *community-based conservation paradigm* sensu Hulme y Murphree, 2001), paradigma que daba sus primeros balbuceos a principios de la década de los 80 del pasado siglo (Berkes, 2004). De esta manera, la conservación y gestión de la vicuña se convertía *de novo* en una experiencia innovadora a nivel mundial, pese a gozar de escasa repercusión en la literatura científica anglosajona. Desde esta perspectiva, se abría un abanico de posibilidades, pero también surgían nuevos desafíos de conservación; ¿podrían por ejemplo generarse incentivos económicos para los pobladores andinos sin que ello comprometiera la conservación de la especie y de sus hábitats?

En 1987, durante la Sexta Conferencia de Partes (COP) de la CITES, varias poblaciones de Perú y Chile pasaron al Apéndice II, que permitía, bajo estrictas regulaciones entre los países exportadores e importadores, el

comercio de fibra y productos derivados de vicuña (Box 12.1). En 1994, fueron transferidas las poblaciones peruanas que hasta entonces permanecían en el Apéndice I. En 1997 se incluyeron las poblaciones de Jujuy (Argentina) y las que se criaban en cautividad, junto con algunas poblaciones de Bolivia. En 2002 se trasladaron las poblaciones de Catamarca (Argentina) y el resto de las poblaciones bolivianas. De esta manera, las comunidades locales andinas comenzaron a cosechar fibra de vicuñas en vivo, mientras que la exportación e importación de fibra y el comercio de productos derivados de vicuña se permitieron bajo estrictas regulaciones (Franklin, 2011). Actualmente todas las poblaciones de Perú, Bolivia y Ecuador, las poblaciones del norte de Chile (I Región; *V. v. mensalis*) y las poblaciones de las provincias de Jujuy y Catamarca (Argentina) están incluidas en el Apéndice II de la CITES. Las restantes poblaciones están incluidas en el Apéndice I.

En 1982, 15 años después del inicio del programa de protección en Perú, se estimó que la población de vicuñas en aquel país había alcanzado los 62.000 individuos (Franklin, 1982). Una década después la población peruana ascendía a 149.500 animales y a 276.462 en los cuatro países andinos. Los decididos esfuerzos de conservación estaban resultando fructíferos.

Resumiendo, el éxito en la conservación de la especie en la década de los 80-90 descansa en tres hitos:

- ~ La respuesta institucional en materia de conservación y de regulación de cada uno de los países donde habita la especie.
- ~ La coordinación y cooperación multilateral entre los países vicuñeros, primeramente con la firma del Convenio para la Conservación de la Vicuña y posteriormente del Convenio para la Conservación y Manejo Sustentable de la Vicuña (1979).
- ~ La inclusión de la vicuña en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

Historia de las Categorías de Conservación de la Vicuña de la UICN

Clasificación global

Un actor también importante en la conservación de la vicuña en el ámbito supranacional fue la UICN (Vilá, 2011), organización fundada en 1948 en la ciudad francesa de Fontainebleau. La UICN está compuesta por más de 1.300 miembros, incluyendo Estados soberanos, agencias gubernamentales y organizaciones de la sociedad civil y en la que participan más de 10.000 expertos voluntarios. Su principal objetivo es evaluar el estado de conservación de la naturaleza en relación con las amenazas causadas por el hombre, e impulsar acuerdos y leyes nacionales e internacionales para su protección (<https://www.iucn.org/>). Un hito reseñable fue la creación de la Lista Roja de Especies Amenazadas en 1964. La Lista Roja es la fuente más completa y exhaustiva sobre la biología y el estado de conservación de plantas, animales y hongos a escala global, exceptuando los microorganismos (Vié et al., 2008). Asimismo, sus Categorías y Criterios de conservación están ampliamente reconocidos como el sistema más objetivo y fidedigno disponible para evaluar el riesgo de extinción global de las especies (Mace et al., 2008;

Vié et al., 2008). Tres décadas después de su creación, en 1994, se sentaron las bases de las Categorías y Criterios de la Lista Roja (IUCN, 1994). Hoy en día se emplea una versión actualizada, que cuenta con nueve categorías y cinco criterios cuantitativos (versión 3.1., UICN, 2001). La UICN es también responsable de los Libros Rojos de Especies Amenazadas.

La vicuña fue catalogada por primera vez en 1982 como *Vulnerable* (IUCN, 1982), a pesar de que ya a principios de la década de los 80 la especie mostraba claros síntomas de recuperación. La Lista Roja entonces contaba con siete Categorías (Extinto, En Peligro, Vulnerable, Raro, Indeterminado, Fuera de Peligro, Insuficientemente Conocido), y la categoría Vulnerable significaba que:

El taxón podría pasar a la categoría 'En peligro' en el futuro cercano si los factores causales continúan operando. Se incluyen los taxones de los cuales la mayoría o todas las poblaciones están disminuyendo debido a la sobreexplotación, la destrucción extensa de hábitat u otras perturbaciones ambientales; taxones con poblaciones que se han visto seriamente mermadas y cuya seguridad última aún no se ha asegurado; y taxones con poblaciones que todavía son abundantes pero están bajo la amenaza de factores adversos severos en toda su área de distribución (IUCN, 1982).

En aquella primera evaluación la caza furtiva se identificó como la principal amenaza para la especie. Dicha clasificación se mantuvo en las sucesivas actualizaciones de los Libros Rojos de 1986 (IUCN, 1986), 1988 (IUCN, 1988), 1990 (IUCN, 1990) y 1994 (IUCN, 1994). En la publicación de 1996, la Lista Roja adoptó nuevas categorías y criterios (Extinto, Extinto en Estado Silvestre, En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable, Bajo Riesgo, Datos Insuficientes, No Evaluado), cuyo propósito era lograr que las evaluaciones fueran más objetivas. La vicuña fue entonces catalogada como de *Bajo Riesgo*; 14 años después de la primera evaluación, la vicuña no reunía motivos para ser incluida en alguna de las categorías de amenaza (En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable) (IUCN, 1996). La categoría Bajo Riesgo contemplaba 3 subcategorías: *dependiente de conservación*, con la que fue clasificada la vicuña, *casi amenazada* y *preocupación menor*. La subcategoría 'dependiente de conservación' se otorgaba a los taxones que no se clasificaban como Vulnerable solamente por realizar esfuerzos de conservación específicos para la especie o de sus hábitats, cuyo cese resultaría en la clasificación del taxón en una de las categorías de amenaza en un período de cinco años (IUCN, 1996). Esta categoría se mantuvo hasta 2008, año en que fue catalogada como de *Preocupación Menor* (Lichtenstein et al., 2008), de acuerdo con las nuevas Categorías y Criterios que se emplean en la actualidad (Extinto, Extinto en Estado Silvestre, En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable, Casi Amenazado, Preocupación Menor, Datos Insuficientes y No Evaluado, IUCN, 2001). Esta clasificación se fundamentaba en su amplia distribución, tamaño poblacional creciente a escala continental y la presencia en varias áreas protegidas de Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador y Perú.

En resumen, a lo largo de poco más de cuatro décadas las poblaciones de vicuña han mostrado tendencias crecientes en todo su rango de distribución, razón por la cual ha pasado de estar inicialmente catalogada dentro de una de las categorías de amenaza (Vulnerable) a ser clasificada como de Preocupación Menor a escala continental.

Clasificación por países

Con idea de que se pudieran aplicar las Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN de evaluaciones globales a evaluaciones de rango espacial inferior, la UICN elaboró las *Directrices para el uso de los Criterios de la Lista Roja de la UICN a nivel regional y nacional* (IUCN, 2012), a fin de que los países contaran con un sistema estándar para sus evaluaciones nacionales. Así las citadas directrices señalan:

Para los niveles regional, nacional y local (en adelante regional) existen básicamente dos opciones: (1) Publicar un subconjunto inalterado de la Lista Roja global de la UICN de las especies que se reproducen en la región o que visitan la región. Esta puede ser una opción factible, en especial si existe en la región un gran número de especies endémicas o casi endémicas amenazadas, o si hay una marcada insuficiencia general de datos sobre el estado de las especies dentro de la región. (2) Evaluar el riesgo de extinción de las especies y publicar una Lista Roja sólo referida a esa región. Para el propósito de las evaluaciones regionales de la conservación existen razones importantes para evaluar el riesgo de extinción de especies y publicar Listas Rojas dentro de zonas geográficas específicamente definidas.

Dado que la vicuña presenta una distribución continental, ésta se corresponde con la Evaluación Global de la especie. Por tanto, toda clasificación en un área inferior se considerará por tanto como Regional, que es por ejemplo la realizada por cada uno de los países vicuñeros (a excepción de Ecuador). El hecho de que la situación de las poblaciones de vicuña fuera distinta, sumado probablemente a la falta de experiencia en la aplicación de las categorías y criterios de la Lista Roja, ha propiciado que las clasificaciones realizadas hasta la fecha sean dispares (Tabla 11.1). Así, algunas evaluaciones nacionales coinciden con la Clasificación Global vigente en ese periodo, probablemente como consecuencia de la trasposición literal de la clasificación continental a la del país en cuestión (*opción 1*). En otros casos es diferente, de lo que se deduce que el país ha realizado un esfuerzo por concebir una evaluación específica (*opción 2*). En todo caso, las evaluaciones no han reparado en las posibles diferencias existentes entre subespecies. Perú es el país con cerca de la mitad del contingente poblacional mundial, y una tendencia poblacional en aumento desde que se pusieron en marcha las medidas de conservación hace medio siglo. Por tanto, sería esperable que la especie fuera clasificada como de *Preocupación Menor*. Sin embargo, en las evaluaciones de 2004, 2014 y 2018 la vicuña fue catalogada como *Casi Amenazada* (Tabla 11.1), lo que sugiere que la clasificación adoptada pudo realizarse con carácter preventivo (Tupppia, com. pers.). En

Chile, en la primera evaluación conocida (Glade, 1993), las poblaciones de la región de Tarapacá fueron clasificadas como *Fuera de Peligro*, mientras que el resto de poblaciones como *En Peligro* (Tabla 11.1).

País	Subespecie	Clasificación	Fecha	Referencia	Clasificación Global
Argentina	Austral	Preocupación Menor	2012	Ojeda <i>et al.</i> , 2012	Preocupación Menor
	Austral	Preocupación Menor	2000	Ojeda <i>et al.</i> , 2012	Bajo Riesgo / Dc
	Austral	Preocupación Menor / Dc	1997	Ojeda <i>et al.</i> , 2012	Bajo Riesgo / Dc
Bolivia	Austral y Norteña	Preocupación Menor	2009	Aguirre <i>et al.</i> , 2009	Preocupación Menor
	Austral y Norteña	Bajo Riesgo / Dc	2003	Bernal y Silva, 2003	Bajo Riesgo/ Dc
	Austral y Norteña	Vulnerable	1996	Tarifa, 1996	Bajo Riesgo/ Dc
Chile	Austral y Norteña	En peligro	1998	DS N°5 MINAGRI 1998	Bajo Riesgo/ Dc
	Poblaciones norteñas	Fuera de Peligro	1993	Glade, 1993	Vulnerable
	Poblaciones australes	En Peligro	1993	Glade, 1993	Vulnerable
Perú	Norteña	Casi Amenazada	2018	SERFOR, 2018	Preocupación Menor
	Norteña	Casi Amenazada	2014	N° 004-2014-MINAGRI	Preocupación Menor
	Norteña	Casi Amenazada	2004	DS N° 034-2004-AG	Bajo Riesgo/ Dc

TABLA 11.1.

Clasificación histórica de la vicuña en las Categorías de la UICN realizada por cada país y clasificación global de la especie en cada periodo. Dc = dependiente de la conservación.

Criterios para la clasificación actual de la vicuña en la Lista Roja de la UICN

En la evaluación global recientemente publicada, la vicuña ha sido clasificada como de *Preocupación Menor*, dada la población total estimada, una tendencia poblacional creciente, la amplitud en el área de ocupación y la presencia de la especie en numerosas áreas protegidas (Acebes *et al.*, 2018). Es decir, la vicuña no cumple ninguno de los criterios para ser catalogada como *En Peligro Crítico*, *En Peligro*, *Vulnerable* o *Casi Amenazado*. Se repiten por tanto las razones que motivaron su salida de una de las categorías de amenaza en la evaluación anterior (Lichtenstein *et al.*, 2008).

La población total estimada en la actualidad es de 500.494 individuos (rango: 473.297- 527.691) y de unos 350.000 individuos adultos reproductores (Acebes *et al.*, 2018). Esto supone un incremento poblacional del 30,6 % respecto a la evaluación anterior (347.273 vicuñas, Lichtenstein *et al.*, 2008). Este aumento puede haber ido acompañado no sólo de un incremento en la densidad de vicuñas (animales/km²), sino también de un aumento en el área de ocupación, pero no existen datos que permitan confirmar esta hipótesis. Sin embargo, es importante tener en cuenta las

siguientes consideraciones: (i) En algunos países los datos no están actualizados. En Argentina por ejemplo el censo nacional es de 2006 (Baigún *et al.*, 2008). En Bolivia y Perú los censos nacionales son de 2009 y 2012 respectivamente, pero cuentan con estimaciones realizadas para 2016. Chile también cuenta con evaluaciones en 2016 y en Ecuador la última publicada es de 2017 y; (ii) La metodología de censo es variable. En algunos casos se trata de conteos directos, pudiéndose subestimar las poblaciones. Asimismo, algunos censos se centran en áreas protegidas y zonas aledañas, mientras que en otros las estimaciones de abundancia se realizan a partir de inferencia. Por tanto, urge tener información actualizada para toda el área de distribución de la vicuña, y con una metodología común, a fin de que las estimaciones sean comparables, siendo recomendable el uso de métodos basados en inferencia, como por ejemplo el que proporciona DISTANCE (Buckland *et al.*, 1993).

Asimismo, la población a escala continental muestra un aumento sostenido en el tiempo durante el último medio siglo (Figura 11.1, Tabla 11.2). A pesar de contar con pocos datos, el crecimiento de la población se asemeja a una función logarítmica ($R^2=0,947$). Sin embargo, el censo más reciente parece apuntar a cierta ralentización en el crecimiento, expresado con un mejor ajuste de la función polinómica de tercer grado ($R^2=0,993$). Este patrón quizás sea consecuencia de la combinación de subpoblaciones que se han estabilizado debido a factores denso-dependientes y/o de haber alcanzado la capacidad de carga del sistema (Bonacic *et al.*, 2002; Laker *et al.*, 2006; Shaw *et al.*, 2012) con otras que sigan creciendo de forma exponencial, y de otras en las que la tasa de crecimiento sea menor. Esta tendencia también se ha producido en todos los países vicuñeros, a excepción de Chile, que ha visto reducida sus poblaciones de vicuñas de 16.942 en 2008 a 12.103 individuos en 2016 (Tabla 11.2).

FIGURA 11.1.

Tamaño y tendencia poblacional de la vicuña a escala global para el período comprendido entre 1969 y 2016. Ajuste realizado mediante función exponencial (línea punteada) y función polinómica de tercer grado (línea continua).

N° de individuos

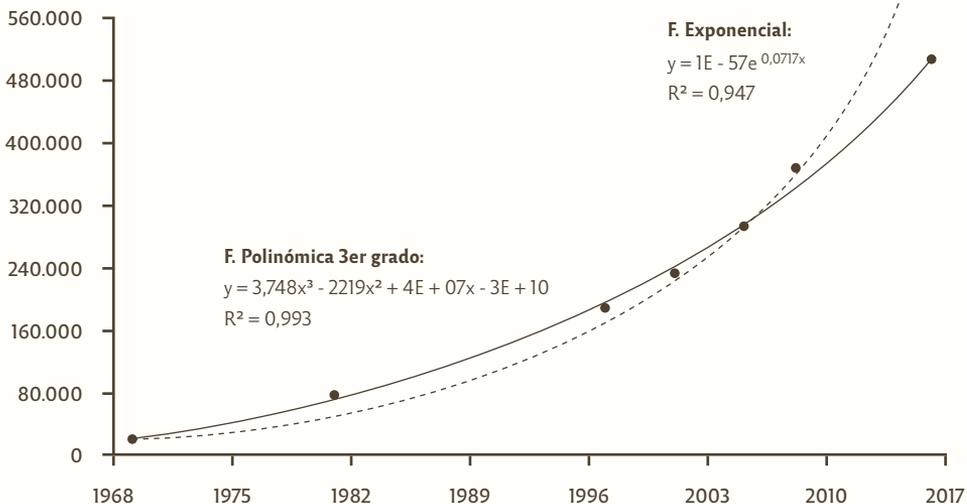


TABLA 11.2.

Evaluación de las poblaciones de vicuña para el periodo 1969-2016 en los 5 países vicuñeros. El censo nacional de Argentina (2006; Baigún et al., 2008), arrojaba una cifra de 72.678 - 127.072 vicuñas dependiendo del método empleado. Para este trabajo se ha elegido el promedio y se ha mantenido esa cifra para 2016 (modificado de Laker et al., 2006).

País	1969	1981	1997	2001	2005	2008	2016
Perú	10.000	61.900	102.800	118.678	161.460	188.327	218.000
Bolivia	3.000	4.500	33.800	56.400	61.000	62.869	163.331
Argentina	1.000	8.200	22.100	33.500	47.000	99.875	99.875
Chile	500	8.000	19.800	16.900	15.523	16.942	12.103
Ecuador	0	0	1.600	2.000	2.058	2.683	7.185
Total	14.500	82.600	180.100	227.478	287.041	370.696	500.494

Para llevar a cabo la evaluación, también se han tenido en cuenta los siguientes criterios, que han sido evaluados de acuerdo con el criterio de experto (Acebes et al., 2018): (i) reducción en la población en los próximos 10 años o en tres generaciones. En todos los países la tendencia esperada es al aumento o tendente a estabilizarse, con excepción de Chile, que se espera siga una tendencia negativa (declive); (ii) existencia de fluctuaciones extremas en el número de individuos maduros y; (iii) existencia de fluctuaciones extremas en el área de ocupación de las poblaciones. En ambos casos no se aprecia que se produzcan tales fluctuaciones. Tan sólo en Chile se reconoce una reducción leve en el área de ocupación.

Otro factor a tener en cuenta en la conservación de la vicuña es su presencia en áreas protegidas. Hoy en día las vicuñas se encuentran en 25 áreas protegidas, que suman un total de 88.533 km², algunas de las cuales fueron creadas expresamente para su conservación. Argentina cuenta con ocho áreas protegidas (31.812 km²), Bolivia con cuatro (13.973 km²), Chile y Perú con seis (27.885 km² y 14.278 km² respectivamente), y Ecuador con una (5.866 km²). Esto supone que alrededor del 20% de la población continental se encuentra en áreas protegidas. De hecho, el área de ocupación de 250.000 km² considerada en la anterior evaluación (Lichtenstein et al., 2008) podría estar infraestimada ya que, de ser correcta, supondría que el 35% de las poblaciones se encontrarían en áreas protegidas. Así, esta superficie podría ser como mínimo de 300.000 km² (Acebes et al., 2018).

Resumiendo, de este análisis se desprende que en los próximos 10 años o en tres generaciones no se espera que la población entre en declive a escala continental, ni tampoco su área de ocupación (Acebes et al., 2018). Sin embargo, la situación puede ser muy distinta si el análisis se realiza a escala de país; por ejemplo, la conservación de la especie en Chile puede verse comprometida dado el declive poblacional experimentado en el último decenio, así como las expectativas negativas inferidas para los próximos 10 años. De igual forma, pueden verse amenazadas subpoblaciones pequeñas y/o aisladas sobre las que se desconoce la magnitud del efecto que puede tener el cambio climático, enfermedades como la sarna, la caza ilegal u otras amenazas que actúen de forma sinérgica y cuyo impacto sea difícilmente predecible. Por ejemplo, la sarna causada por el ectoparásito

Sarcoptes scabiei está diezmando determinadas poblaciones como la del Parque Nacional San Guillermo (Argentina) o la de Pampa Galeras-Bárbara d'Achille (Perú), cuya creación estuvo íntimamente ligada a la protección de la vicuña.

Hacia una clasificación regional de las subespecies de vicuña

Hoy en día se reconoce la existencia de dos subespecies de vicuña: la subespecie del sur o austral *V. vicugna vicugna* (Molina, 1782), distribuida entre los 18° y 29°S, y la subespecie norteña *V. vicugna mensalis* (Thomas, 1917), que habita entre 9°30'S y 18°S de latitud. Las dos subespecies se diferenciaron primeramente por variaciones en el tamaño y en la coloración del pelaje (Wheeler, 1995), y posteriormente mediante ADN mitocondrial (Marín *et al.*, 2007). En Perú y Ecuador se encuentra *V. v. mensalis*, en Argentina *V. v. vicugna* y en Bolivia y Chile habitan las dos subespecies. En Bolivia el Salar de Uyuni es la zona de transición entre ambas subespecies (Huallata, com. pers.), distribuyéndose hacia el norte *V. v. mensalis* y *V. v. vicugna* hacia el sur. En Chile, la subespecie norteña se encuentra en la Región de Arica y Parinacota, mientras que la subespecie austral se distribuye entre las Regiones Antofagasta y Atacama. En la región de Tarapacá estarían ambas (Capítulo 4).

De realizarse una Evaluación Regional por subespecies en todo el rango de su distribución (Acebes y González, 2015), seguramente ambas se clasificarían como de *Preocupación Menor*, atendiendo a sus respectivos tamaños y tendencias poblacionales crecientes y a sus amplias áreas de ocupación.

Subespecie norteña (*V. v. mensalis*)

La subespecie *V. v. mensalis* tendría una población estimada de 218.000 individuos procedentes de Perú (2016), 7.185 en Ecuador (2016), 10.215 vicuñas en Chile (2016), y un número difícil de estimar en Bolivia. De acuerdo con su último censo nacional (2009), que no discriminó entre subespecies, arrojó una cifra total de 112.249 vicuñas, de las cuales se estima que el 65 % correspondería a la vicuña norteña (72.962 individuos) y el 35 % restante a la vicuña austral (39.287 individuos) (Villalba, com. pers.). Si se proyectan estos porcentajes a las últimas estimaciones realizadas, que concebían una población total de 163.331 vicuñas (2016), entonces 106.165 individuos corresponderían a la subespecie norteña y los 57.166 restantes a la subespecie austral. Por tanto, asumiendo cierto grado de incertidumbre, la población total de la subespecie *V. v. mensalis* sería de 341.565 animales, representando el 68% del contingente poblacional de la especie.

De realizarse la evaluación a escala de país, y a falta de tener información sobre el área de ocupación de las distintas poblaciones, la subespecie norteña podría clasificarse en todos ellos como de *Preocupación Menor*, a excepción de Chile. Ello se debe a que de las 10.215 vicuñas censadas (2016), unas 7.200 podrían considerarse como individuos maduros (reproductores). Esta cifra, sumada al declive poblacional registrado llevaría a la subespecie a ser clasificada como *Vulnerable* (M. Grimberg, com. pers.). Es más, de acuerdo con los criterios de esta categoría, al haber experimentado una reducción en el tamaño de población $\geq 30\%$ en los últimos 10 años,

podría ser clasificada con el criterio VU A2a, que sumado al hecho de que la población estimada de individuos maduros es inferior a 10.000 individuos y la disminución continua en los últimos 10 años, sería catalogada como VU C1.

La población de Ecuador es introducida. La UICN considera que un taxón no reúne las condiciones para ser evaluado a nivel regional, y por tanto le adjudica la categoría *No Aplicable*, cuando no es una población silvestre o no se encuentra dentro del área de distribución natural en la región (IUCN, 2012). Por tanto, a pesar de tener una población inferior a 10.000 individuos maduros, no se considerará para una eventual evaluación. Como quiera que sea, estudios recientes han mostrado un crecimiento exponencial de la población desde su introducción en 1988 (McLaren et al., 2018).

Subespecie austral (*V. v. vicugna*)

Por su parte, la subespecie austral contaría con 57.166 efectivos en Bolivia, 1.888 en Chile y un número difícil de calcular en Argentina. En esta ocasión tiene que ver con el hecho ya señalado de la antigüedad del censo (2006; Baigún et al., 2008) y del rango que se da en función del método de estimación empleado. En este caso hemos utilizado el promedio de ambas cifras, que arroja una población de 99.936 individuos. Todo ello suma una población total de 158.990 individuos, cifra que representa el 32% de la población continental de la especie. Al igual que en la vicuña del norte, la subespecie austral podría clasificarse como de *Preocupación Menor* por las mismas razones que la subespecie norteña. Sin embargo, un análisis a escala de país arrojaría resultados algo distintos; mientras que Bolivia y Argentina también podrían catalogar a la subespecie como de *Preocupación Menor*, en Chile la situación sería muy diferente: con 1.888 individuos y una reducción del tamaño de población (no cuantificada) en la última década, la subespecie podría catalogarse como *Vulnerable* e incluso como *En Peligro*. De todos los criterios de la UICN, el tamaño de la población estimada en menos de 2.500 individuos maduros (criterio C) se cumpliría para ser considerada *En Peligro*. Sin embargo, es requisito indispensable que también vaya acompañada de una determinada disminución poblacional (criterios C1 ó C2), sobre la cual no existen datos. Por tanto, a falta de información más precisa, y de acuerdo con el Principio de Precaución, la vicuña austral se encontraría entre ambas categorías de amenaza.

A modo de epílogo

El medio millón de vicuñas estimado en la presente evaluación está lejos de los 1,5-2 millones de vicuñas que pudieran haber existido en la época precolombina. Como quiera que sea, las poblaciones de vicuña han aumentado desde la anterior evaluación (Lichtenstein et al., 2008), a excepción de las chilenas, continuando con la tendencia de recuperación y crecimiento poblacional sostenido de décadas anteriores. A falta de análisis de viabilidad poblacional (AVP) de la especie a escalas amplias, los expertos consideran que las poblaciones de vicuña seguirán en crecimiento, quizás a un ritmo inferior, como ya parece intuirse en la última evaluación (Figura 11.1). Sin embargo, algunas poblaciones situadas en áreas protegidas ya habrían

alcanzado una situación de estabilidad, o estarían próximas a hacerlo. Por lo tanto, el potencial para continuar creciendo será limitado (Bonacic *et al.*, 2002; Laker *et al.*, 2006; Shaw *et al.*, 2012). Asimismo, este patrón podría replicarse para las dos subespecies.

Por otra parte, hábitats importantes para la especie (vegas o bofedales) fuera de las áreas protegidas parecen haber mermado; hábitats que son frecuentemente compartidos con camélidos domésticos y ganado (Lichtenstein *et al.*, 2008). De igual forma, la extracción de agua para actividades como la minería o la prevalencia de enfermedades como la sarna, unido al preocupante incremento de la caza furtiva, son amenazas que de interactuar sinérgicamente con los efectos del cambio climático podrían tener consecuencias impredecibles sobre las poblaciones de vicuña.

En este contexto, la situación más delicada la afronta Chile, ya que la subespecie norteña podría catalogarse como Vulnerable en este país, es decir, con una de las categorías de amenaza. No obstante, es especialmente preocupante el estado de conservación de la subespecie austral, protagonista indiscutible de este libro, ya que podría catalogarse como Vulnerable e incluso como En Peligro. Por tanto, es imprescindible frenar el declive poblacional de ambas subespecies. Para ello, es fundamental estimar con precisión el tamaño y tendencia poblacional de la especie, así como evaluar y cuantificar las amenazas que han llevado a las dos subespecies hasta esta situación y emprender las medidas de conservación oportunas. Analizar por ejemplo el grado de fragmentación de las distintas subpoblaciones, y fomentar su conectividad mediante el estableciendo corredores ecológicos entre áreas protegidas puede ser trascendental, como también con las vecinas poblaciones bolivianas y argentinas.



La sustentabilidad biológica del manejo de la vicuña austral

Yanina Arzamendia,
Jorge Baldo,
Gisela Marcoppido y
Bibiana Vilá

INTRODUCCIÓN

Los camélidos sudamericanos pueden ser analizados como componentes de un sistema ambiental complejo, en el que se imbrican aspectos naturales y sociales. La conservación y condiciones de vida de los camélidos andinos, tanto silvestres como domésticos, están fuertemente influidas por decisiones de manejo en un ambiente cada vez más intervenido por diferentes actores sociales e intereses regionales y exógenos. Esta matriz biológica y cultural es el marco desde el cual se debe analizar y practicar el manejo, actividad dificultosa por la multidimensionalidad del proceso y la escasez de muchos datos para su planificación (Vilá, 2012 a).

En este capítulo analizamos y discutimos experiencias de manejo en silvestría de captura y esquila en la vicuña austral, que buscan lograr sustentabilidad biológica (Bonacic, 2000; Vilá *et al.*, 2004; Sahley *et al.*, 2004; Bonacic *et al.*, 2006; Gimpel y Bonacic, 2006; Arzamendia *et al.*, 2010; Arzamendia y Vilá, 2012; Arzamendia *et al.*, 2014; Marcoppido *et al.*, 2017) realizadas bajo un marco precautorio, con pautas de manejo adaptativo y bienestar animal. En este contexto, un aspecto clave a tener en cuenta en el manejo de vicuñas es su característica de fauna silvestre, no habituada a la manipulación. Por lo tanto las reacciones de cada animal se rigen por una interacción compleja entre su constitución genética y sus experiencias previas (Arzamendia *et al.*, 2012).

Planificación del manejo

Las poblaciones de animales silvestres, pueden ser manejadas, provocando incrementos o disminuciones sobre las mismas, utilizándolas sosteniblemente o dejándolas en sus procesos naturales sin intervención, pero bajo vigilancia (Caughley y Sinclair, 1994; Sahley, 2000). Para planificar cualquier manejo se necesita determinar tres cuestiones: la meta deseada, la opción de manejo más apropiada y la mejor acción para llegar a la meta. La meta incluye en su formulación una postura sobre valores, mientras que las opciones y acciones son principalmente técnicas (Caughley y Sinclair, 1994), por lo tanto pueden ser verificadas a través de un marco científico de investigación. Es importante que las decisiones acerca de la meta, opciones y acciones, sean factibles y sus objetivos alcanzables (Sahley, 2000) y esto determina que el manejo de fauna supera lo exclusivamente biológico, convirtiéndose en un tema netamente ambiental y por lo tanto multidisciplinario (Vilá, 2006).

El manejo de la vicuña y su uso sustentable

Junto con los guanacos (*Lama guanicoe*), las vicuñas (*Vicugna vicugna*) son los únicos ungulados silvestres de América Latina que pueden ser “cosechados” a través de la esquila (Robinson y Redford, 1991) y por lo tanto donde los modelos de uso no implican necesariamente la extracción o muerte de individuos. Dada esta posibilidad, y la valoración realizada como primer paso para el manejo de estos camélidos silvestres que estuvieron en serio riesgo de extinción, el principal uso legal material de la vicuña en la actualidad, es la obtención de fibra a partir de la esquila de animales silvestres vivos, siendo esta modalidad la única que permite la comercialización legal de la misma (CITES-UNEP, 2005; Convenio de la vicuña, ver Box 12.1 y Box 12.2). La fina fibra de estos camélidos silvestres es un producto de la selección natural, en respuesta al clima extremo en el cual habitan (Vilá, 2006). Por esto es fundamental mantener ese proceso lo más integro posible sin interrumpir los procesos que generan estas fibras particulares y de gran valor (Vilá, 2012; Arzamendia et al., 2012).

El aumento de las poblaciones silvestres de vicuñas y la eliminación del riesgo de extinción que sufrió la especie, fueron producto de la instrumentación de una legislación conservacionista nacional e internacional y de la actitud tolerante y compromiso de los pobladores locales. Se ha estudiado que el manejo de vicuñas silvestres mediante esquila en vivo, puede ser un modelo de uso sostenible, porque, con buenas prácticas integraría la conservación de la especie y su hábitat con el desarrollo local (Lichtenstein y Vilá, 2003). Sin embargo, después de dos décadas de uso de la especie, se observa que la implementación de planes de manejo basados en su uso y conservación es muy disímil en los países vicuñeros y aún entre diferentes regiones de un mismo país. En algunos lugares, se generaron situaciones conflictivas, dadas por la percepción acerca de la competencia de la vicuña con el ganado doméstico, y por demandas en casos en que las condiciones biológicas y legales no permiten el uso de la especie. Además, subsisten viejas amenazas como la caza furtiva, y han surgido nuevas derivadas de su utilización legal (Arzamendia et al., 2012).

Para el manejo de la vicuña, es claro que las metas son multipropósito, abarcando tanto la conservación como el uso de la especie, con la condición que el mismo no debe excluir el objetivo de conservación. En virtud de ello, las acciones deberán realizarse bajo un marco precautorio y adaptativo tal, que tienda a la utilización sustentable. La sustentabilidad biológica del manejo de vicuñas tendrá como meta, que la población no decline ni aumente su vulnerabilidad a la extinción y que mantenga su rol ecológico (Robinson, 2001). Como señala Vilá (2012), la sustentabilidad es claramente una condición *a posteriori* del manejo. No hay sustentabilidad previa sino condiciones que la favorecen, pero son los manejos concretos los que demuestran si un proyecto es sustentable o no.

Los proyectos que tienden al uso sustentable de poblaciones silvestres tienen como características propias, componentes de eficiencia y restricción. La obtención de la fibra de camélidos puede ser eficiente en términos de cantidad y calidad de fibra esquilada, sin embargo, si este uso disminuye la disponibilidad del recurso, pone en riesgo la continuidad poblacional de la especie silvestre o la dinámica del sistema ambiental, entonces la única alternativa es limitar y regular esta explotación (restringir), aún si es llevada a cabo por genuinos beneficiarios del recurso. Esta es la clase de tensión que se resuelve en parte con la combinación eficiencia/restricción, concepto clave para garantizar el uso sustentable de los recursos silvestres, naturales y renovables (Vilá, 2012).

Para lograr la sustentabilidad, es adecuado considerar inicialmente el análisis de la situación del ambiente donde se realizará el manejo desde el paradigma de la ciencia ambiental, el cual reconoce una complejidad intrínseca con situaciones de riesgos e incertidumbre, con numerosos valores en disputa, y es abordado en forma multidisciplinaria (Funtowicz y Ravetz, 1993). Esto se logra con la incorporación de saberes locales y técnicas de manejo adaptativo, basadas en un marco de precaución y criterios de bienestar animal que permitan que la mortalidad asociada a estos manejos tienda a ser nula. Todo esto debe quedar expresado en un documento o “plan de manejo” consensuado entre los pobladores locales y la comunidad científico-técnica (Arzamendia *et al.*, 2012).

El marco de precaución (Cooney, 2004) incorporado al plan de manejo, propone realizar balances entre la conservación de la biodiversidad e intereses económicos y sociales, de modo tal de establecer medidas para *anticipar, prevenir y mitigar los riesgos de la incertidumbre* para los cuales la evidencia científica no está disponible. Por lo tanto, es necesario realizar el análisis de los riesgos para la biodiversidad balanceados con los beneficios de distintas estrategias. Las decisiones se deben sustentar en criterios que estén basados en datos científicos, valores y percepciones de rangos de riesgos aceptables. Además de considerar los costos y beneficios para todas aquellas partes potencialmente afectadas (Cooney, 2004). Para trabajar en este contexto, se utiliza la metodología de manejo adaptativo (Oglethorpe, 2002).

Las perturbaciones del manejo e indicadores para su medición

El conocimiento acerca de la forma en la cual los ungulados responden a diversos tipos de perturbaciones es importante para realizar un manejo

efectivo de la vida silvestre (Hansen *et al.*, 1993). Los individuos pueden responder intentando desplazarse fuera de su ámbito de hogar normal en búsqueda de un área no perturbada (Kuck *et al.*, 1985) o reaccionando a las perturbaciones dentro de su ámbito de hogar (Root *et al.*, 1988). El primer tipo de respuesta se puede medir mediante el monitoreo en sus ámbitos de hogar (Andersen *et al.*, 1996). El segundo tipo de respuesta puede variar desde efectos fisiológicos que denotan estrés agudo o crónico, hasta cambios sutiles en los patrones de actividad y/o demográficos en sus poblaciones (Andersen *et al.*, 1996; Arzamendia 2008). Una desviación del comportamiento medio habitual (“homeostasis conductual”) en una población silvestre puede significar que los animales están percibiendo una amenaza o cambio (Swaigood, 2007). Se infiere que un animal se encuentra en estado de bienestar, cuando no expresa alteraciones conductuales y exhibe comportamientos normales especie- específicos observados en el estado silvestre. Además sus indicadores fisiológicos no difieren de los de la línea de base generada para la especie (Swaigood, 2007).

La medición de indicadores fisiológicos puede ser utilizada como parámetro para predecir la sobrevivencia y reproducción de los individuos de poblaciones silvestres sometidos a perturbaciones. Se ha estudiado que en la captura y el manejo de fauna silvestre, no habituada al contacto humano, se inicia una respuesta de estrés que estimula el sistema nervioso simpático (SNS) y la activación del eje hipotalámico-hipófisis-adrenal (HHA), lo que genera la liberación de catecolaminas y glucocorticoides, respectivamente (Moberg, 2000). Estas hormonas afectan el sistema cardiovascular, respiratorio, gástrico, reproductivo y alteran el comportamiento. Dicha respuesta se desencadena para alcanzar la homeostasis requerida para sobrevivir. Esta “cascada” de hormonas y la secreción neuroendocrina se puede detectar por cambios en los parámetros hematológicos, bioquímicos séricos, clínicos y conductuales (Guyton y Hall, 2000; Williams y Thorne, 1996). Estas alteraciones fisiológicas pueden disminuir la sobrevivencia y reproducción de los individuos. Por ejemplo, los altos niveles de cortisol, son conocidos como causantes de efectos deletéreos en animales silvestres. Además, elevados niveles de cortisol producto de perturbaciones humanas podrían estar asociados al fracaso reproductivo (Tarlow y Blumstein, 2007).

Estas respuestas fisiológicas pueden relacionarse con la etología o conducta, de modo tal de brindar una explicación más completa de la situación que sufren los animales bajo manipulación. El comportamiento, puede ser un buen indicador de la percepción de los animales al cambio ambiental, ya que las respuestas a un estímulo estresante agudo, están asociadas con conductas de orientación, alarma e incremento de la vigilancia (Morgan y Tromborg, 2007; Swaigood, 2007) y los intentos de escape, vocalizaciones, patadas o forcejeos (Grandin, 1997; López-Olvera *et al.*, 2000; Mentaberre, 2010).

Desafíos del manejo sustentable de la vicuña

La puesta en marcha del manejo sustentable de vida silvestre en general y particularmente de vicuñas, presenta dificultades que deben ser resueltas. Las más importantes son a) la falta de conocimiento sobre la ecología de las especies de interés, tales como sus tamaños poblacionales y la dinámica de

Importancia de los convenios internacionales para la vicuña

Victoria Lichtschein

Perú se estimaba en sólo 5 mil a 10 mil ejemplares, de un número estimado en 2.000.000 de animales en tiempos de los Incas.

Convenio para la conservación y manejo de la Vicuña

En el año 1979, los países que comparten la distribución de la especie —Bolivia, Chile, Ecuador, Argentina y Perú— suscribieron el Convenio para la Conservación y Manejo de la Vicuña (20 de diciembre de 1979), que ampliaba el alcance de otro acuerdo similar firmado en 1969 por Bolivia y Perú. Este convenio regional sentó las bases para la conservación y el manejo de la especie en los países que comparten su distribución geográfica, estableciendo un órgano operativo, la Comisión Técnico-Administradora, integrada por representantes de cada uno de los países signatarios (artículo 8° del Convenio para la Conservación y Manejo de la Vicuña). La Comisión se reúne anualmente desde 1980 para evaluar el cumplimiento del Convenio,



Convenio de la Vicuña

FIGURA 12.1.1.

Logo del Convenio para la Conservación y Manejo de la Vicuña.

mantener informados a sus miembros de los resultados de las acciones de conservación y manejo de la vicuña, y dar soluciones a los problemas que plantee la aplicación del Convenio, en forma de acuerdos y recomendaciones. A lo largo del tiempo, el Convenio sobre la Conservación y el Manejo de la Vicuña fue evolucionando, analizando diferentes medidas y planes de manejo e intercambiando experiencias entre los países. El logo que actualmente representa al Convenio fue propuesto el año 1994, y simboliza a una vicuña (Figura 12.1.1).

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)

En segundo lugar, yendo de lo regional a lo internacional, sin duda ha resultado crucial la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, del inglés Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora), que regula el comercio internacional de especies de la vida silvestre y entró en vigor en el año 1975 (Figura 12.1.1).



FIGURA 12.1.2.

Logo de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

Se trata de un acuerdo multilateral de características operativas, que instituye un sistema de permisos y certificados para los intercambios comerciales entre países que son Parte en la misma. Desde su entrada en vigor, la vicuña se encontraba incluida en el Apéndice I de la Convención CITES, categorización que le otorga el máximo grado de protección. Luego de su espectacular recuperación y de un largo período de prohibición de su caza, en particular en Perú, gradualmente se rescata la tradición incaica del *chaku*, el arreo y esquila de vicuñas vivas que son luego liberadas, otorgando el usufructo de la fibra a los comuneros (Figuras 12.1.3 y 12.1.4). En 1987, en la Sexta Reunión de la Conferencia de las Partes en la CITES, se decide transferir las poblaciones de Ayacucho, Junín y Puno, Perú, del Apéndice I al Apéndice II, abriendo así el comercio internacional de fibra de esta especie bajo condiciones específicas, con una anotación que expresa “con el exclusivo propósito de autorizar el comercio internacional de fibra de vicuña (*Vicugna vicugna*) y de sus productos derivados, solamente si dicha fibra procede de la esquila de vicuñas vivas”. En la Novena Reunión de la Conferencia de las Partes de la Convención CITES (1994), se aprobó la marca VICUÑA-PAÍS DE ORIGEN para identificar las telas confeccionadas en el exterior y VICUÑA-PAÍS DE ORIGEN-ARTESANÍA para identificar las prendas confeccionadas con fibra de vicuña en origen. Con ciertas variaciones, esta situación se ha mantenido hasta el presente. A partir de la Décima Reunión de la Conferencia de las Partes de CITES (Harare, Zimbabwe, 1997), las propuestas de enmienda incluyeron el respaldo del Convenio de la Vicuña. El aval del Convenio de la Vicuña resultó una medida sumamente acertada para garantizar el acuerdo de los países del área de distribución de la especie, poniendo el valor del Convenio frente a la comunidad internacional (Tabla 12.1.1).

Participación del GECS en el Convenio de la Vicuña y en CITES

En el año 1995 el Convenio de la vicuña integró al Grupo de Especialistas en Camélidos Sudamericanos de la Comisión de Supervivencia de Especies de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (GECS/ CSE/UICN) para actuar como organismo “asesor” (Torres y Puig, 2012). Es así como el GECS ha colaborado activamente en el análisis de las propuestas de enmienda a los Apéndices de la CITES sobre vicuña, presentadas en distintas oportunidades en la Conferencia de las Partes, así como en otros temas relacionados al manejo sostenible de la especie (Torres y Puig, 2012). Actualmente el GECS/CSE/UICN participa como organismo “observador” del Convenio.

Otro avance importante fue el intercambio de técnicos y funcionarios de los distintos países que, así como miembros del GECS, participaron de los censos de vicuñas de otro país, garantizando en cierta forma la metodología y los resultados de estos censos. En el año 1996, asistí junto a una delegación argentina al censo de vicuñas de Bolivia. Conocimos distintas áreas del altiplano boliviano, llegando hasta la Reserva de Ulla Ulla a 4.300 m.s.n.m., una planicie de altura cubierta de nieve, con picos nevados en el fondo. El GECS brindó apoyo técnico en la realización del censo, por un lado, y por el otro, la delegación visitante actuó como una suerte de “veedor”. Este mecanismo resultó sumamente exitoso y nos permitió no sólo intercambiar experiencias y aprender, sino también conocer los lugares remotos en los que esta especie vive, así como la gente que los habita y su extraordinaria cultura.

Conferencia de las Partes (CoP) de CITES	Año	Países	Apéndice	Observaciones
Implementación	1975	Toda la población de Argentina, Bolivia, Chile, Perú	Apéndice I	
CoP 2, San José; Costa Rica	1979			
CoP 5, Buenos Aires, Argentina	1985			
CoP 6, Ottawa, Canadá	1987	Algunas poblaciones de Perú	Apéndice II	
CoP 8, Kyoto, Japón	1992			
CoP 9 Fort Lauderdale, EEUU	1994	Todas las poblaciones de Perú	Apéndice II	Se aprueba la marca "Vicuña-País de Origen"
CoP 10, Harare, Zimbabwe	1997	La población de la provincia de Jujuy y las poblaciones en semi-cautiverio de las provincias de Jujuy, Salta, Catamarca, La Rioja y San Juan, Argentina	Apéndice II	En adelante, las Propuestas van con el apoyo del Convenio de la Vicuña
		Algunas poblaciones de Bolivia	Apéndice II	
CoP 11 Nairobi, Kenya	1999			
CoP 12, Santiago, Chile	2002	Todas las poblaciones de Bolivia	Apéndice II	
		Primera Región de Tarapacá, Chile	Apéndice II	
		Provincia de Catamarca, Argentina	Apéndice II	
CoP 16, Bagkok, Tailandia	2013	Toda la población de Ecuador	Apéndice II	
CoP17, Johannesburgo, Sudáfrica	2016	Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador y Perú		Cambio en las anotaciones
CoP18, Colombo, Sri Lanka	2019	Provincia de Salta, Argentina	Apéndice II	
		Región de Arica y Parinacota, Chile	Apéndice II	Actualización por cambio administrativo

TABLA 12.1.1.

Evolución del cambio de Apéndices de I a II en las poblaciones de vicuña.

La historia de la vicuña en el ámbito multilateral ha sido una historia de éxitos. Nos queda aún realizar esfuerzos mancomunados para luchar contra la caza furtiva y el comercio ilegal, que sigue castigando a esta hermosa especie en nuestros países. Esperemos que el marco regional y el marco internacional sean eficaces para solucionar los problemas que enfrentamos y que ponen en riesgo los logros obtenidos a lo largo de tantos años. La vicuña es una especie emblemática, que representa el éxito del uso sostenible, la conservación de los hábitats y el beneficio para las comunidades locales.



FIGURA 12.1.3.

El corral durante la *chaku* en la comunidad de Cachi-Cachi, Perú, realizado en 1997 (Foto: Victoria Lichtschein).



FIGURA 12.1.4.

Chaku en la comunidad de Cachi-Cachi, Perú (1997). La autora con las mujeres de la comunidad (Foto: Victoria Lichtschein).

las comunidades bióticas en las regiones modificadas por la acción humana. Adicionalmente falta de conocimiento y experimentación sobre técnicas y consecuencias del manejo; b) la limitada cooperación entre las instituciones y los profesionales dedicados a la producción económica y los que están interesados en la conservación; c) la posibilidad que el concepto de manejo sustentable sea mal aplicado y se convierta en una excusa para la sobreexplotación de especies silvestres o áreas que están bajo un marco de preservación; y d) la carencia de políticas de promoción económica para el uso sostenible de los recursos naturales, contrapuesta a la existencia de otras políticas que favorecen el uso depredador y especulativo de la tierra, como es el caso de la mega-minería; y, en otro orden, el fomento de la ganadería con especies exóticas (Ley de Fomento Ovino) (Arzamendia *et al.*, 2012).

En el caso de la Puna Argentina, los campesinos y pobladores ancestrales utilizan una lógica que surge de combinar los recursos locales, donde el sistema pecuario parecería jugar un papel preponderante, junto con las actividades extra-prediales desarrolladas, y el apoyo recibido del estado a través de los programas sociales (Paz *et al.*, 2011). De la combinación del uso de los recursos naturales locales, de los recursos de trabajo y producción de animales domésticos y del contexto institucional en los que se encuentran incluidos los pobladores puneños, surgen variadas y numerosas estrategias de reproducción social (entendidas como el conjunto de procesos biológicos, demográficos y culturales que derivan en la permanencia de la sociedad). Reconocer la diversidad existente en los sistemas de producción de la puna y la racionalidad que rige su permanencia en el tiempo y en el espacio, es imprescindible al momento de elaborar estrategias de intervención como puede ser el manejo de las vicuñas (Paz *et al.*, 2011; Arzamendia *et al.*, 2012).

Considerando que las acciones derivadas de cualquier plan de manejo de vicuñas generan presiones en las poblaciones naturales, es muy importante conocer previamente las bases biológicas y sociales que serán afectadas por estas intervenciones para tender a la sustentabilidad de la actividad. Es necesario poder evaluar sus consecuencias, evitando o minimizando sus impactos negativos y potenciando los positivos. Este plan de manejo debería combinar las recomendaciones técnicas basadas en investigaciones científicas, las necesidades del poblador local y la conservación de esta especie silvestre (Arzamendia, 2008).

Los aspectos biológicos del manejo de la vicuña en silvestría.

Actualmente, a partir de la recuperación de la especie en numerosas poblaciones, existen en todos los países donde se distribuye, programas de conservación y uso de la vicuña. Todos los planes se basan en la obtención de fibra a partir de la esquila de vicuñas vivas, de acuerdo a lo dispuesto y autorizado por la legislación internacional vigente (CITES-UNEP, 2005; Convenio de la Vicuña, ver Box 12.1) y la de las diferentes jurisdicciones nacionales y regionales. Las condiciones biológicas de la especie, distribución y densidad entre otros parámetros, la política ambiental del país y sus regiones, los intereses de las comunidades y el acceso a apoyo externo, han sido hasta ahora las principales condicionantes que han influido en la opción de manejo que se implementa en cada caso (Lichtenstein y Vilá, 2003). Estas

diferencias respecto a las modalidades de manejo, especialmente cuando comparamos los sistemas de silvestría vs cautiverio, pero aun dentro de ellos, afectan los aspectos biológicos de la especie provocando diferentes impactos sobre las poblaciones manejadas (Tabla 12.1).

Hace más de dos décadas, se comenzó a utilizar la especie para obtener su fibra mediante esquila en vivo bajo estas dos modalidades de manejo. Actualmente, de una población total estimada en aproximadamente 480.000 individuos (Acebes *et al.*, 2018), algo más de 70.000 vicuñas están bajo planes de uso en los diferentes países vicuñeros.

	Silvestría	Cautiverio
Dispersión y uso del hábitat	Alteración temporaria en la captura	Alteración permanente
Presión de selección artificial	Si	Si
Selección natural (SN) y sexual (SX)	No se modifican los mecanismos	Se modifican ambas. Reducción de elección de pareja de apareamiento
Selección artificial	No	Si. Generalmente, castración y separación de machos. En algunos casos selección direccional para finura de fibra.
Riesgos de alteraciones genéticas	Muy bajo al no afectar mecanismos de SN y SX	Muy alto, especialmente cuando hay selección de machos
Comportamiento	Respuesta antipredatoria en la captura. Reordenamiento de grupos post-captura	Pérdida de respuesta antipredatoria en la captura. Amansamiento. Mayor agresión entre machos enteros.
Captura	Se necesita densidad mínima.	Facilitada por límites físicos
Valor de conservación de la especie	Alto, las poblaciones deben ser numerosas	Neutro, lo que pase fuera del corral no afecta la actividad.

TABLA 12.1.
Algunos aspectos identificados como relevantes por su incidencia biológica en los manejos en silvestría y en cautiverio. (basada en Vilá y Lichtenstein, 2006).

El manejo de captura y esquila en silvestría

Uno de los puntos críticos del manejo que involucra la captura y esquila de animales silvestres, determinante del éxito o fracaso de la actividad, es la incorporación de técnicas que procuren el bienestar animal durante las actividades realizadas (ver Figura 12.1). En cada una de las etapas del manejo se deben considerar los riesgos de muerte, traumatismos, estrés y sufrimiento animal, así como el posible impacto sobre la conducta y organización social (Gimpel y Bonacic, 2006).

El manejo de las vicuñas puede tener notable impacto en términos sanitarios en la manifestación de las enfermedades. Por ejemplo, el uso de cercos perimétricos en Perú, también denominados Módulos de Uso Sustentable (MUS), limita el desplazamiento natural de las tropillas y en algunos casos es responsable de densidades elevadas en detrimento de la condición corporal y sanitaria de los animales, contagio por contacto y aumentos del estrés (Castillo, 2018).

A pesar de la magnitud de los distintos manejos de poblaciones de vicuñas en diversas regiones, en términos de cantidad de animales e impacto biológico, aún son escasas las intervenciones donde se obtienen datos estandarizados y comparativos para realizar investigaciones científicas.







FIGURA 12.1.

Secuencia de actividades realizadas en el manejo sustentable de vicuñas bajo captura y esquila en silvestría. 1. Construcción de la manga. 2. Armado del corral. 3. Reunión de acuerdo con la comunidad de técnica y modalidad de arreo. 4. Ritual de pedido de permiso a la Pachamama. 5. Últimas decisiones y acuerdos de arreo en el campo. 6. Arreo. 7. Vicuñas dentro de la manga. 8. Vicuñas llegando al corral. 9. Arreo de empuje al corral. 10. Vicuñas en el corral. 11. Alerta en el corral. 12. Agarre de vicuña. 13. Vicuña lista para esquila. 14. Midiendo frecuencia cardiaca. 15. Esquila. 16. Midiendo temperatura corporal. 17. Vellón de un animal. 18. Empaque vellón individual. 19. Liberación de vicuña. 20. Monitoreo postcaptura. (Fotografías: B. Vilá y S. Enrietti).

Falta profundizar sobre las respuestas conductuales, fisiológicas y demográficas de los animales en relación a esta actividad como así también en relación a los sistemas de cautiverio, dado que el grado de estrés alcanzado por cada individuo puede, en forma diferida en el tiempo, tener impactos en su conducta, reorganización social y sobrevivencia (Gimpel y Bonacic, 2006; Arzamendia, 2008).

Efectos de la captura y esquila sobre los parámetros biológicos durante el manejo.

La captura y manipulación de las vicuñas, pueden causar una elevación en la hormona adrenocorticotrofina y elevar los niveles de cortisol (Bonacic *et al.*, 2003), un indicador estandarizado de estrés a corto plazo (Grandin, 1997; Swaisgood, 2007; Tarlow y Blumstein, 2007). Durante el manejo de vicuñas, se han estudiado cambios de variables con dinámicas agudas, como la temperatura corporal central (TC), los niveles de catecolaminas, las frecuencias cardíaca (FC) y respiratoria (FR) y el hematocrito (HTO). También se han estudiado cambios con latencias de minutos a horas en los niveles de glucosa sanguínea, concentraciones plasmáticas de cortisol y creatin-kinasa (CK) y cambios más tardíos como las proteínas totales (PT) y nitrógeno ureico en sangre. Estos indicadores también se incrementan como resultado de la captura, superando el rango normal para vicuñas y otros camélidos sudamericanos (Bonacic *et al.*, 2003 y 2006; Arzamendia *et al.*, 2010; Arias *et al.*, 2013; Marcoppido *et al.*, 2017).

En los estudios analizados, sobre la vicuña austral en Chile (Bonacic *et al.*, 2006) y Argentina (Arzamendia *et al.*, 2010; Marcoppido *et al.*, 2017), se compararon tres métodos de captura en silvestría según sus efectos sobre parámetros conductuales y fisiológicos. Estos métodos difirieron en el sistema de arreo empleado: arreo con vehículos, arreo mixto, que emplea una combinación de vehículos y gente a pie y *chaku*, que utiliza únicamente gente caminando. Las principales variables definidas en estos estudios para correlacionar los parámetros fisiológicos y las respuestas conductuales fueron: a) la velocidad de los arreos, b) el tiempo de retención total (que incluye la duración del arreo, encierro en corral, más la manipulación y esquila), c) el tiempo de manipulación, (como el periodo de inmovilización manual del animal para esquila o muestreo, hasta su liberación).

Los distintos indicadores que se utilizaron sugieren que la mejor técnica de captura de vicuñas es aquella que elimina la utilización de vehículos en los arreos. Tanto los parámetros conductuales como fisiológicos, demostraron que hay un aumento progresivo de los niveles de agitación y estrés de los animales en relación con la inclusión de vehículos en las capturas y, por lo tanto, los animales sufrirían un menor impacto negativo con la aplicación de la técnica de captura usando gente a pie solamente. Además, con este método de captura, fue posible capturar más animales que con los métodos que incluyeron vehículos.

En relación a los efectos sobre la conducta en las capturas, como respuesta al estrés agudo, hubo un aumento en la frecuencia, duración e intensidad de las conductas de alarma, defensa, evitación o huida (Arzamendia *et al.*, 2010; Marcoppido, *et al.*, 2017), lo que ha sido documentado también para el guanaco (*Lama guanicoe*) en el manejo de captura y esquila en

silvestría (Carmanchahi *et al.*, 2011; Taraborelli *et al.*, 2017). En estos estudios se observaron en los subcorrales que no incluyen manipulación directa (premanipulación y preliberación) un aumento de las señales de alarma e incremento de la vigilancia (quieto-alerta). También se percibieron señales de malestar, definidas por los intentos de escape, vocalizaciones, patadas o forcejeos (Grandin, 1997), que si bien fueron registradas con muy baja frecuencia, mostraron un aumento relacionado con el tiempo total de captura previo a la manipulación, y con la inclusión de vehículos en los arreos. En el subcorral de preliberación, además de mantenerse en estado de alerta, los animales exhibieron conductas de reconocimiento y orientación (aloacicalamiento), también descritas como de respuesta a un estresor (Swaisgood, 2007), y que aumentaron en relación al tiempo y el número de animales que se iban incorporando. Esto indicaría un aumento del estrés conductual y fisiológico (ver revisión en Morgan y Tromborg, 2007), por lo que se decidió como pauta de manejo adaptativo, en los sucesivos encierros minimizar esta circunstancia o ir liberando los animales (especialmente los machos) inmediatamente luego de la manipulación (Arzamendia *et al.*, 2010; Marcoppido *et al.*, 2017).

En relación a los parámetros fisiológicos definidos como indicadores de estrés agudo los estudios analizados mostraron que algunos parámetros, aumentaron respecto del rango de referencia normal observados en vicuñas cautivas (Bonacic y Macdonald, 2003; Bonacic *et al.*, 2003, 2006; Arzamendia *et al.*, 2010; Marcoppido *et al.*, 2017). Estas variables incluían el cortisol ($>18-24$ nmol/l), la temperatura rectal (media $39,09-41,24 > 37,5-38,9$ ° C NBR, $n = 145$), frecuencia cardíaca (HR) ($66,15-84,33 > 65,3$ latidos min^{-1} $n = 133$), frecuencia respiratoria (RR) ($32,7 - 47,35 > 20,2$ r min^{-1} , $n = 133$), glucosa ($132-149,32 > 100,3$ mg / dl, $n = 102$) y CK ($397,5-785,9 > 0-137$ UI / l; $n = 59$).

Al igual que para los indicadores conductuales, los valores iniciales de algunos indicadores de agitación y estrés (como el cortisol, la glucosa, la aspartato aminotransferasa (AST), temperatura rectal, frecuencia respiratoria y cardíaca), fueron mayores en función del aumento en la velocidad de los arreos (más altos para el método de vehículos solamente y mixto, que para el método de chaccu). Además, se comprobó que los períodos más largos de captura, estuvieron asociados con un incremento significativo de algunos parámetros fisiológicos, como el cortisol y la frecuencia respiratoria, la glucosa, PCV, CK y AST (Bonacic y Macdonald, 2003; Bonacic *et al.*, 2003; Bonacic *et al.*, 2006; Arzamendia *et al.*, 2010; Marcoppido *et al.*, 2017), lo que podría aumentar el riesgo de miopatía. Sin embargo, en las poblaciones de Argentina algunos valores como los de la glucosa y la AST, si bien registraron estas variaciones, no superaron el nivel de base. En algunos estudios de estas poblaciones, además, las hembras fueron más reactivas a la captura, mostrando mayores valores de cortisol que los machos, y también se registraron mayores valores de FC, cuando el tamaño del grupo de vicuñas en el corral fue mayor (Arzamendia *et al.*, 2010; Marcoppido *et al.*, 2017).

En cuanto a la práctica de mantener a los animales cautivos de un día para el otro, se desaconseja completamente, ya que el tiempo transcurrido en cautividad demostró ser un factor que influye en el aumento o mantenimiento de algunos valores de parámetros fisiológicos y de comportamiento que son indicadores de estrés (Arzamendia *et al.*, 2010). Asimismo,

el hacinamiento y estrecho contacto entre animales generado durante el encierro temporal de las vicuñas para su esquila, facilitaría el contagio de enfermedades, como la sarna (Castillo, 2018). Este es un punto destacable, ya que esta práctica de manejo, realizada y evaluada experimentalmente en una de las experiencias analizadas por este grupo de trabajo, es común en otras áreas de manejo de la vicuña (en Argentina por ejemplo, en la provincia de Catamarca, y algunos manejos realizados recientemente en la provincia de Jujuy), o en la otra especie de camélido silvestre sudamericano, el guanaco (Montes *et al.*, 2006). Por ello, se sugiere enfáticamente no mantener a los animales cautivos de un día para el otro (Bonacic *et al.*, 2012). Para esto se propone tomar todas las precauciones de modo tal que en sitios de alta densidad y con altas probabilidades de captura, los arreos se realicen por la mañana a los efectos de poder manipular todos los animales capturados en el mismo día, o bien no realizar arreos por la tarde.

La duración del encierro y la velocidad de los arreos, han sido señaladas por diversos autores como causantes del incremento del riesgo de muerte por efecto de la miopatía de captura (Harris *et al.*, 1999; Bonacic *et al.*, 2006; Gimpel y Bonacic, 2006) y como se mencionó antes, de aumentos de riesgos sanitarios (Castillo, 2018).

Si bien en estos estudios se evaluaron algunos indicadores de estrés respecto a estos factores, la mortalidad en las capturas del grupo VICAM fue nula (durante y post captura y esquila) (Arzamendia *et al.*, 2010, 2014, 2018; Arzamendia y Vilá, 2012; Marcoppido *et al.*, 2017), lo que sugiere que el efecto de la captura y esquila, cuando ésta se realiza bajo protocolos estrictos de bienestar animal, no es impactante en este aspecto. Incluso otros parámetros como la frecuencia cardíaca, mostraron en las últimas capturas con métodos de *chaku*, una estabilización e incluso la disminución de FC hacia el final del procedimiento de sujeción, lo que podría reflejar cierto grado de habituación fisiológica como respuesta a técnicas de manejo adaptativo cuidadosas y de bajo impacto implementadas. Es muy importante tener en cuenta estos factores, porque si no se toman precauciones durante los arreos y en el encierro, la mortalidad puede aumentar significativamente por miopatía de esfuerzo, como así también por traumatismos resultantes del impacto de los animales contra las mallas de contención de las mangas de captura, o por el pisoteo y la asfixia como consecuencia del hacinamiento de los animales (Gimpel y Bonacic, 2006).

Con las técnicas de captura aplicadas en estos estudios, no hubo una captura diferencial de vicuñas por sexo y/o edad. El monitoreo de estos parámetros, analizados bajo el principio de precaución, es fundamental para evaluar la actividad en distintas áreas de manejo. Esto es debido a que las prácticas de capturas diferenciales por sexos y/o grupos sociales, como por ejemplo la tendencia a arrear sólo o más frecuentemente grupos de solteros, podrían influir de manera negativa a largo plazo, en la dinámica de las poblaciones con capturas y esquilas frecuentes.

Respuesta etoecológica: Evaluación de parámetros demográficos, del comportamiento y estructura social de poblaciones de vicuñas post captura y esquila

El comportamiento es el primer recurso adaptativo de un animal y el más económico desde el punto de vista metabólico (Willmer *et al.*, 2000), en consecuencia, su estudio tanto a nivel natural, como en respuesta a ciertos manejos, es un importante elemento dentro de la investigación en conservación y bienestar animal (Gimpel y Bonacic, 2006; Arzamendia *et al.*, 2012).

Los estudios postcaptura realizados en Cieneguillas y Santa Catalina, Jujuy Argentina, evaluaron parámetros biológicos de modo tal de identificar cambios en el comportamiento, debido a que la esquila del vellón genera un desbalance en la termorregulación de los animales, que podría provocar cambios en el comportamiento de los animales a corto plazo, o cambios que determinen estrés crónico. Esto sumado a climas adversos podría predisponer a los animales a infecciones respiratorias (Parreño y Marcoppido, 2006; Arzamendia *et al.*, 2010; Arzamendia y Vilá, 2012; Castillo, 2018). Las conductas de alimentación y movilidad, la de amamantar para hembras y crías y el comportamiento de defensa (quieto-alerta) en machos familiares, son las mejores indicadores de las consecuencias en términos de estrés del evento de captura y esquila. Este tipo de manejo también puede causar cambios en la organización social, con reordenamientos grupales y disminución del tamaño de los grupos. Además puede modificar los parámetros demográficos de la población con aumento de la tasa de mortalidad y disminución de la tasa de natalidad (Arzamendia, 2008; Arzamendia y Vilá, 2012; Arzamendia *et al.*, 2018).

La conformación de grupos familiares tiene una importancia fundamental en términos de éxito reproductivo y de la salud poblacional de las vicuñas, ya que el grupo familiar facilita la protección de crías frente a la depredación, la posibilidad de alimentación sin perturbaciones para las hembras y la posibilidad de cópula con dichas hembras por parte del macho familiar (Vilá, 1995 y 2000). Por ello, si estos grupos son perturbados puede haber consecuencias tanto en términos de salud poblacional como de conservación y bienestar animal. Se ha estudiado la variación de los grupos familiares en poblaciones silvestres (Vilá y Cassini, 1993), pero existen muy pocos estudios y trabajos sobre la “resiliencia grupal” (capacidad para rearmar los grupos luego de un fenómeno estresante) lo que fue abordado en estudios realizados en la vicuña austral en Chile (Sarno *et al.*, 2009) y Argentina (Arzamendia y Vilá; 2012; Arzamendia *et al.*, 2018).

Por otra parte, también existen escasos estudios sobre la dinámica poblacional de la especie post- manejo de captura y esquila. Sahley *et al.*, (2007) en un estudio realizado en *V. vicugna mensalis* en dos sitios de Perú, evaluaron los efectos de la captura y esquila sobre la demografía de vicuñas y encontraron evidencias que sugieren que la captura, manipulación y esquila de vicuñas realizada en primavera, puede ser biológicamente sostenible, ya que la población silvestre capturada y esquilada mostró un incremento poblacional constante en el número total y en densidad, y la tasa de natalidad no se vio alterada en relación con la de la población no capturada y esquilada.

Indicadores	Indicador medido	Resultado esperado en marco de sustentabilidad biológica
Demográfico	Densidad	La población no disminuye su densidad
	Migración	La población mantiene las tasas de migración previa a la captura o igual a la población sin captura y esquila
	Índice de natalidad	No hay diferencias significativas
	Índice de mortalidad	No hay diferencias significativas. La mortalidad durante la captura tiende a 0
Uso del hábitat	Mantenimiento de su ámbito de hogar	El área de acción se mantiene post captura y esquila
Comportamiento	Patrones de comportamiento	Los animales se alimentan de los recursos alimentarios habituales pre captura
		Mantienen los comportamientos típicos de machos y hembras y no se desplazan hacia zonas no utilizadas previamente
		No se observan mayores comportamientos de alerta y agresivos y la relación entre las madres y las crías muestra su patrón habitual. No hay se observan crías solitarias

TABLA 12.2.

Algunos indicadores de sustentabilidad biológica del manejo de vicuñas silvestres. (Modificado de Arzamendia, 2008, y Vilá et al., 2010).

En los estudios que realizamos en dos poblaciones de vicuñas silvestres de Argentina (Cieneguillas y Santa Catalina, Jujuy), implementamos un monitoreo intensivo post-captura, donde registramos parámetros poblacionales para establecer índices de natalidad y mortalidad, densidad y registro de estrés conductual (con animales marcados), evaluando la sustentabilidad biológica del manejo en base a estos indicadores (Tabla 12.2).

Estas capturas, demostraron ser poco impactantes en términos de abundancia y distribución de los animales (Arzamendia y Vilá 2012; Arzamendia et al., 2014). No se encontró una disminución en la densidad ni desplazamientos, ni mayor mortalidad en las vicuñas capturadas, y en los meses posteriores a las capturas se reconocieron individualmente en el terreno al 93% de los animales marcados en Cieneguillas y entre el 80 y 96% de la vicuñas marcadas en Santa Catalina (Arzamendia et al., 2014; Arzamendia et al., 2018).

En Cieneguillas, la densidad de vicuñas post-captura se incrementó (de 25 a 32 vic./km²) y se observó un crecimiento poblacional de las vicuñas con manejo de captura y esquila consistente con el resto de población sin manejo. En Santa Catalina la densidad poblacional se mantuvo estable con una media de 14,3 indiv./km². El porcentaje de natalidad anual presentó una media de 56 ± 3,29% y el de mortalidad anual fue 1,6%, ambos parámetros similares a los encontrados en la población sin manejo. En ambas poblaciones se registró un buen estado sanitario de las vicuñas, solo 0,7 % con sarna e infestaciones leves de piojos, y muy bajo nivel de endoparásitos (Arzamendia et al., 2015; Marcoppido et al., 2016).

Respecto a la “resiliencia grupal”, la composición social se

mantuvo constante luego de las capturas y esquilas, entre años censados pre y post-captura/esquila, y entre meses muestreados post-captura/esquila, para el número medio de machos, hembras y crías por grupo familiar, y la tasa de natalidad de los individuos marcados aumentó al año siguiente de la captura (Arzamendia y Vilá, 2012; Arzamendia *et al.*, 2018). El grupo de solteros capturados y esquilados mantuvo su tamaño medio y permaneció en el sitio de captura. El manejo implementado entonces no afectó la estructura social (de grupos familiares y solteros) de las vicuñas en el área, como tampoco se afectó la viabilidad de la preñez y la supervivencia de las crías. La individualización de vicuñas marcadas, permitió sumar más evidencia a la resiliencia grupal, observándose grupos familiares de un tamaño medio que se mantuvo luego de las capturas y a lo largo del período de estudio. Los grupos familiares nunca tuvieron más de un macho y los grupos de solteros estuvieron constituidos sólo por machos, como se suele especificar en la literatura (Koford, 1957; Franklin, 1974 y 1982; Vilá, 1992; entre otros).

Respecto al comportamiento post captura y esquila, en Cieneguillas, Arzamendia y Vilá (2012), encontraron que las vicuñas capturadas y esquiladas, mostraron cambios de conductas como forrajear menos y desplazarse más, probablemente como respuesta a la pérdida de cobertura térmica y al efecto producido por el arreo y la manipulación. Con la esquila se produce un incremento drástico de la conductancia térmica, dejando a los animales más expuestos a las fluctuaciones térmicas ambientales (Nespolo, 1998). Por esta razón es esperable que los animales compensen esta pérdida de calor con un aumento de la movilidad y desplazamientos, como señala Wilson (1989), ya que no es posible “cerrar” las “ventanas termorregulatorias” al estar los animales echados (de Lamo *et al.*, 1998), conducta que realizan normalmente como respuesta a las variaciones climáticas. Si bien los cambios en ambas conductas (entre otras), son identificados como indicadores de estrés (Swaigood, 2007), el efecto de dichos cambios fue de corta duración y de similar magnitud que los cambios estacionales observados para el grupo control.

La conducta amamantar no se vio modificada por la captura y sólo se modificó con el patrón estacional habitual, en relación a la edad de la cría (Vilá, 1992; Arzamendia y Vilá, 2012). El comportamiento de defensa (quieto-alerta) en machos familiares no respondió tampoco a los eventos de perturbación producidos por la captura/esquila, como sí ocurre en los animales en cautiverio (Mosca y Puig, 2003), sino que siguió expresando el patrón habitual, que varía por otras perturbaciones como la presencia de ganado y/o gente en el área.

Al ser los cambios conductuales generados por el efecto de la captura y esquila, de la misma magnitud que los generados por eventos estocásticos, se podría considerar que los mismos no ejercerían una presión de selección de origen antrópico importante sobre los animales bajo manejo (Arzamendia y Vilá, 2012).

Recomendaciones prácticas

En experiencias iniciales de esquila se adoptaron las recomendaciones de Bonacic (2000), así como otras recomendaciones básicas orientadas a mejorar el bienestar animal general (Grandin, 1997; De la Sota, 2004). Como resultado de las investigaciones realizadas durante estas experiencias, surgieron documentos de criterios de bienestar animal para el manejo de la especie por el GECS/UICN (ver <http://camelid.org/es/recursos/documentos-informativos/>; Bonacic *et al.*, 2012; Arzamendia *et al.*, 2012), como un importante insumo para la conservación y uso.

Algunas de las técnicas recomendadas para limitar el estrés fisiológico y conductual en el manejo de la vicuña, incluyen minimizar la distancia y la velocidad de los arreos, vendar los ojos, realizar el manejo en un entorno silencioso, y minimizar el tiempo de manejo. Esto reduce el estrés y permite que los animales alcancen un estado de calma y puedan enfrentar mejor la situación. La fecha de captura y esquila es también importante, eligiendo el período más apropiado, por las condiciones climáticas más benignas (temperatura ambiental y la menor posibilidad de lluvias, granizo y/o nevadas). Época además, en que las hembras preñadas se encuentran previas al último trimestre de gravidez y el riesgo de aborto es menor. Es importante también que las crías del año en curso estén más desarrolladas, incluso en vías de ser expulsadas por el macho familiar, por lo que una separación de sus grupos familiares tendría un menor impacto sobre ellas (Arzamendia *et al.*, 2010).

Iniciativas de manejo productivo de fibra de vicuña en la Argentina

Daniel Ramadori

La Constitución de Argentina reconoce, en su Artículo 41, los principios de conservación de la diversidad biológica y el uso sostenible de los recursos naturales. A partir de la reforma de la Constitución Nacional de 1994, realizada por la Convención Constituyente de

ese año, se establece que el dominio originario de los recursos naturales será de los estados provinciales (Art. 124), lo que además les trasfiere la obligación de conservarlos y en su Art. 75, establece que corresponde al Congreso de la Nación, asegurar la participación de los pueblos indígenas en la gestión referida a sus recursos naturales. El manejo de la vicuña, por lo tanto, está amparado y resguardado a nivel nacional.

A nivel internacional, los estamentos rectores del manejo de la vicuña son el Convenio para la Conservación y Manejo de la Vicuña, integrado por todos los países del área de distribución de esta especie y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres o Convención CITES, de los que Argentina es Parte. Aquí se consensuan pautas para el aprovechamiento comercial de la especie, sin perjudicar su viabilidad poblacional, garantizando su uso sostenible con beneficio para los pobladores locales (ver Box 12.1).

En este marco en nuestro país, la regulación del manejo de la vicuña, considerada a nivel nacional, como toda la fauna silvestre *res nullius* (del latín “cosa sin dueño”), recae en la Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable y en las provincias del área de distribución de esta especie. En Argentina, y al igual que en el resto de los países andinos, con presencia de esta especie, se realiza el aprovechamiento legal de la fibra de vicuña, a partir de la esquila en vivo y liberación de ejemplares, es decir, sin sacrificar a los animales para la obtención de este valioso producto.

En Argentina, las provincias que tienen poblaciones de vicuña son seis (Box 4.1), todas ubicadas al noroeste del país: Jujuy, Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. De ellas sólo Jujuy y Catamarca, poseen sus poblaciones silvestres en el Apéndice II de la Convención CITES, con lo cual solo ellas hacen aprovechamiento comercial de sus poblaciones. Esta actividad se realiza bajo la fiscalización de los gobiernos provinciales, junto al apoyo de otros organismos públicos, como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Secretaría de Gobierno de Agroindustria a través de la Secretaría de Agricultura Familiar, Coordinación y Desarrollo Territorial, entre otros. Por otro lado, las poblaciones silvestres ubicadas en el resto del área de distribución se encuentran incluidas en el Apéndice I. Existe una propuesta de Argentina a la CoP 18 de la CITES, para que se apruebe la transferencia del Apéndice I al Apéndice II de las poblaciones de vicuñas silvestres de la provincia de Salta, propuesta que ya cuenta con el beneplácito del Convenio de la Vicuña.

Aprovechamiento productivo de poblaciones silvestres o Manejo en Silvestría

De acuerdo a los datos remitidos por las provincias y presentados o a presentar, en los Informes de País en las Reuniones Ordinarias del Convenio de la Vicuña, (Informes País, Argentina, Convenio de la Vicuña), se informa un total de 13645 vicuñas esquiladas en silvestría entre los años 2015 y 2018, representando un 20.46 % de vicuñas esquiladas en Jujuy y 79,5% en Catamarca, con un notorio aumento en el tiempo. Esto se ve reflejado en la producción acumulada de fibra para el mismo período, que alcanza los 3603 kg, correspondiendo un 15.8% y un 84.2% a Jujuy y Catamarca, respectivamente (Tabla 12.2.1).

	Año	Jujuy	Catamarca
Animales esquilados	2018	1.729	2.904
	2017	1.405	2.138
	2016	576	3.108
	2015	488	2.702
Fibra obtenida (kg)	2018	393,2	1.005,5
	2017	316,1	882,0
	2016	136,6	1.088,4
	2015	116,3	1.063,3

TABLA 12.2.1.

Número de animales esquilados en silvestría y su producción de fibra en bruto reportado por las provincias de Catamarca y Jujuy.

Manejo productivo en criaderos

Otro sistema que se utiliza para la obtención de fibra de vicuña, son los establecimientos de cría en cautiverio o criaderos. Estos tuvieron su apogeo en la década de los años 90 y 2000, liderados por la Estación Experimental (EE) INTA de Abrapampa, Jujuy (Rebuffi, 1998; INTA EE Abrapampa, 2002). Sin embargo, este sistema ha sido constantemente cuestionado debido a su nulo aporte a la conservación y su poca viabilidad económica, relacionada esta última con los altos costos asociados a su implementación (Lichtenstein, 2004; Vilá y Lichtenstein, 2006). Dentro del área de distribución de la especie en el noroeste de Argentina, y de los 26 criaderos habilitados originalmente, sólo unos pocos teóricamente continúan operando, principalmente en la provincia de Jujuy y solo 2 en la provincia de Salta. Los planteles de los criaderos fueron conformados, en todos los casos, con ejemplares provenientes de la EE INTA de Abrapampa, Jujuy, los que están incluidos en el Apéndice II de la CITES, a partir de una propuesta presentada por Argentina en la Décima reunión de la Conferencia de las Partes, Harare (Zimbabue), en 1997, de la Convención CITES. Es difícil, actualmente, poder hacer un análisis de los parámetros productivos sobre estos criaderos, ya que su

producción de fibra no es constante y en algunos casos han tenido pérdidas significativas en sus planteles de ejemplares. En el caso de la provincia de Jujuy, actualmente y desde hace 3 años o más, ningún criadero privado ha solicitado a la Autoridad de Aplicación provincial, la aprobación de un Plan Operativo de Esquila o POE, con lo cual son considerados como inactivos por parte de dicha jurisdicción (Álvaro Núñez, comunicación personal). Solo permanece activo el perteneciente a la EE Abrapampa de INTA (Tabla 12.2.2).

Animales esquilados	2018	439
	2017	475
	2016	540
	2015	349
Fibra obtenida (kg)	2018	99,9
	2017	104,5
	2016	122,8
	2015	77,8

TABLA 12.2.2.

Número de animales esquilados y producción de fibra reportado para la EE Abrapampa de INTA, Jujuy, Argentina.

Comercialización

Un parte importante de la producción de la fibra de vicuña es la comercialización de sus productos. Un análisis de los años 2015 al 2018 indica que la Argentina exporta fibra y prendas de su propia producción, importa fibra del resto de los países andinos, y reexporta fibra principalmente a Europa. Durante el año 2015, Argentina exportó un total de 51,4 kg y reexportó un total de 1.092,4 kg de fibra de vicuña proveniente de Perú y Bolivia hacia Alemania. En dicho año no hubo exportación de prendas y el total de fibra importada fue de 1.954,9 kg proveniente de Bolivia, Perú y Chile. Durante el año 2016, se exportó un total de 1.761,7 kg y se reexportó un total de 560,7 kg de fibra de vicuña de Perú y Bolivia nuevamente hacia Alemania. En este año se exportaron 11 prendas artesanales (1,465 kg) a Rusia y EEUU, no existiendo importaciones declaradas. Durante el año 2017 se exportó un total de 746,9 kg y se reexportó un total de 275,7 kg de fibra. En este mismo año se exportaron 26 prendas artesanales (5,82 kg). En 2018 se exportó un total de 919,67 kg de fibra y se re-exportaron 368,52 kg de fibra importada desde Bolivia, Chile y Perú, además de 6 prendas artesanales a Perú. En estos 4 años se produjeron 5004,1 kg de fibra y se exportaron 4479,9 kg, parte de la diferencia no se ha exportado aún y parte está en manos de artesanos, fundamentalmente de la provincia de Catamarca.

Lo mencionado en los párrafos anteriores, pone en relieve el interés que aún genera esta especie como un recurso capaz de generar ingresos y mejorar la calidad de vida de las comunidades andinas en sistemas marginales a la producción ganadera y agrícola tradicional, rescatando con ello el valor cultural y de uso ancestral de la especie en la zona.

Conclusiones

Los resultados de los estudios analizados, muestran que el manejo de captura, manipulación y esquila de vicuñas en primavera, bajo la aplicación de criterios de bienestar animal, puede ser biológicamente sustentable cumpliendo con las condiciones de: a) mantener la mayor naturalidad posible del ecosistema, b) no involucrar la introducción ni domesticación de especies, c) mantener el rol ecológico de la población bajo manejo, además de mantener un mínimo nivel del impacto negativo que el uso produce sobre la especie, en cuanto al criterio del bienestar animal (Prescott–Allen, 1996).

Sin embargo, aunque en general son datos que no están informados en la literatura, estas pautas no se cumplirían en otras experiencias de manejo, las cuales sólo están orientadas a la producción de fibra, como por ejemplo el sistema de cría en cautiverio y algunas experiencias de uso en silvestría (Bonacic, 2000; Lichtenstein y Vilá, 2003; Sahley *et al.*, 2007; Castillo, 2018; obs. pers.).

En este sentido, consideramos que la única forma que nos permitirá acercarnos a cumplir el objetivo de conservación de la vicuña, es que los manejos propuestos para el uso de la especie, desde la gestión del Estado y desde los espacios de participación que aporten al consenso, lo hagan en función de que los mismos sean sustentables, respetando el estado silvestre de la especie, el acceso al recurso por parte de los genuinos beneficiarios y aplicando el criterio de precaución en cada una de las decisiones y acciones.

La conservación de las vicuñas como objetivo debería trascender las coyunturas y los intereses en conflicto de los diferentes estamentos de nuestra sociedad, y estar regido política y ejecutivamente por la valoración ética de la conservación de la biodiversidad. Para lograrlo, es imprescindible, entender e internalizar lo que constituye una especie silvestre, los procesos evolutivos, ecológicos y antrópicos que la afectan y la legislación que aplica. Por todo ello, un buen Plan de manejo debería constituirse en el producto de un proceso de valoración gubernamental para la toma de decisiones de proyectos y políticas de desarrollo, con actualizaciones en función de nuevas situaciones ambientales, aplicando además el criterio de precaución, para poder cumplir el objetivo de conservación de la vicuña austral.



Capítulo — 13

FOTO: Salar de Punta Negra, Antofagasta, Chile.
Benito A. Gonzalez

Moisés P. Grimberg Pardo
y Juan Pablo Contreras

Desafíos y oportunidades para la conservación de la vicuña austral (*Vicugna vicugna vicugna*) en Chile: fortaleciendo la planificación y capacidades institucionales para la conservación y protección de la fauna altoandina y su hábitat

Rol histórico del Estado en la conservación de la vicuña en Chile

Desde los inicios de la gestión de conservación de la vicuña en Chile, la Corporación Nacional Forestal (CONAF) como administradora del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), ha contribuido a la protección y recuperación de la especie. Esto a través de la creación y administración efectiva de un conjunto de siete áreas silvestres protegidas, emplazadas en el área de distribución de la Vicuña (ver Tabla 13.1). En todas estas áreas, la vicuña representa un objeto de conservación prioritario, y ha formado un componente fundamental en los informes justificativos y Decretos Supremos que fundamentaron su creación legal. Estas áreas silvestres protegidas alcanzan casi un millón de hectáreas aproximadamente, y cuentan con administración efectiva. Es decir poseen instrumentos de planificación, instalaciones administrativas y de control dispuestas en áreas claves. Además cuentan con presencia efectiva de guardaparques

TABLA 13.1.

Áreas silvestres protegidas, creadas y en proceso de creación, emplazadas en el área de distribución de la vicuña. Fuente: Elaboración propia.

* Superficie aproximada, explicitada en los expedientes de creación de dichas áreas.

Nombre del área silvestre protegida	Región administrativa	Año de creación	Superficie actual (ha)
Parque Nacional Lauca	Arica y Parinacota	1970 - 1983	137.883
Reserva Nacional las Vicuñas	Arica y Parinacota	1983	209.131
Monumento Natural Salar de Surire.	Arica y Parinacota	1983	11.298
Parque Nacional Volcán Isluga	Tarapacá	1967 - 1985	174.744
Reserva Nacional los Flamencos	Antofagasta	1990	73.987
Parque Nacional Llullaillaco	Antofagasta	1995	268.671
Parque Nacional Nevado Tres Cruces	Atacama	1994	59.082
Parque Nacional Salar del Huasco.	Tarapacá	área en proceso de creación	40.437*
Reserva Nacional Alto Loa	Antofagasta	área en proceso de creación	286.015*
Superficie total de las áreas silvestres protegidas creadas			934.796
Superficie total de área silvestres creadas y en proceso de creación			1.261.248

y profesionales dedicados a las acciones de monitoreo y fiscalización de la caza furtiva. Adicionalmente estos apoyan el manejo de las poblaciones con fines de conservación y de generación de utilidades económicas y sociales para las comunidades locales de origen indígena.

Por otra parte, en el año 1969 se firmó el Convenio Internacional para la Conservación y Manejo Sustentable de la Vicuña, entre Perú y Bolivia, el que en adelante se denominó el Convenio de la Vicuña. Posteriormente se adhirió Argentina, Chile y Ecuador en el año 1979, promulgado como ley de la República a nivel nacional en el año 1981. Fue la gestión proactiva de Don Hernán Torres Santibañez, quien en ese entonces se desempeñaba como Director Regional de CONAF en la región de Tarapacá, decisiva para que Chile adhiera al Convenio de la Vicuña y lo promulgara como ley de la República (Capítulo 14). Esto quedó reflejado en el propio documento del Convenio de la Vicuña del año 1979, en donde Don Hernán Torres aparece formando parte la delegación de Chile junto a los funcionarios del cuerpo diplomático, como representante de la Corporación Nacional Forestal. A partir de la década de los 80, la CONAF comienza actuar como secretaría técnica y de coordinación en el marco del Convenio de la Vicuña, rol que mantiene hasta la actualidad.

El año 2003 la CONAF coordina la formulación del Plan Nacional de Conservación (PNC) y Manejo de la Vicuña (*Vicugna vicugna*), que incluía a ambas subespecies de vicuña, la del norte (subespecie *mensalis*) y la austral (subespecie *vicugna*). En este se formaliza a la CONAF región de Arica y Parinacota, como secretaría técnica de la ejecución del Plan Nacional de Conservación y Manejo de la Vicuña. A partir de su implementación se han coordinado las acciones de protección, manejo, investigación y monitoreo de las poblaciones comprometidas en el PNC, así como el cumplimiento de los compromisos que Chile ha adoptado en el marco de la Convención de la Vicuña.

El año 2016 la secretaría técnica del PNC de la Vicuña, formalizó el relevamiento de la vicuña austral como objeto de conservación específico del plan, cuya gestión histórica se había focalizado preferentemente en las poblaciones de vicuña del norte. Esto ya que ambas subespecies presentan diferentes contextos de conservación, en cuanto a sus amenazas y presiones de uso, y por lo tanto se plantean diferentes objetivos para su conservación y manejo. Para la vicuña del norte, además de los objetivos de protección de las poblaciones, se incluyen objetivos de manejo sustentable y comercialización de fibra para el beneficio económico de las poblaciones locales. En cambio para la vicuña austral los objetivos están dirigidos a la protección de las poblaciones relictas de distribución marginal meridional. En consecuencia, el año 2016 se acuerda a nivel país, elaborar y formalizar un “Plan Nacional de Conservación de la Vicuña Austral”.

En el informe de Chile al Convenio de la Vicuña año 2017, el país formalizó el relevamiento de la vicuña austral como objeto de conservación específico del Plan Nacional de la Vicuña. Dicho relevamiento, incluyó un diagnóstico básico del estado de conservación de la subespecie, y de las brechas importantes de la gestión de conservación propiamente tal, antecedentes que quedaron consignados en el informe nacional mencionado. De esta forma, la CONAF coordina el año 2017, el proceso de formulación del Plan Nacional de Conservación de la Vicuña Austral, como un

subcomponente del Plan Nacional de Conservación de la Vicuña del año 2003, formalizándose a la CONAF región de Antofagasta, como secretaría técnica de dicho plan.

Hoy en consecuencia se puede señalar que el Estado, a través de CONAF, mantiene capacidades institucionales, presupuestarias y de recursos humanos, así como presencia efectiva en el territorio que constituye hábitat de la vicuña en Chile, ejecutando programas específicos de protección, manejo, monitoreo de las poblaciones, y participación comunitaria, que reflejan la alta prioridad que la conservación de la vicuña ha representado y representa actualmente para la institución. Sin embargo, aún los recursos son insuficientes para lograr el control de todas las amenazas que afectan a la especie, y la administración efectiva e integrada de todo el conjunto de áreas protegidas establecidos en la zona de la Puna que incorporan hábitat de la vicuña.

La gestión histórica de conservación de la vicuña a partir de la gestión de las áreas silvestres protegidas del Estado y el proyecto de conservación y manejo sustentable de la vicuña, tiene un alto reconocimiento tanto a nivel nacional como internacional. Esto por tratarse de un proyecto que logró revertir la extinción de la especie, prácticamente erradicar la caza furtiva, incrementar las poblaciones animales de forma significativa en toda su área de distribución, e impulsar el manejo sustentable de las poblaciones para el beneficio de las comunidades indígenas y locales presentes en el hábitat de la vicuña. No obstante, en la última década, luego de 40 años de desarrollo del proyecto internacional de conservación de la vicuña, y producto del incremento de la comercialización internacional de la fibra y productos textiles provenientes de la esquila de animal vivo, se ha activado la caza furtiva. Esto ha puesto en evidencia las brechas en los sistemas de regulación y trazabilidad de los productos tanto dentro de los países como en el mercado internacional. Por otra parte, la dinámica antrópica en la zona de la Puna se ha incrementado de forma significativa, con el aumento de actividades tales como la minería, el sector energético, la construcción de carreteras y pasos fronterizos de integración, entre otros. Esto en conjunto con el cambio climático, ha generado un nuevo escenario que amerita la reorientación de las estrategias a partir de la gestión del SNASPE, para reducir las actuales amenazas e impulsar una nueva etapa en la historia de la conservación de la vicuña en Chile.

Fortalecimiento de la planificación para la conservación de la vicuña austral

En la última evaluación realizada del Plan Nacional de Conservación y Manejo de la Vicuña (CONAF, 2003), se indica que existen brechas significativas en el cumplimiento de algunos objetivos estratégicos claves. Por ejemplo el objetivo: “Desarrollar una estrategia comercial del uso actual, diversificar su utilización e integrarla al desarrollo del altiplano”, tenía expectativas importantes respecto de las potencialidades de generación de ingresos económicos para las comunidades indígenas a través del manejo de las poblaciones adscritas al Apéndice 2 de CITES. Sin embargo, no logró concretarse a la escala esperada, existiendo un bajo involucramiento de las

comunidades indígenas, con baja proporción de animales manejados y producción de fibra exportada anualmente, del total de la población de vicuñas susceptibles de manejo productivo.

Por otra parte, se refleja una baja participación de terceros en la ejecución del plan, tales como las comunidades locales e indígenas, la academia, otros servicios públicos con atribuciones legales (Servicio Agrícola y Ganadero, Ministerio de Medio Ambiente, Policía de Investigaciones, Carabineros, acotados solamente a fiscalizaciones de caza furtiva), y otros actores territoriales claves (sector minero y turístico), existiendo algunas excepciones tales como las comunidades incluidas en el manejo productivo de la vicuña, e investigación puntual impulsada por el propio interés del sector académico, más que promovida formalmente desde la instancia de coordinación del PNC.

Por último la evaluación arrojó, la ausencia de metas e indicadores de gestión, que permitan medir el impacto de la implementación del plan en las poblaciones de vicuña propiamente tal, es decir careció de un enfoque de gestión por resultados, focalizándose en el establecimiento de programas de protección, investigación, monitoreo de las poblaciones, educación ambiental y participación comunitaria. Como consecuencia, si bien ha existido cumplimiento de las metas programáticas, el monitoreo las poblaciones de vicuña en los últimos años ha evidenciado una tendencia a la reducción poblacional, sin que exista información suficiente con base científica, para interpretar estos cambios y promover las acciones pertinentes.

En atención a lo señalado, y para abordar los nuevos desafíos que se enfrentan en esta nueva etapa del desarrollo de la conservación de la vicuña, se planteó la necesidad de iniciar un proceso de actualización del instrumento de planificación. Para esto se realizó una revisión, evaluación y definición de actividades pertinentes, orientadas a la problemática de cada sub-especie y focalizando la acción a escala local. En una primera fase se acotó a la subespecie de vicuña austral, utilizando como base la metodología de Estándares abiertos para la práctica de la conservación (CMP, 2007). Además se consideraron las recomendaciones y principales lineamientos contenidos en la reciente publicación denominada “Guía de planificación para la conservación de especies” (UICN-SSC, 2017). Como resultado de este proceso de actualización, se presenta un resumen de las principales definiciones:

Alcance

El alcance del plan se estableció en relación a toda la distribución natural actual de la vicuña austral presente en Chile. El límite Norte de su área de distribución prácticamente coincide con el límite norte del Parque Nacional Volcán Isluga, ubicado al norte de la quebrada de Tarapacá (Región de Tarapacá). El límite Sur del alcance territorial, se considera en el límite administrativo de la regiones de Atacama y Coquimbo entre las cotas altitudinales de los 2.900 y 5.000 m.s.n.m.

Visión

“Las poblaciones de vicuña austral se mantienen saludables en hábitats adecuadamente conservados y bajo control estricto de las amenazas. Situación garantizada por la gestión interinstitucional fortalecida a nivel del territorio, el desarrollo del conocimiento en torno a la especie, y una acción ciudadana y de las comunidades locales e indígenas activa e informada, que releve los servicios ecosistémicos y el valor sociocultural de la especie”.

Amenazas directas

Las principales amenazas directas que actualmente afectan a la subespecie (Tabla 13.2) quedaron seleccionadas y ordenadas según la siguiente prioridad decreciente:

- ~ Extracción de agua
- ~ Enfermedades y patógenos (en especial la sarna)
- ~ Presencia de caminos y huellas
- ~ Caza ilegal
- ~ Desarrollo de obras civiles
- ~ Presencia de especies exóticas invasoras
(en particular burros asilvestrados)

La calificación de amenaza involucró un conjunto de criterios que incluyen el alcance, magnitud y reversibilidad, los que se aplicaron a las diferentes amenazas directas de la vicuña austral (Tabla 13.2).

El incremento de la dinámica del desarrollo antrópico en general, aparece como una de las amenazas actuales de mayor importancia para el caso de la vicuña austral. En particular la extracción de aguas de los ecosistemas que constituyen hábitat preferencial de la vicuña como las formaciones azonales de vegas y bofedales. Por otro lado, las enfermedades de fauna silvestre y en particular la sarna, es también muy importante como amenaza actual para la vicuña austral. Esta amenaza se manifiesta en diferentes intensidades, aunque en general en intensidades bajas, pero presente en gran parte del área de distribución de la vicuña austral. De menor importancia, con calificación media, se encuentra la caza furtiva, la que es una de las preocupaciones más significativas a nivel internacional (Tabla 13.2).

Por otra parte, se realizó un análisis de la vulnerabilidad de la vicuña austral frente al fenómeno del cambio climático, considerando tres criterios, a saber: exposición, sensibilidad, y capacidad de adaptación. Al respecto, el análisis concluyó en una probable afectación alta de este componente en aspectos tales como la distribución, productividad y calidad de las formaciones vegetales que constituyen praderas de forraje para las vicuñas. Esto tanto en las de carácter zonal como especialmente las azonales, debido a la variación climática global y modificaciones graduales en variables como precipitaciones, temperatura y humedad relativa, entre otros. Este componente podrá manifestarse de forma más temprana en poblaciones de distribución marginal y con condiciones de mayor estrés ambiental, como es el

TABLA 13.2.

Amenazas directas de la vicuña austral y su calificación. Fuente: Plan Nacional de Conservación de la Vicuña Austral (CONAF, 2017)

caso de la vicuña austral. Esto pondrá en juego la capacidad de adaptación de la subespecie donde factores cruciales, serán la disponibilidad de agua corriente y la conectividad de ecosistemas, que permita la viabilidad de la subespecie en un proceso de desplazamiento continuo (Tabla 13.2).

Amenazas directas	V. vicugna vicugna	Alcance	Gravedad/Severidad	Irreversibilidad	Calificación final
Extracción de agua		Muy alto	Alto	Muy alto	Muy alto
Enfermedades de fauna silvestre (sarna)		Alto	Alto	Medio	Alto
Presencia de caminos y huellas		Medio	Medio	Medio	Medio
Caza ilegal		Muy alto	Medio	Medio	Medio
Desarrollo de obras civiles		Bajo	Alto	Muy alto	Medio
Presencia de especies invasoras (burros)		Alto	Medio	Medio	Medio
Presencia de camélidos domésticos (llamas y alpacas)		Alto	Bajo	Bajo	Bajo
Presencia de ganado (equino, caprino bovino, y ovino)		Bajo	Medio	Medio	Bajo
Contaminación de cuerpos de agua (humedales alto andinos)		Bajo	Medio	Medio	Bajo
Intrusión y perturbación humana		Medio	Bajo	Bajo	Bajo
Presencia de perros		Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Análisis de vulnerabilidad		Exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación	Calificación final
Cambio climático		Alta	Muy Alta	Medio	Alta

TABLA 13.3.

Estrategias y su calificación. Fuente: Plan Nacional de Conservación de la Vicuña Austral (CONAF, 2017)

Líneas estratégicas

El PNC de la vicuña austral identifica seis estrategias generales para influir en los factores contribuyentes que determinan las amenazas prioritarias de la subespecie, las que fueron tipificadas en función de los criterios de impacto potencial y de factibilidad (Ver Tabla 13.3).

Estrategia	Impacto potencial	Factibilidad	Calificación final
Educación para la conservación	Muy Alto	Alto	Efectivo
Fiscalización y control del uso del agua	Alto	Alto	Efectivo
Fortalecimiento de la legislación y normativa.	Alto	Medio	Menos efectivo
Desarrollo de alianzas y asociatividad (protección, investigación, otros)	Alto	Alto	Efectivo
Finanzas de la conservación.	Alto	Medio	Menos efectivo
Protección de tierra y agua.	Alto	Alto	Efectivo

Objetivos

El enfoque de planificación por resultado desarrollado por el PNC, generó cinco objetivos con indicadores de carácter preferentemente cuantitativo, focalizados específicamente en el objeto de conservación vicuña austral y su hábitat (Tabla 13.4).

TABLA 13.4.

Objetivos del Plan Nación de Conservación de la vicuña austral. Fuente: Plan Nacional de Conservación de la Vicuña Austral (CONAF, 2017)

(*) Las condiciones óptimas de calidad y de conectividad de hábitat serán definidas de acuerdo a los datos científicos relevados a partir del programa de investigación (definirá indicadores de calidad y conectividad del ecosistema).

Objetivos del PNC de la Vicuña Austral
1. Para el año 2022, se espera que el tamaño poblacional de vicuña austral se mantenga en su estado actual de 1.800 – 2.000 individuos, o que aumente.
2. Para el año 2027, al menos el 90% del hábitat mantiene condiciones óptimas de calidad y la conectividad necesaria (*) para asegurar poblaciones viables de vicuña austral.
3. Al año 2022 se mejora el conocimiento respecto al área de distribución de la vicuña austral (dentro y fuera de ASP).
4. Al año 2025 la superficie de hábitat actual de la vicuña austral bajo protección oficial aumenta en 15%.
5. Al año 2020, los registros anuales de muerte de individuos por cacería furtiva se reducen en un 50 % a los detectados el año 2015.

Los desafíos y oportunidades para la protección y conservación de la vicuña austral en el mediano y largo plazo.

La elaboración del plan de conservación, busca generar un impulso para relevar la situación particular de la vicuña austral en el país, que permita focalizar y proyectar los esfuerzos de los actores interesados para contribuir a la protección y conservación de las poblaciones de vicuña austral y su hábitat. Por otra parte, la existencia de un número importante de superficie declarada área de protección oficial, establece un contexto de representación latitudinal del ecosistema del altiplano que permite visualizar la conservación desde una mirada de territorio ecorregional y con esto proyectar un trabajo integral con los actores públicos y privados presentes en el territorio. Esto permite focalizar los esfuerzos en la protección de los objetos de conservación y especies emblemáticas como la vicuña, guanaco, flamencos altoandinos, entre otras especies presentes en el altiplano. Abordando las amenazas directas y factores contribuyentes presentes en el territorio a partir de estrategias y acciones transversales de conservación.

En particular, el plan de conservación de la vicuña austral establece y prioriza una serie de estrategias y acciones de conservación relevantes de ser implementadas para permitir la conservación de la especie en el largo plazo, siendo las más relevantes las siguientes:

a) Fortalecimiento de la institucionalidad ambiental

En esta etapa en la conservación de la vicuña, se deberán generar las condiciones institucionales y de gestión para lograr la focalización de la acción a nivel de cada una de las subespecies, y lograr la dinamización de los acuerdos y acciones establecidas en función de la problemática de conservación particular que aqueja a cada subespecie, en particular a la vicuña austral.

En tal sentido, el primer desafío institucional será la implementación formal de la secretaría técnica del Plan de Conservación de la Vicuña Austral, instancia radicada en CONAF, que tendrá la función de coordinación efectiva de la gestión asociada a nivel macrozonal, así como orientar la toma de decisiones en torno a las acciones comprometidas en el PNC y de seguimiento y evaluación periódica de la gestión. La secretaría técnica deberá establecer una coordinación efectiva con todos los actores relevantes e interesados, especialmente para dar cumplimiento y reportar los compromisos de Chile frente al Convenio Internacional de la Vicuña, y a través de esta impulsar la coordinación internacional para atender la gestión de conservación de la vicuña a nivel de subespecie.

Las regiones que involucran hábitat de la vicuña austral, deberán formalizar las secretarías de coordinación regional, teniendo la función de coordinación de los actores claves y territoriales vinculados al PNC a nivel de cada una de las regiones respectivas. Las funciones principales de las secretarías de coordinación regional, serán el establecer y operar mecanismos formales y efectivos de coordinación con otros servicios públicos específicamente el Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREL) y del Medio Ambiente (MMA), Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), Municipios respectivos, entre los principales. Además deberán establecer mecanismos formales de coordinación con las comunidades locales e indígenas, ONGs y otros actores territoriales identificados en el PNC. Tendrán la responsabilidad de supervigilar la operación de los programas técnicos del Plan, los que son coordinación institucional, investigación y monitoreo, conservación y manejo, y capacitación y divulgación.

b) Relevar los desafíos, amenazas y esfuerzos de protección y conservación realizados en el país, y fortalecer la gestión de conservación de la subespecie

Se deberá priorizar la comunicación y difusión amplia de los desafíos de la conservación de la vicuña austral, y las acciones de educación ambiental para la conservación, de forma de generar la inflexión en la gestión, para enfrentar de forma efectiva esta nueva etapa para la conservación de la vicuña, con una fuerte orientación a la generación de impactos positivos concretos en las poblaciones animales, y la gestión estratégica multisectorial e interdisciplinaria.

c) Fortalecer la coordinación de los países con presencia de la subespecie para prevenir y combatir la cacería furtiva y el tráfico internacional de fibra en el marco de la cooperación internacional, a través del Convenio Internacional de Conservación y Manejo de la Vicuña.

La coordinación y trabajo técnico conjunto entre países que poseen poblaciones de vicuña, tanto naturales, como reintroducidas, ha tenido una gran incidencia en la protección y conservación de la especie. Esto ha logrado fortalecer el trabajo conjunto, favoreciendo el compartir aprendizajes y problemáticas para un abordaje vinculado de la conservación por parte de los países. Esto ha generado un escenario y oportunidades de conservación únicos a nivel mundial, lo que pocas veces sucede en la práctica. No obstante, es necesario continuar poniendo atención a amenazas comunes que afectan a la vicuña, como son la cacería furtiva y el tráfico de fibra, debido al alto valor de la fibra en el mercado informal y a la extensión del territorio, lo que dificulta su control.

d) *Involucrar y establecer instancias de coordinación de acciones conjuntas público-privadas.*

Las alianzas estratégicas con terceros es otro aspecto fundamental que deberá enfrentarse con mayor énfasis, especialmente en la necesidad de incorporar y coordinar esfuerzos con el sector productivo (turismo, minería y energía). Esto con la finalidad de compatibilizar los usos presentes en el territorio con la conservación de los objetos de conservación biológicos y culturales.

La presencia de las comunidades indígenas en el área de distribución de la vicuña austral, representa una oportunidad relevante, para establecer procesos de protección territorial y creación de áreas protegidas. Esto en particular en sitios en donde las amenazas se manifiesten de forma más crítica y a escala local, especialmente en el entorno de algunos poblados de comunidades que visualizan a la vicuña como un elemento enriquecedor del paisaje lo que contribuye a mejorar la oferta turística local que muchas comunidades se encuentran desarrollando. Cabe señalar en este sentido, que gran parte del hábitat de la vicuña austral se encuentra dentro de áreas de desarrollo indígenas creadas en virtud de la Ley Indígena, específicamente Jiwasa Oraje con 1.579.577,91 has, en la Puna de la región de Tarapacá, y Atacama La Grande y Alto El Loa, con 2.369.800 has, y de 1.271.628 has respectivamente, en la región de Antofagasta. Por esto se deberá realizar un esfuerzo para involucrar a las comunidades indígenas ahí presentes en los desafíos para la conservación de la vicuña austral, aprovechando el fuerte vínculo ancestral con la especie (Box 13.1) y lograr una conservación entendida como una inversión de largo plazo, asegurando el desarrollo sustentable de las comunidades altoandinas, a través de por ejemplo, el turismo.

e) *Fomentar la investigación y monitoreo de las poblaciones de vicuña austral.*

Otro desafío que deberá enfrentarse en el corto plazo, es el desarrollo de la investigación en materias prioritarias como estudios del hábitat, de viabilidad genética de poblaciones en áreas de concentración prioritarias, entre otros. Por otra parte es fundamental el mejoramiento de las metodología y tecnología de monitoreo de las poblaciones de la vicuña austral que incluyan el hábitat, la administración de bases de datos y las técnicas para interpretar las dinámicas estacionales e interanuales de las poblaciones. Considerando los atributos ecológicos prioritarios definidos por el PNC y las características de la estructura y funcionamiento del hábitat.

Valor histórico-cultural de la vicuña en Atacama, Chile

Cristian Bonacic y
Ana Muñoz

Los camélidos sudamericanos como la vicuña fueron un factor importante para que los pueblos andinos logran su desarrollo, ya que proporcionaban a estos, recursos productivos altamente valorados, tales como fibra, pieles, carne, entre otros. El valor histórico y cultural de los camélidos ha sido plasmado en los registros arqueológicos e históricos, pictografías y pinturas rupestres de estos pueblos, los cuales revelan el rol preponderante que tenían estos animales en la vida de las culturas que poblaron el norte de Chile, tanto en actividades ceremoniales y culturales, como económicas.

La región de Atacama ha sido ocupada por distintos grupos culturales a lo largo de los siglos (Cabello et al., 2010). En la Puna de Atacama hay una larga historia de explotación de los camélidos por parte de los grupos humanos. En los sitios arqueológicos que datan por lo menos de 8000 A.C. ya existía evidencia de la caza del guanaco (*Lama guanicoe*) y la vicuña por parte de los grupos indígenas (Olivera, 1997). El complejo cultural Las Ánimas (500 y 1000 d.C.), que habitaba el altiplano por ejemplo, da indicios del valor de los camélidos en sus ritos funerarios, donde en general practicaban el entierro de individuos junto con camélidos. Durante el período de la Cultura Copiapó (1000 – 1400 d.C) se evidencia la relación con los camélidos silvestres, principalmente manifestada a través de su cerámica.

En el valle de Copiapó se han encontrado ocupaciones prehistóricas que datan del Periodo Intermedio Tardío (1.000 d.C. -1.400 d.C.) y Tardío (1.400 d.C. a 1.536 d.C.) (i.e. cercano al 1.470 d.C), cuando el valle de Copiapó paso a ser parte del *Tawantinsuyo*. Se creen que estas ocupaciones fueron refugios temporales utilizadas en contextos de caza de camélidos y/o como lugares de descanso de rutas de movilidad asociadas a las caravanas de llamas (*Lama glama*) que pudieron haber atravesado la zona (ARCADIS, 2011). En el mismo lugar se han encontrado restos de camélidos y vellones de vicuñas asociados a ofrendas en centros ceremoniales emplazados en las cumbres de los volcanes Copiapó y Jotabeche lo cual demuestra la importancia de los camélidos en ritos ceremoniales (Reinhard, 1991). Este tipo de evidencias también han sido encontradas en el sector argentino, colindante con la frontera chilena, asociado a grandes volcanes y datan del mismo periodo de tiempo (Incahuasi Grande; Ratto y De Nigris, 2012).

En períodos más recientes de la historia los antecedentes muestran que los camélidos silvestres, a pesar de su constante disminución, seguían siendo relevantes para la economía y cultura local. Rodulfo Philippi en su libro “Viage al Desierto de Atacama” en 1860 relata su viaje a la región de Atacama hasta lo que es la actual región de Antofagasta. El naturalista describe en diversas ocasiones, lo común que era cazar guanacos y vicuñas en aquella época y cómo de vez en cuando, los cazadores llevaban la carne de guanaco y vicuña a los centros urbanos para su venta.

En la actualidad los pueblos Kolla y Diaguita continúan teniendo una estrecha relación con los camélidos silvestres. Las comunidades indígenas en particular afectan y se ven afectadas por los camélidos silvestres de manera positiva, pues vicuñas y guanacos tienen un valor ancestral y cultural para ellas, por lo que en general, los valoran

y protegen de manera desinteresada (PUC, 2014). Esta valoración y protección se ve reflejada en la creencia del *Yastay* o guanaco blanco, divinidad que protege a los camélidos, guanacos y las vicuñas, del exceso de caza y ante peligros humanos. También se ve reflejada en las tradiciones culturales asociadas a los camélidos y en la participación en proyectos para su conservación (INDAP, 2013).

La capacidad de reconocer a la vicuña en la región de Atacama en la actualidad varía considerablemente dependiendo del sector, dado que estos animales no están presentes de igual manera en el territorio. La vicuña es casi desconocida en los sectores costeros, pocas personas logran describirla y diferenciarla del guanaco. En cambio, en los sectores cordilleranos y valles interiores en general los habitantes conocen a la vicuña y saben distinguirla del guanaco (PUC, 2014).

Agradecimientos: Proyecto Fondap 15110006 (Centro de Estudios Interculturales e Indígenas, CIIR).

f) Creación y ampliación de áreas silvestres protegidas en el hábitat de la especie.

Si bien es cierto la gestión y administración de áreas de protección oficial en el ecosistema lleva más de cuatro décadas de continuo desarrollo y crecimiento, es necesario continuar con los esfuerzos orientados a la creación de nuevas áreas protegidas, y la ampliación de las áreas ya existentes.

En síntesis se deben resaltar y fortalecer los esfuerzos del Estado, que ha mantenido por más de 40 años, en la gestión de conservación de la vicuña. Esto principalmente a través de la gestión institucional por parte de la Corporación Nacional Forestal, tanto en el territorio nacional, como en el ámbito internacional en el marco del Convenio Internacional de Conservación y Manejo Sustentable de la Vicuña. Además se deben utilizar las capacidades institucionales y profesionales desarrolladas y proyectarlas en el contexto de los nuevos enfoques de planificación para la gestión por resultados, y de administración efectiva del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE).



Benito A. González,
Carlos Nassar,
Juan Pablo Contreras y
Domingo Hoces

Hernán Torres Santibáñez (1946 – 2017) y su aporte a la conservación de los camélidos silvestres

INTRODUCCIÓN

Desde febrero de 2017 que Hernán Torres no nos acompaña. Muchos de los que lo conocimos más en profundidad, y en otras instancias alejadas de los camélidos, sabemos la pérdida que sufrimos y lo extrañamos constantemente, fue un gran y leal amigo. Es muy difícil intentar resumir su agitada vida en pro de la conservación. Por ello, el principal objetivo de este capítulo es mostrar una breve reseña de las múltiples actividades que llevó adelante Hernán en el ámbito de los camélidos sudamericanos silvestres, particularmente su trabajo con la vicuña.

Hernán poseía títulos de Bachiller en Ciencias en Recursos Naturales de la Universidad de Michigan y de Master en Estudios Ambientales de la Universidad de Yale, ambos obtenidos en los Estados Unidos. Esta formación le dio una visión y base para poder enfrentar los múltiples desafíos de su vida laboral desde muy joven. Fue Director Regional de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) en Tarapacá (Chile), entre los años 1974 y 1981, y luego entre el 1984 y 1985. En el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), de Costa Rica, lideró entre los años 1986 y 1988 el equipo que elaboró los planes de manejo de áreas protegidas. Posteriormente fue especialista en Áreas Protegidas para el Departamento de la Región del Caribe de The Nature Conservancy entre los años 1995 y 1998. Además Hernán fue evaluador de Proyectos de Planificación Ambiental en Chile, América Latina y el Caribe, y un exitoso Consultor Internacional en planificación y manejo de áreas protegidas, desarrollo sostenible, servicios ecosistémicos y biodiversidad, trabajando con organismos multilaterales tales como el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Programa de Naciones Unidas

para el Medio Ambiente (PNUMA), el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM-GEF) del Banco Mundial, y la Convención sobre los Humedales (RAMSAR). Participó activamente en iniciativas de la UICN como Miembro de la Comisión Mundial de Áreas Protegidas (CMAP) y de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la UICN, a través del Grupo Especialista en Garzas y del Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos Silvestres (GECS).

Hernán comenzó a trabajar con la vicuña inicialmente desde la CONAF. Ingresó a esta institución el año 1973, para ser destinado a la región de Tarapacá el año 1974, asumiendo posteriormente la Dirección Regional entre los años 1978 y 1982 (Figura 14.1). Mientras estuvo allí se hizo cargo de llevar adelante el Plan de Conservación de la Vicuña en el Parque Nacional Lauca (Chile). Allí comenzó a trabajar con un objetivo muy claro: aumentar las poblaciones de vicuña en el parque (Torres, 2000). Al respecto comentaba: “Comencé a trabajar en la conservación de la vicuña el año 1973. El gobierno militar me dejó seguir porque era inofensivo...”, “...gestioné ayuda internacional y recibimos donaciones en dinero y equipo desde la World Wildlife Fund y la Sociedad Zoológica de Nueva York y de la Sociedad Zoológica de Frankfurt”. Hernán sentía el estigma de haber trabajado en un organismo del estado durante el gobierno militar, pero tenía claro que si no lograba convencerlos de la importancia de proteger a la vicuña, el futuro de esta especie en Chile estaba sepultado. Todos estos fondos, que llegaban directamente “a su cuenta personal”, Hernán los utilizaba para la adquisición de equipos y vehículos, y para la contratación de personal como guardaparques, muchos de ellos, de la comunidad Aymara.

FIGURA 14.1.

Hernán Torres como Director Regional junto a la “mascota” institucional en actividades de la CONAF. (Fotografía: archivo CONAF Arica y Parinacota).



Entre las medidas de gestión que generó para la vicuña en la entonces región de Tarapacá está el financiamiento y ejecución de los primeros censos de vicuñas, lo que sentó las bases para la conservación absoluta del recurso y de este modo salvarlo de la extinción. Para ello, se determinaron 32 sitios de censo de vicuñas al interior del área silvestre protegida, sitios que aún siguen siendo censados.

Además, Hernán gestionó la incorporación de Chile al Convenio para la Conservación y Manejo de la Vicuña, el que se logró en 1981. Con esto Hernán logró posicionarse a nivel internacional en el ámbito de la gestión de conservación, poniendo todo de su parte en que los acuerdos y resoluciones del Convenio fueran ejecutados en Chile.

Gracias a sus actividades a nivel nacional e internacional fue nombrado Miembro de la CSE de la UICN, y posteriormente Presidente del Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos Silvestres entre los años 1980 y 1995, y entre el 2002 y 2006. En el primer período se centró en aumentar el conocimiento acerca de la situación poblacional de los camélidos silvestres y afianzar el desarrollo de las áreas protegidas. Además, fue líder en generar recomendaciones sobre el manejo de estas especies con fines productivos, atendiendo a las solicitudes de CITES y de los Organismos Gubernamentales de los países (Torres y Puig, 2012). En este período se redacta el Plan de Acción para los Camélidos Sudamericanos del cual él fue el Editor (Torres, 1992). También organizó y participó en la primera reunión técnica de especialistas de camélidos silvestres del GECS (Figura 14.2).

Durante este período se involucró, como miembro de la misión de evaluación de la International Union for Conservation of Nature y la World Wildlife Fund, en el debate sobre el manejo de cosecha de vicuñas en Pampa Galeras debido a la abundancia que había alcanzado la especie en esa reserva (Dourojeanni, 2014). Aquí sus aportes fueron validar el método de conteo directo por tierra de las vicuñas (Torres, 1983), ya que el censo aéreo dejaba de contabilizar entre un 46% y 74% de animales (Norton-Griffith y Torres, 1980; Eltringham, 1980; Eltringham y Jordan, 1981), y generar sugerencias sobre qué caminos debía seguir el manejo de la vicuña en Pampa Galeras (Norton-Griffith y Torres, 1980).

Hacia el año 1993 Hernán logra el apoyo financiero de la UICN para las primeras investigaciones relativas a las técnicas de captura y esquila de vicuñas. Las temáticas que logró desarrollar se relacionaban con la transformación de la fibra en tela y sus aspectos socioculturales, las que se tradujeron en la formulación participativa del “Plan de desarrollo de la comunidad Aymara mediante la utilización sustentable de la vicuña en Chile” (CONAF/UICN, 1993), dando inicio a una nueva fase en la historia de la vicuña en Chile, ahora desde la utilización sostenible como estrategia de conservación y manejo.

FIGURA 14.2.
Reunión Técnica del GECS en Arica, 1980. A la izquierda Hernán Torres (Fotografía: archivo CONAF Arica y Parinacota).



Uno de los grandes aportes que hizo Hernán se encuentra en una sencilla pero completa definición sobre el concepto de Manejo de Fauna, el cual aplicó a la vicuña (Torres, 1987): *El “manejo” de cualquier especie puede ser definido como una actividad resultante de la integración de intereses sociales que se fundamentan en valores científicos, económicos, tecnológicos y hasta políticos, ya que esencialmente “manejar” un recurso implica controlarlo y guiarlo.* Este texto fue rescatado por Ojasti (2000) como una de las definiciones para América Latina donde enfatiza los aspectos socio-económicos de las relaciones entre el ser humano y la fauna.

Durante el 2002 y 2006, bajo su dirección, el GECS fortaleció las recomendaciones con respecto al manejo en estado silvestre de la vicuña y el guanaco, como método para garantizar la sustentabilidad ecológica y social del sistema (Torres y Puig, 2012).

Hernán lidió con los aspectos “academicistas” de la conservación aunque no era su principal interés publicar artículos científicos, ya que él privilegiaba la aplicación de acciones de conservación, anteponiendo este objetivo por sobre los demás. Sin embargo, consideraba prioritario que las decisiones se tomaran basadas en información científica. Mientras fue Presidente del GECS, y fuera de ella, realizó grandes contribuciones, publicando trabajos que orientaran las decisiones y acciones de conservación y manejo de vicuñas y guanacos, junto con la divulgación de los camélidos silvestres y sobre su experiencia en conservación en este grupo taxonómico (Tabla 14.1).

En todas las instancias en que estuvo vinculado a los camélidos sudamericanos silvestres, ya sea en la CONAF, en el marco del Convenio y finalmente en el GECS como Miembro Activo, siempre luchó contra la caza furtiva, principalmente de la vicuña, que le indignaba de sobremanera. Para Hernán este tema fue siempre prioritario. Incluso ya fuera de nuestro Grupo Especialista y como Miembro de la ONG Chilena Comité Pro Defensa de la Fauna y Flora (CODEFF), colaboró activamente en apoyar la Moción 103 - Conservación de vicuñas (*Vicugna vicugna*) y comercio ilegal de su fibra (WCC-2016-Res-093-SP), del Congreso Mundial de la Naturaleza de la UICN celebrado en Hawai'i, EEUU, en 2016, conectando a las ONGs que conocía en Sudamérica para lograr el voto de aprobación. Hernán nos apoyó siempre en este tema desde otras trincheras, gestionando reuniones con las autoridades locales en Chile y sugiriendo medidas de cómo enfrentar este flagelo.

Fue en esta última institución a la que perteneció (CODEFF), la que lo recibió en la región del Maule en 2013, donde realizó sus últimas actividades de conservación y gestión, siendo parte del Consejo Consultivo del Ministerio del Medio Ambiente en la región del Maule, y colaborando activamente en la elaboración del Plan de Acción sobre Cambio Climático, Aves y Biodiversidad para Chile, realizado entre la Birdlife International, la National Audubon Society y CODEFF. Aquí, como integrante del área de Biodiversidad, también participó en la capacitación a voluntarios para enfrentar la emergencia de los incendios que afectaron a Chile central el verano de 2017. Con su incansable actitud de apoyo y entrega a la causa medioambiental, mostraba otra de sus facetas muy característica en él: ayudar voluntaria y gratuitamente para proteger y conservar.

Si se analiza a Hernán y sus logros, las posiciones de responsabilidad

Torres, H., Palma, R., Hernández, L., Rottman, J., y Mann, G., 1978	Plan para la Conservación y Aprovechamiento Racional de la Vicuña. CONAF. Arica, Chile. 75 páginas.
Rodríguez, R. y H. Torres, 1981	Metodología para determinar la Población de Vicuñas <i>Vicugna vicugna</i> Molina, en el Parque Nacional Lauca. CONAF. Arica, Chile. 36 páginas.
Torres, H., 1983	Distribución y Conservación de la Vicuña (<i>Vicugna vicugna</i>). UICN. Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos. Informe Especial N° 1. Gland, Suiza. 18 páginas.
Torres, H., 1986	Distribución y Conservación del Guanaco. UICN. Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos. Informe Especial N° 2. University Press, Cambridge. Londres, Reino Unido. 37 páginas.
Torres, H. (editor), 1987	Técnicas para el Manejo de la Vicuña. UICN-SSC. Gland, Suiza. 139 páginas.
Torres, H. (editor), 1992	Camélidos Sudamericanos. Un Plan de Acción para su Conservación. UICN-SSC. Gland, Suiza. (en Castellano y en Inglés). 60 páginas
Torres, H., 2000	La Conservación de la Vicuña en el Parque Nacional Lauca: Una visión retrospectiva de 1975 a 1985. En: B. González, Ch. Tala, F. Bas, A. Iriarte (eds). Manejo Sustentable de la Vicuña y el Guanaco. p: 19-24. SAG, PUC y FIA. Santiago, Chile.
Torres, H., 2003	Gale Group. Camels, Guanacos, Llamas, Alpacas and Vicuñas. In D.G. Kleiman, V. Geist, M. Hutchins, M.C. McDade (eds.) Mammals IV. Vol. 15 de Grzimek's Animal Life Encyclopedia. p: 313-323. Farmington Hills, Mich.

TABLA 14.1.

Principales contribuciones escritas de Hernán Torres a la conservación y difusión de los camélidos sudamericanos silvestres.

que ocupó, las personas y personalidades nacionales e internacionales que conocía, las instituciones con las que colaboraba, llama la atención su humildad y bajo perfil. Hernán siempre consideró prioritario trabajar antes que cosechar los frutos de lo trabajado para su ego personal.

Hernán también era inagotable cuando algo desafiaba su curiosidad. Esto lo llevó a buscar incansablemente el “holotipo” de la vicuña que sospechaba pudo haber llevado por el abate Juan Ignacio Molina a Italia (ver Box 1.1). Buscó incansablemente en los museos de historia natural del mundo, sin tener éxito, llegando solo a encontrar, en el Museo Nacional de Historia Natural de Francia, un esqueleto montado de vicuña y que fue colectado el año 1875. Uno de sus comunicados señalaba “...pero no me doy por vencido y buscaré en el tortuoso mundo de la sinonimia taxonómica. Es posible que la colecta de Molina 1782 esté mal catalogada, no en vano, han pasado casi 200 años de la existencia del sabio Molina. Visitaré también su casa natal y museo en Villa Alegre muy cerca de Talca, puede ser que encuentre alguna pista...” (Figura 14.3).

Las últimas actividades que realizó en pro de la vicuña, las enfocó hacia la vicuña austral. Benito A. González recuerdo las largas conversaciones que sostuvimos respecto a actualizar la distribución de la vicuña en Chile

y de lo entusiasmado que estaba con el reporte de la presencia de registros de esta especie en El Morro, sitio localizado más al sur de lo que se conocía hasta la fecha (Capítulo 4). También recuerda las conversaciones sobre trabajar para proteger y recuperar poblaciones de baja densidad y aisladas de vicuñas, porque veía allí un deber y un gran desafío profesional, quizás en su mente estaba la nostalgia de los años de su juventud, cuando junto a su equipo de CONAF logró cambiar el destino fatal que amenazaba a la especie, y quizás el deseo de que también sintiéramos esa alegría y satisfacción de ver que el esfuerzo y sacrificio vale la pena.

Hernán Torres, conservacionista, líder, pragmático y entusiasta de la naturaleza, dejó de existir el 18 de febrero de 2017 a causa de un cáncer a los 71 años de edad (Figura 14.4). Deja en nosotros grandes enseñanzas y una gran responsabilidad, la de luchar por conservar a la vicuña con generosidad, estemos donde estemos.

FIGURA 14.3.

Espécimen de vicuña hembra catalogada como AC 1875-370 "*Vigogne femelle*" y mantenido en el Menagerie du Jardin des Plantes, en París.

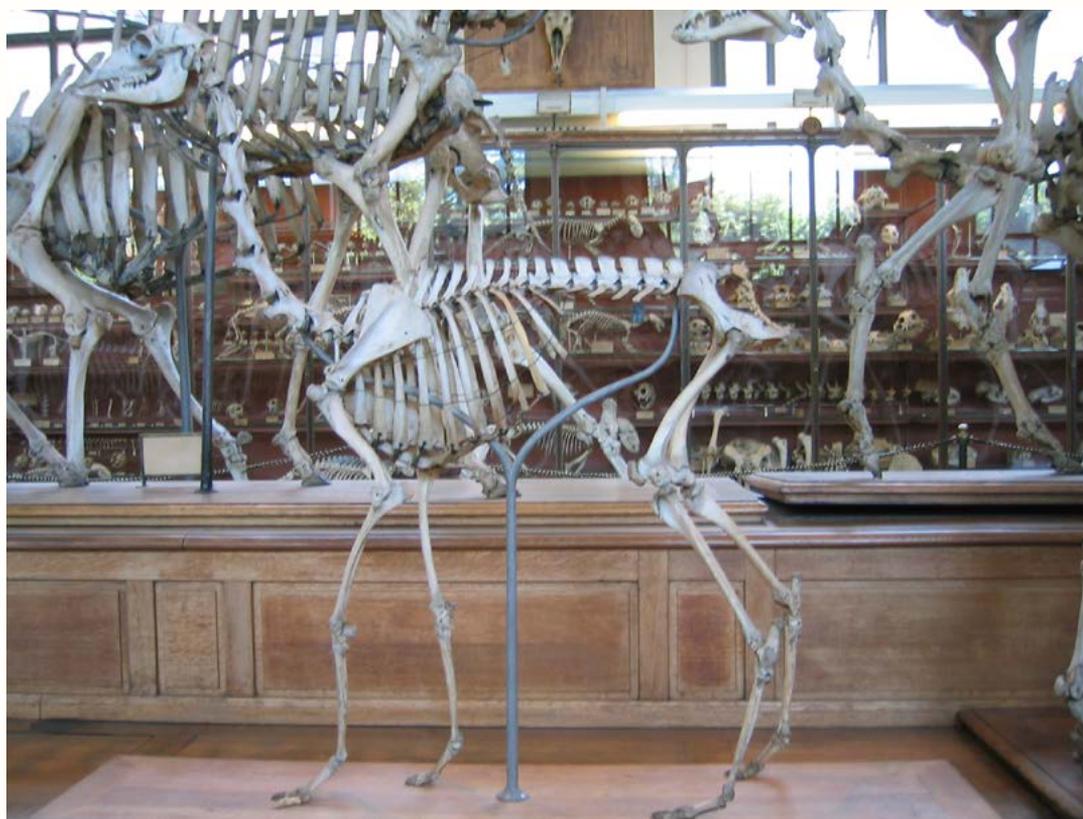


FIGURA 14.4.
Hernán Torres Santibáñez.



Referencias

INTRODUCCIÓN

- Galaz, J.L., González, G. (eds.). (2001). *Conservación y manejo de la vicuña en Sudamérica*, Actas del I Seminario Internacional Aprovechando de la Fibra de Vicuña. Corporación Norte Grande y Corporación Nacional Forestal, Chile.
- Galaz, J.L., González, G. (eds.). (2005). *Técnicas para el manejo productivo de la Vicuña* (Vicugna vicugna Molina, 1782) en Chile. Corporación Nacional Forestal y Fundación para la Innovación Agraria, Chile.
- González, B., Bas, F., Tala, Ch., Iriarte, A. (eds.). (2000). *Actas del Seminario Internacional Manejo Sustentable de la Vicuña y Guanaco*. Servicio Agrícola y Ganadero, Pontificia Universidad Católica de Chile, Fundación para la Innovación Agraria. Santiago, Chile.
- Gordon, I. (ed.). (2009). *The Vicuña*. Springer, Boston.
- Mace, G.M. (2014). Whose conservation? *Science* 345: 1558-1560.
- Vilá, B.L. (2012). *Camélidos Sudamericanos*. Editorial de la Universidad de Buenos Aires.
- Vilá, B.L. (ed.). (2006). *Investigación, conservación y manejo de vicuñas*. Proyecto MACS, Universidad de Luján, Buenos Aires, Argentina.
- Darwin, C. (1859). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races In The Struggle For Life*. John Murray, London, U.K.
- Dennler de la Tour, G. (1954). The Vicuña. *Oryx* 2: 347-352.
- Gilmore, R. (1950). Fauna and Ethnzoology of South America. Handbook of South American Indians 6: 345-464. Bureau of American Ethnography Bulletin 143, Smithsonian Institution, Washington, D.C., U.S.A.
- Grimwood, I.R. (1969). Notes on the Distribution and Status of some Peruvian Mammals 1968. American Committee for International Wildlife Protection, New York Zoological Society Special Publication No. 21. New York, NY, U.S.A.
- Hemming, F., Noakes, D., (eds.). (1958). Official List of Works Approved as Available for Zoological Nomenclature, Direction 32, Opinion 39, Title 18, Page 5). The International Trust for Zoological Nomenclature. London, U.K.
- Hofmann, R.K., Otte, K.C., Ponce del Prado, C.F., Rios, M.A. (1983). *El Manejo de la Vicuña* Silvestre. 2 tomos. GTZ, Eschborn, Germany.
- Kadwell, M., Fernández, M., Stanley, H.F., Baldi, R., Wheeler, J.C., Rosadio, R., Bruford, M.W. (2001). Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and alpaca. *Proceedings of the Royal Society London B* 268(1485): 2575-2584.
- Koford, C.B. (1957). The Vicuña and the Puna. *Ecological Monographs* 27(2): 153-219.
- Linnee (Linnaeus), C. (1758). *Systema Naturae per Regna tria Naturae, Secundum Classes, Ordines, Genera, Species cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis*. Editio decima, reformata. Holmiae, Laurentii Salvii, Suecia.
- Marín, J.C., Casey, C.S., Kadwell, M., Yaya, K., Hoces, D., Olazabal, J., Rosadio, R., Rodriguez, J., Sportono, A., Bruford, M.W., Wheeler, J.C. (2007). Mitochondrial Phylogeography and Demographic History of the Vicuña: Implications for Conservation. *Heredity* 99: 70-80.
- Marín, J.C., Sportono, A., Wheeler, J.C. (2006). Sistemática molecular y filogeografía de camélidos sudamericanos: Implicancias para su conservación y manejo. En Vilá, B.L. (ed.), *Investigación, Conservación y Manejo de la Vicuña*, pp. 85-100. Talleres Gráficos Leograf, Buenos Aires, Argentina.
- Mendel, G. (1865). Versuche über Pflanzen-Hybriden. *Transactions of Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn* (1865) 1866:iv: 3-270. Brünn, Austria.
- Miller, GS Jr. (1924). A second instance of the development of rodent-like incisors in an artiodactyl. *Proceedings of the United States National Museum* 66(8) no. 2545: 1-4.
- Miller, S., Rottman, J., Taber, R.D. (1973). Dwindling and Endangered Ungulates of Chile: Vicugna, Lama, Hippocamelus and Pudu. *North American Wildlife Conference* 38: 55-68.

- Molina, J.I. (1782). *Saggio Sulle Storia Naturale del Chile*. Tommaso d' Aquino, Bologna, Italia.
- Müller, P.L.S. (1776). *Erste Classe, Säugende Thiere*. In Des Ritters Carl von Linné vollständiges Natural-system nach der zwölften Lateinischen Ausgabe, 1773-1776. Gabriel Nildus Kalpe, Nurnberg, Alemania.
- Norambuena, M.C., Paredes, M. (2003). Variabilidad y estructura genética en dos poblaciones de *Vicugna vicugna* (Camelidae) from northern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 76: 99-104.
- Osgood, W. (1943). The Mammals of Chile. *Field Museum of Natural History. Zoology Series* 30: 1-268.
- Palma, E., Marín, J.C., Sportorno, A.I., Galaz, J.I. (2001). Phylogenetic relationships among South American subspecies of camelids based on sequences of the cytochrome b mitochondrial gene. En Gerken, M., Renieri, C. (eds.), *Progress in South American camelids research*, pp. 44-52. Wageningen Pers, Wageningen, Alemania.
- Paucar, A., Tellez, J., Neyra, L., Rodriguez, J. (1984). Estudio Tecnológico del Beneficio de Vicuñas. En Villiger F. (ed.), *La Vicuña*, pp. 33-48. Editorial Los Pinos, Lima, Perú.
- Pearson, O.P. (1951). Mammals in the Highlands of Southern Peru. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 106(3): 117-174.
- Rebuffi, G.E., Sánchez, M., Cancino, A.K., Martos, J., Duga, L., Amendolara, D., Aller, J. (2004). Producción de fibra de vicuña (*Vicugna vicugna*) en semicautiverio en Argentina. En Iriarte, A., Tala, Ch., González, B., Zapata, B., González, G. y Maino, M. (eds.), "Cría en cautividad de fauna Chilena". Servicio Agrícola y Ganadero, Zoológico Nacional, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. 470 pp.
- Sarno, R.J., Villalba, L., Bonacic, C., Gonzalez, B., Zapata, B., Mac Donald, D.W. O'Brian, S.J. y Johnson, W.E. (2004). Phylogeography and subspecies assessment of vicuñas in Chile and Bolivia utilizing mtDNA and microsatellite markers: implications for vicuñas conservation and management. *Conservation Genetics* 5(1): 89-102.
- Thomas, O. (1917). Preliminary Diagnosis of New Mammals Obtained by the Yale National Society Peruvian Expedition. *Smithsonian Miscellaneous Collection* 68.
- Wheeler, J.C., Chikhi, L., Bruford, M.W. (2005). Case study in genetics of animal domestication: South American Camelids. En Zeder, M.A, Bradley, D.G., Emshwiller, E., Smith, B.D. (eds.), *Documenting Domestication: New Genetic and Archaeological Paradigms*, pp. 329-340. University of California Press, Berkeley, CA, U.S.A.
- Wheeler, J.C. (2006). Historia Natural de la Vicuña. En Vilá, B. L., (ed.), *Investigación, Conservación y Manejo de la Vicuña*, pp. 25-36. Talleres Gráficos Leograf, Buenos Aires, Argentina.
- Wheeler, J.C., Fernández, M., Rosadio, R., Hoces, D., Kadwell, M., Bruford, M.W. (2001). Diversidad Genética y manejo de poblaciones de vicuñas en el Perú. *RIVEP Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú Suplemento* 1: 170-183.
- Gay, C. (1847). *Historia Física y Política de Chile. Zoología* 1: 19-182; atlas y figuras 1-11.
- Gentry, A., Clutton-Brock, J., Groves, C.P. (2004). The naming of wild animal species and their domestic derivatives. *Journal of Archaeological Science* 31: 645-651.
- ICZN, (2003). International Commission on Zoological Nomenclature. Opinion 2027 (Case 3010). Usage of 17 specific names based on wild species which are predated by or contemporary with those based on domestic animals (Lepidoptera, Osteichthyes, Mammalia): conserved. *Bulletin of Zoological Nomenclature* 60: 81-84.
- Molina, J.I. (1782). *Saggio sulla storia naturale del Chili*. 368 pp. Bologna.
- Molina, J.I. (1788). *Compendio de la historia geográfica, natural y civil del Reyno de Chile. Primera parte que abraza la historia geográfica y natural*. Madrid.
- Molina, J.I. (1808). *The geographical, natural and civil history of Chili*. Vol I. Middletown, Connecticut.
- Molina, J.I. (1810). *Ensayo sobre la historia natural de Chile*. Bolonia.
- Phillipi, R.A. (1860). *Viaje al Desierto de Atacama hecho de orden del gobierno de Chile en el verano 1853-54 por R.A. Philippi*. Publicado bajo los auspicios de Gobierno de Chile. 4to, pp. Viii+236, map, 27 pls.
- Philippi, R.A. (1867). Comentario crítico sobre los animales descritos por Molina. *Anales de la Universidad de Chile* 29: 775-802.
- Osgood, W.H. (1943). *The mammals of Chile*. Zoological Series Volumen 30. Publications of the Field Museum of Natural History, Chicago, USA.

BOX 1.2

- Anello, M., Daverio, M.S., Romero, S.R., Rigalt, F., Silbestro, M.B., Vidal Rioja, L., Di Rocco, F. (2016). Genetic diversity and conservation status of managed vicuña (*Vicugna vicugna*) populations in Argentina. *Genetica* 144(1): 85-97.
- Bacchi, C.S., Lanari, M.R., Von Thungen, J. (2010). Non-genetic factors affecting morphometric and fleece traits in guanaco (*Lama guanicoe guanicoe*) populations from Argentinean Patagonia. *Small Ruminant Research* 88: 54-61.
- Baquerizo-Revilla, M., Quispe-Ochoa, L. (2014) *Medidas biométricas en vicuñas (Vicugna vicugna mensalis) en la comunidad campesina de Tullpacancha, en el departamento de Huancavelica*. Universidad Alas Peruanas. Perú.
- Casey C.S., Orozco Ter Wengel, P., Yaya, K., Kadwell, M., Fernández, M., Marín, J.C., Rosadio, R., Maturrano, L., Hoces, D., Hu, Y., Wheeler, J.C., Bruford, M.W. (2018). Comparing genetic diversity and demographic history in co-distributed wild South American camelids. *Heredity* 121(4): 387-400.
- Cortez-Apaza, W., Saavedra, V. (2018). *Caracterización física de la fibra y zoometría de la vicuña (Vicugna vicugna) del Altiplano Central de Oruro en el Centro Experimental Agropecuario Condoriri*. Trabajo presentado en el VII Congreso mundial sobre Camélidos. Noviembre, Oruro - Bolivia.
- Choque N.S. (2018). *Caracteres biométricos de vicuñas (Vicugna vicugna mensalis) en los ayllus de la Cuenca Lago Poopó de Oruro - Bolivia*. Trabajo presentado en el VII Congreso mundial sobre Camélidos. Noviembre, Oruro - Bolivia.

BOX 1.1

- Darwin, C. (1839). *Journal of Researches into geology and natural history of the various countries visited by H.M.S. Beagle*. London.

- Custred G. (1979). Hunting Technologies in Andean Culture. *Journal de la Societe des Americanistes* Tomo LXVI. Musee de l'Homme. Paris. 7-12
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., González, L., Tablada, M., Robledo, C.W. (2016). *InfoStat versión 2016*. Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- FAO. (2012). *Phenotypic characterization of animal genetic resources*. FAO Animal Production and Health Guidelines No. 11. Rome, Italia.
- Luparia, F., Orellana Tártalo, R., Romero, S.R. (2009). Cría de vicuñas en condiciones de cautiverio en la puna jujeña. Efecto del sexo sobre parámetros biométricos. *Revista Argentina de Producción Animal* 29 (Supl. 1): 175-179.
- Romero, S.R., Godoy Garraza, G., Tolaba, M.V. (2017). Identidad, organización y territorio. Conservación y manejo de vicuñas por comunidades aborígenes de la Puna de Jujuy. En Patrouilleau M.M. et al., *Políticas públicas en la ruralidad Argentina*. 1ª ed. Ediciones INTA, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- SAyDS (2018). *Informe de la República Argentina, XXXIV Reunión Ordinaria del Convenio de la Vicuña*. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable - Dirección Nacional de Biodiversidad. Argentina.
- Yacobaccio, H. (2006). Variables morfométricas de vicuñas (*Vicugna vicugna vicugna*) en Cieneguillas, Jujuy. En Vilá, B.L. (ed.), *Investigación, conservación y manejo de vicuñas*. Proyecto MACS. Buenos Aires, Argentina.
- ## CAPÍTULO 2
- Borrero, L.A., Martín, F.M., Prieto, A. (1997). La cueva Lago Sofia 4, Ultima Esperanza: una madriguera de felino del Pleistoceno tardío. *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Humanas* 25: 103-122.
- Capriles, J.M., Albarracín-Jordan, J., Lombardo, U., Osorio, D., Maley, D., Goldstein, S.T., Herrera, K.A., Glascock, M.D., Domic, A.I., Veit, H., Santoro, C.M. (2017). High-altitude adaptation and late Pleistocene foraging in the Bolivian Andes. *Journal of Archaeological Sciences Reports* 6: 463-474.
- Cartajena, M.I. (2002). *Los conjuntos faunísticos del Arcaico temprano en la Puna de Atacama, Norte de Chile*. Tesis doctoral, Universidad de Berlín, Berlín, Alemania.
- Cartajena, I., López, P., Martínez, I. (2010). (New camelid (Artiodactyla: Camelidae) record of the late Pleistocene of Calama (Second Region, Chile): a morphological and morphometric discussion. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 27(2): 197-212.
- Casamiquela, R. (1999). The Pleistocene vertebrate record of Chile. En Rabassa, J., Salemme, M. (eds.), *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*. pp. 91-107. A.A. Balkema Publishers, Rotterdam, Netherlands.
- Cione, A.L., Gasparini, G.M., Soibelzon, L., Soibelzon, L.H., Tonni, E.P. (2015). *The Great American Biotic Interchange: A South American Perspective*. Dordrecht, Springer Netherlands.
- Gasparini, G.M., Reyes, M.D., Francia, A., Scherer, C.S., Poiré, D.G. (2017). The oldest record of *Hemiauchenia Gervais and Ameghino* (Mammalia, Cetartiodactyla) in South America: comments about its paleobiogeographic and stratigraphic implications. *Geobios* 50(2): 141-153.
- Gayo, E.M., Latorre, C., Jordan, T.E., Nester, P.L., Estay, S.A., Ojeda, K., Santoro, C.M. (2012). Late Quaternary hydrological and ecological change in the hyperarid core of the northern Atacama Desert (~21° S). *Earth Science Review* 11: 120-140.
- Grosjean, M., Núñez, L., Cartajena, I. (2005). Palaeoindian occupation of the Atacama Desert, northern Chile. *Journal of Quaternary Science* 20: 643-653.
- Guérin, C., Faure, M. (1999). *Palaeolama (Hemiauchenia) niedae* nov. sp., nouveau camelidae du nordeste brésilien et sa place parmi les lamini d'Amérique du Sud. *Geobios* 32(4): 620-659.
- Honey, J.G., Harrison, J.A., Prothero, D.R., Stevens, M.S. (1998). *Camelidae*. En Janis C.M., Scott, K.M. & Jacobs, L.L. (eds.), *Evolution of Tertiary Mammals of North America* 1: 439-462.
- Labarca, R. (2015). La meso y megafauna terrestre extinta del Pleistoceno de Chile. En Rubilar-Rogers, D., Otero, R., Vargas, A. Salaberry, M. (eds.), *Vertebrados fósiles de Chile*, pp. 401-465. Publicación Ocasional 63, Museo Nacional de Historia Natural de Chile.
- Labarca, R. (2016). *La subsistencia de los cazadores recolectores de Patagonia meridional chilena durante la transición Pleistoceno - Holoceno: un enfoque integrador desde la zooarqueología*. Tesis para optar al grado de Doctor en Arqueología, Universidad Nacional del Centro, Argentina.
- Labarca, R., Prieto, A. (2009). Osteometría de *Vicugna vicugna* Molina, 1782 en el Pleistoceno final de Patagonia meridional chilena: Implicancias paleoecológicas y biogeográficas. *Revista del Museo de Antropología* 2: 127-140.
- Latorre, C. (1998). Paleontología de mamíferos del Alero Tres Arroyos 1, Tierra del Fuego, XII Región, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Naturales* 26: 77-90.
- López, P., Rojas, O., Mansilla, P., Olivares, L., Martínez, I. (2010). Mamíferos extintos del Pleistoceno de la Cuenca de Calama (Segunda Región, Chile). Viejas colecciones y nuevos hallazgos. *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona* 17: 11-25.
- López, P., Cartajena, I., Carabias, D., Morales, C., Letelier, D., Flores, V. (2016). Terrestrial and maritime taphonomy: differential effects on spatial distribution of a Late Pleistocene continental drowned faunal bone assemblage from the Pacific coast of Chile. *Archaeological and Anthropological Sciences* 8: 277-290.
- MacFadden B.J., Shockey B.J. (1997). Ancient feeding ecology and niche differentiation of Pleistocene mammalian herbivores from Tarija, Bolivia: Morphological and isotopic evidence. *Paleobiology* 23: 77-100.
- MacFadden, B.J., Zeitler, P.K., Anaya, F., Cottle, J.M. (2013). Middle Pleistocene age of the fossiliferous sedimentary sequence from Tarija, Bolivia. *Quaternary Research* 79: 268-273.
- Marín, J.C., Zapata, B., González, B., Bonacic, C., Wheeler, J.C., Casey, C., Bruford, M., Palma, E., Poulin, E., Alliende, M.A., Spotorno, A. (2007). Sistemática, taxonomía y domesticación de alpacas y llamas: nueva evidencia cromosómica y molecular. *Revista Chilena de Historia Natural* 80: 121-140.
- Martín, F.M. (2013). *Tafonomía de la Transición Pleistoceno-Holoceno en Fuego- Patagonia. Interacción entre humanos y carnívoros y su importancia como agentes en la formación del registro fósil*. Ediciones de la Universidad de Magallanes, Punta Arenas.
- Martín, F.M., San Román, M., Morello, F., Todisco, D.,

- Prevosti, F.J. & Borrero, L.A. (2012). Land of the ground sloths: recent research at Cueva Chica, Última Esperanza, Chile. *Quaternary International* 305: 56-66.
- Massone, M. (2004). *Los Cazadores después del Hielo*. Colección de Antropología 7, Centro de Investigación Barros Arana. Ediciones DIBAM.
- Menegaz, A. (2000). *Los camélidos y cérvidos del cuaternario del sector bonaerense de la Región Pampeana*. Tesis de doctorado, La Plata, Argentina, Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.
- Metcalfe, L., Turney, C., Barnett, R., Martin, F.M., Bray, S.C., Vilstrup, J.T., Orlando, L., Salas-Gismondi, R., Loponte, D., Medina, M., De Nigris, M., Civalero, T., Fernandez, P.M., Gasco, A., Duran, V., Seymour, K.L., Otaola, C., Gil, A., Paunero, R., Prevosti, F.J., Bradshaw, C.J.A., Wheeler, J.C., Borrero, L.A., Austin, J.J., Cooper, A. (2016). Synergistic roles of climate warming and human occupation in Patagonian megafaunal extinctions during the Last Deglaciation. *Science Advances* 2(6): e1501682
- Montellano, M. (1989). Pliocene Camelidae of Rancho El Ocote, Central Mexico. *Journal of Mammalogy* 70: 359-369.
- Núñez, L., Grosjean, M., Cartajena, I., (2002). Human occupations and climate change in the Puna de Atacama, Chile. *Science* 298: 821-824.
- Pascual, R., Ortíz-Jauguizar, E. (2007). The Gondwanan and South American episodes: Two major and unrelated moments in the history of the South American mammals. *Journal of Mammalian Evolution* 14(2): 75-137.
- Prevosti, F.J., Martin F.M. (2013). Paleoeecology of the mammalian predator guild of the Southern Patagonia during the latest Pleistocene: ecomorphology, stable isotopes, and taphonomy. *Quaternary International* 305: 74-84.
- Prieto, A. (1991). Cazadores Tempranos y Tardíos en Cueva del Lago Sofia 1. *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Sociales* 20: 75-99.
- Prieto, A. Canto, J. (1997). Presencia de un lamoide atípico en la Cueva Lago Sofia 4 (Última Esperanza) y Tres Arroyos (Tierra del Fuego) región de Magallanes, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Humanas* 25: 147-150.
- Prothero D.R., Campbell, K.E., Beatty, B.L. Frailey, C.D. (2014). New late Miocene dromomerycine artiodactyl from the Amazon Basin: implications for interchange dynamics. *Journal of Paleontology* 88: 434-443.
- Rademaker, K., Hodgins, G., Moore, K., Zarrillo, S., Miller, C., Bromley, G.R.M., Leach, P., Reid, D.A., Álvarez, W.Y., Sandweiss, D.H., (2014). Paleoindian settlement of the high altitude Peruvian Andes. *Science* 346: 466-469.
- Scherer, C.S. (2009). Os Camelidae Lamini (Mammalia, Artiodactyla) do Pleistoceno da América do Sul: Aspectos taxonômicos e filogenéticos. Tesis Doctoral. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.
- Scherer, C.S. (2013). The Camelidae (Mammalia, Artiodactyla) from the Quaternary of South America: Cladistic and Biogeographic Hypotheses. *Journal of Mammalian Evolution* 12: 1-14.
- Stanley, H.F. Kadwell, M., Wheeler, J.C. (1994). Molecular evolution of the family Camelidae: a mitochondrial DNA study. *Proceedings of the Royal Society of London Series B* 256(1345): 1-6
- Villavicencio, N, Lindsey, E.L., Martin, F.M., Borrero, L.A., Moreno, P.I., Barnosky, A.D. (2015). Combination of humans, climate, and vegetation change triggered Late Quaternary megafauna extinction in the Última Esperanza region, southern Patagonia, Chile. *Ecography* 38: 125-140.
- Villavicencio, N., Labarca, R., Caro-Olivaes, F., Capriles, J.M., Latorre, C. Santoro, C.M. (2018). Mamíferos del Pleistoceno tardío en la Pampa del Tamarugal: nuevos hallazgos en la Quebrada Maní, Región de Tarapacá, Chile. *Resúmenes del I Congreso Chileno de Paleontología*.
- Webb, S.D. (1974). Pleistocene llamas of Florida with a brief review of the Lamini. En Webb, S.D. (ed.), *Pleistocene Mammals of Florida*, pp. 170-213. University of Florida Press, Gainesville, Florida, US.
- Webb S. D. (1991). Ecogeography and the Great American Interchange. *Paleobiology* 17: 266-280.
- Webb, S.D., Meachen, J. (2004). On the Origin of Lamine Camelidae Including a new Genus from the Late Miocene of the High Plains. *Bulletin of Carnegie Museum of Natural History* 36: 349-362.
- Weinstock, J., Shapiro, B., Prieto, A., Marín, J.C., González, B.A., Gilbert, M.T., Willerslev, E. (2009). The Late Pleistocene Distribution of Vicuñas (*Vicugna vicugna*) and the 'Extinction' of the Gracile Llama ('*Lama gracilis*'): New Molecular Data. *Quaternary Science Reviews* 28(15-16): 1369-1373.
- Wheeler, J.C. (2012). South American camelids - past, present and future. *Journal of Camelid Science* 5: 1-24.
- Woodburne M.O. (2010). The Great American Biotic Interchange: Dispersals, tectonics, climate, sea level and holding pens. *Mammalian Evolution* 17: 245-264.
- Woodburne, M.O., Cione, A.L. Tonni, E.P. (2006). Central American provincialism and the Great American Biotic Interchange. En Carranza-Castañeda, Ó., Lindsay, E.H. (eds.), *Advances in late Tertiary vertebrate paleontology in Mexico and the Great American Biotic Interchange*, pp. 73-101. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología y Centro de Geociencias, Publicación Especial.

CAPÍTULO 3

- Allendorf, F.W., Luikart, G. (2007). *Conservation and the genetics of populations*. Blackwell Publishing.
- Almathen, F., Charruau, P., Mohandesan, E., Mwacharo, J.M., Orozco-terWengel, P., Pitt, D., Abdussamad, M., Uerpmann, M., Uerpmann, H-P., De Cupere, B., Magee, P., Alnaqeeb, M.A., Salim, B., Raziq, A., Dessie, T., Abdelhadi, O.M.A., Banabazi M.H., Al-eknah, M., Walzer, C., Faye, B., Hofreiter, M., Peters, J., Hanotte, O., Burger, P.A. (2016). Ancient and modern DNA reveal dynamics of domestication and cross-continental dispersal of the dromedary. *Proceeding of National Academy of Science*: 113: 6707-6712.
- Anello, M., Daverio, M.S., Romero, S.R., Rigalt, F., Silbestro, M.B., Vidal-Rioja, L. (2016). Genetic diversity and conservation status of managed vicuña (*Vicugna vicugna*) populations in Argentina. *Genetica* 144(1): 85-97.
- Arzamendia, Y., Carbajo, A.E., Vilá, B.L. (2018). Social group dynamics and composition of managed wild vicuñas (*Vicugna vicugna vicugna*) in Jujuy, Argentina. *Journal of Ethology* 36(2): 125-134.
- Avise, J.C. (1994). *Molecular markers, natural history and evolution*. Springer.
- Avise, J.C. (2000). *Phylogeography: The history and*

- formation of species. Harvard University Press.
- Barreta, J., Iñiguez, V., Sarno, R.J., Gutiérrez-Gil, B., Arranz, J.J. (2011). Mitochondrial DNA (mtDNA) genetic diversity of *Vicugna vicugna mensalis* in Bolivia. En Pérez-Cabal, M.A., Gutiérrez, J.P., Cervantes, I., Alcalde, M.J. (eds.), *Fibre production in South American camelids and other fiber animals*, pp. 123-130. Wageningen Academic Publishers.
- Barreta, J., Gutiérrez-Gil, B., Iñiguez, V., Saavedra, V., Chiri, R., Latorre, E., Arranz, J.J. (2013). Analysis of mitochondrial DNA in Bolivian llama, alpaca and vicuña populations: a contribution to the phylogeny of the South American camelids. *Animal Genetics* 44: 158-168.
- Blard, P.H., Sylvestre, F., Tripathi, A.K., Claude, C., Causse, C., Coudrain, A., Condom, T., Seidel, J.-L., Vimeux, F., Moreau, C., Dumoulin, J.-P., Lavé, J. (2011). Lake highstands on the Altiplano (Tropical Andes) contemporaneous with Heinrich 1 and the Younger Dryas: new insights from 14C, U-Th dating and $\delta^{18}O$ of carbonates. *Quaternary Science Reviews* 30(27-28): 3973-3989.
- Bosch, P.C., Svendsen, G.E. (1987). Behavior of male and female vicuña (*Vicugna vicugna* Molina 1782) as it relates to reproductive effort. *Journal of Mammalogy* 68(2): 425-429.
- Casey, C.S., Orozco-terWengel, P., Yaya, K., Kadwell, M., Fernández M., Marín J.C. (2018). Comparing genetic diversity and demographic history in codistributed wild South American camelids. *Heredity* 121(4): 387-400.
- Caughley, G. (1994). Directions in conservation biology. *Journal of Animal Ecology* 63: 215-244.
- Collard, B.C., Jahufer, M.Z., Brouwer, J.B., Pang, E.C. (2005). A introduction to markers, quantitative trait loci (QTL) mapping and marker-assisted selection for crop improvement. *Euphytica* 142: 169-196.
- Cosson, P., Decroocq, V., Revers, F. (2014). Development and characterization of 96 microsatellite markers suitable for QTL mapping and accession control in an *Arabidopsis* core collection. *Plant Methods* 10: 2.
- Costa, M., Fernandes, C., Birks, J.D.S., Kitchener, A.C., Santos-Reis, M., Bruford, M.W. (2013). The genetic legacy of the 19th-century decline of the British polecat: evidence for extensive introgression from feral ferrets. *Molecular Ecology* 22(20): 5130-5147.
- Di Rocco, F., Zambelli, A., Maté, L., Vidal-Rioja, L. (2010). The complete mitochondrial DNA sequence of the guanaco (*Lama guanicoe*): comparative analysis with the vicuña (*Vicugna vicugna*) genome. *Genetica* 138: 813-818.
- Dodds, C., Rodriguez, J., Hoces, D., Rosadio, R., Wheeler, J., Bruford, M. (2006) Genetic diversity and management implications for vicuña populations in Peru. In: Gerkin, M., Renieri, C. (eds.), *South American Camelid Research*, Vol 1, pp. 87-96. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Eyzaguirre, J.L., Velasco, A. (2001). Ecología de la especie: Bolivia. En Galaz, J.L., González, G. (eds.), *Conservación y manejo de la vicuña en Sudamérica*, *Actas del I Seminario Internacional Aprovechando de la Fibra de Vicuña*, pp. 58-73. Corporación Norte Grande y Corporación Nacional Forestal.
- Flanagan, S.P., Jones, A.G. (2019). The future of parentage analysis: From microsatellites to SNPs and beyond. *Molecular Ecology* 28(3): 544-567.
- Franklin, W.L. (1983). Contrasting socioecologies of South America's wild camelids: The vicuña and the guanaco. En J. F. Eisenberg and D. G. Kleinman (eds.), *Advances in the study of mammalian behavior*, pp. 573-629. Special Publication of the American Society of Mammalogists 7.
- Galaz, J.L., Urquieta, B. (2001). Ecología de la especie: Chile. En Galaz, J.L., González, G. (eds.), *Conservación y manejo de la vicuña en Sudamérica*, *Actas del I Seminario Internacional Aprovechando de la Fibra de Vicuña*, pp. 74-92. Corporación Norte Grande y Corporación Nacional Forestal.
- González, B.A., Orozco-terWengel, P., von Borries, R., Johnson, W.E., Franklin, W.L., Marín, J.C. (2014). Maintenance of genetic diversity in an introduced island population of Guanacos after seven decades and two severe demographic bottlenecks: implications for camelid conservation. *PLoS ONE* 9(3): e91714.
- González, B.A., Marín, J.C., Toledo, V., Espinoza, E. (2016). Wildlife forensic science in the investigation of poaching of vicuña. *Oryx* 50(1): 14-15.
- González, B.A., Vásquez, J.P., Gómez-Uchida, D., Cortés, J., Rivera, R., Aravena, N., Chero, A.M., Agapito, A.M., Varas, V., Wheeler, J.C., Orozco-terWengel, P., Marín, J.C. (2019). Phylogeography and population genetics of *Vicugna vicugna*: Evolution in the arid Andean high plateau. *Frontiers in Genetics* 10:445.
- Hunter, M. E., Hoban, S. M., Bruford, M. W., Segelbacher, G., Bernatchez, L. (2018). Next-generation conservation genetics and biodiversity monitoring. *Evolutionary Applications* 11(7): 1029-1034.
- Liu, Z., Tan, X., Orozco-terWengel, P., Zhou, X., Zhang, L., Tian, S., Yan, Z., Xu, H., Ren, R., Zhang, P., Xiang, Z., Sun, B., Roos, C., Bruford, M.W., Li, M. (2018). Population genomics of wild Chinese rhesus macaques reveals a dynamic demographic history and local adaptation, with implications for biomedical research. *GigaScience* 7(9): 1-14.
- Marín, J.C., Zapata, B., González, B.A., Bonacic, C., Wheeler, J.C., Casey, C., Bruford, M., Palma, R.E., Poulin, E., Alliende, M.A., Spotorno, A.E. (2007a). Systematics, taxonomy and domestication of alpaca and llama: new chromosomal and molecular evidence. *Revista Chilena de Historia Natural* 80(2): 121-140.
- Marín, J.C., Casey, C.S., Kadwell, M., Yaya, K., Hoces, D., Olazabal, J., Rosadio, R., Rodriguez, J., Sportorno, A., Bruford, M.W., Wheeler, J.C. (2007b). Mitochondrial phylogeography and demographic history of the vicuña: implications for conservation. *Heredity* 99(1): 70-80.
- Marín, J.C., Corti, P., Saucedo, C., González, B.A. (2009). Application of DNA forensic techniques for identifying poached guanacos (*Lama guanicoe*) in Chilean Patagonia. *Journal of Forensic Sciences* 54: 1073-1076.
- Marín, J.C., Romero, K., Rivera, R., Johnson, W.E., González, B.A. (2017). Y-chromosome and mtDNA variation confirms independent domestications and directional hybridization in South American camelids. *Animal Genetics* 48(5): 591-595.
- Mills, L.S. (2007). *Conservation of wildlife populations: demography, genetics, and management*. Blackwell Publishing.
- Moritz, C. (1994). Defining 'Evolutionarily Significant Units' for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 9: 373-375.
- Nater, A., Mattle-Greminger, M.P., Nurcahyo, A., Nowak, M.G., de Manuel, M., Desai, T., Groves, C., Pybus, M., Sonay, T.B., Roos, C., Lameira, A.R., Wich, S.A., Askew, J., Davila-Ross, M., Fredriksson, G., de Valles, G., Casals, F., Prado-Martinez, J., Goossens, B., Verschoor, E.J., Warren, J.S., Singleton, I. (2017). Morphometric, Behavioral, and

- Genomic Evidence for a New Orangutan Species. *Current Biology* 27(22): 3487-3498.e10.
- Orozco-terWengel, P., Andreone, E., Louis, E., Vences, M. (2013). Mitochondrial introgressive hybridization following a demographic expansion in the tomato frogs of Madagascar, genus *Dyscophus*. *Molecular Ecology* 22(24): 6074-6090.
- Sarno, R.J., Villalba, L., Bonacic, C., González, B., Zapata, B., Mac Donald, D.W., O'Brien, S.J., Johnson, W.E. (2004). Phylogeography and subspecies assessment of vicuñas in Chile and Bolivia utilizing mtDNA and microsatellite markers: implications for vicuña conservation and management. *Conservation Genetics* 5(1): 89-102.
- Schlötterer, C. (2004). The evolution of molecular markers – just a matter of fashion? *Nature Genetics* 5: 63-69.
- Taylor, B.L., Dizon, A.E. (1999). First policy then science: why a management unit based solely on genetic criteria cannot work. *Molecular Ecology* 8: S11-S16.
- Tupia, P. (2018). Enseñanza de campesino a campesino en el repoblamiento de vicuñas en Perú. *GECS News* 7: 48-54.
- Yacobaccio, H. (2009). The historical relationship between people and the vicuña. En: Gordon, I. (ed.), *The Vicuña*, pp. 7-20. Springer, Boston, MA.
- Vásquez, J.P. (2017). *Microsatélites en el espacio: delineando la estructura y diversidad genética de la vicuña (Vicugna vicugna Molina, 1782)*. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias con mención en Zoología, Universidad de Concepción.
- Wheeler, J.C. (1995). Evolution and present situation of the South American Camelidae. *Biological Journal of the Linnean Society* 54(3): 271-295.
- Wheeler, J.C., Fernández, M., Rosadio, R., Hoces, D., Kadwell, M., Bruford, M.W. (2001). Diversidad genética y manejo de poblaciones de vicuñas en el Perú. *RIVEP Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 1: 170-183.
- CAPÍTULO 4**
- Acebes, P., Wheeler, J., Baldo, J., Tupia, P., Lichtenstein, G., Hoces, D., Franklin, W.L. (2018). *Vicugna vicugna*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22956A18540534. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22956A18540534.en>.
- Austin, M. P. (2002). Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. *Ecological Modelling* 157: 101-118.
- Baied, C.A., Wheeler, J.C. (1993). Evolution of High Andean Puna Ecosystems: Environment, Climate, and Culture Change over the Last 12,000 Years in the Central Andes. *Mountain. Research and Development* 13: 145-156.
- Baigun, R.J., Bolkovic, M.L., Aued, M.B., Li Puma, M.C. y Scandalo, R.P. (2008). *Primer Censo Nacional de Camélidos Silvestres al Norte del Río Colorado*. Manejo de Fauna Silvestre en la Argentina. Dirección de Fauna Silvestre, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Buenos Aires, Argentina. 104 pp. ISBN: 978-987-23836-6-4.
- Boswall, J. (1972). Vicuña in Argentina. *Oryx* 11(6): 449-456.
- Castillo, A., Alò, D., González, B.A., Samaniego, H. (2018). Change of niche in guanaco (*Lama guanicoe*): the effects of climate change on habitat suitability and lineage conservatism in Chile. *PeerJ* 6:e4907.
- Ceballos, G., Ehrlich, P.R. (2002). Mammal Population Losses and the Extinction Crisis. *Science* 296: 904-907.
- COSIPLAN (2015). Mapa Área de Conservación Suramericana. http://geo.gob.bo/download/?w=cosiplan&l=areas_conservacion.
- Cuesta, F., Llambi, L.D., Huggel, Ch., Drenkhan, F., Gosling, W.D., Muriel, P., Jaramillo, R., Tovar, C. (2019). New land in the Neotropics: a review of biotic community, ecosystem, and landscape transformations in the face of climate and glacier change. *Regional Environmental Change*. doi: 10.1007/s10113-019-01499-3.
- Elith, J., Leathwick, J.R. (2009). Species distribution models: Ecological explanation and prediction across space and time. *The Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 40: 677-97.
- Eyzaguirre, J.L. Velasco, A. (2001). Ecología de la especie: Bolivia. En Galaz, J.L., González, G (eds.), *Conservación y manejo de la vicuña en Sudamérica, Actas del I Seminario Internacional Aprovechando de la Fibra de Vicuña*, pp. 58-73. Corporación Norte Grande y Corporación Nacional Forestal.
- Franklin, W. (1982). Biology, ecology and relationship to man of the South American Camelids. En Mares, M.A., Genoways, H.H. (eds.), *Mammalian Biology in South America*. University of Pittsburgh, USA.
- Galaz, J.L. (2005). Antecedentes de la especie. En: Galaz, J.L., González, G. (eds.), *Técnicas para el manejo productivo de la Vicuña (Vicugna vicugna Molina, 1782) en Chile*, pp. 21-37. Corporación Nacional Forestal y Fundación para la Innovación Agraria.
- González, B.A., Samaniego, H., Marín, J.C., Estades, C. (2013). Unveiling guanaco distribution in Chile based upon niche structure of phylogeographic lineages: Andean Puna to Subpolar Forests. *PLoS ONE* 8(11): e78894.
- González, B.A., Vásquez, J.P., Gómez-Uchida, D., Cortés, J., Rivera, R., Aravena, N., Chero, A.M., Agapito, A.M., Varas, V., Wheeler, J.C., Orozco-terWengel, P., Marín, J.C. (2019) Phylogeography and population genetics of *Vicugna vicugna*: Evolution in the arid Andean high plateau. *Frontiers in Genetics* 10: 445.
- Grimwood, I. (1969). *Notes on the distribution and status of some Peruvian mammals*. American Committee for Wildlife Protection. Zoological Society Special Publication, New York, Vol 21.
- Hoces, D. (2001). Ecología de la especie: Perú. En Galaz, J.L., González, G (eds.), *Conservación y manejo de la vicuña en Sudamérica, Actas del I Seminario Internacional Aprovechando de la Fibra de Vicuña*, pp. 93-100. Corporación Norte Grande y Corporación Nacional Forestal, Chile.
- Huallata, C., Velasco, A. (2014). *Caza furtiva de la vicuña y comercio ilegal de fibra y prendas de vestir*. Proyecto de apoyo a la valorización de la economía campesina de camélidos, VALE. 58 p.
- Johnson, D.H. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology* 61: 65-71.
- Jungius, H. (1972). Bolivia and the vicuña. *Oryx* 11(5): 335-346.
- Maciel-Mata, C.A., Manríquez-Morán, N., Octavio-Aguilar, P., Sánchez-Rojas, G. (2015). El área de distribución de las especies: revisión del concepto. *Acta Universitaria* 25(2): 3-19.

- McLaren, B.E., MacNearney, D., Siavichay, C.A. (2018). Livestock and the functional habitat of vicuñas in Ecuador: a new puzzle. *Ecosphere* 9(1): e02066. 10.1002/ecs2.2066.
- Malo, J.E., González, B.A., Mata, C., Vielma, A., Donoso, D.S., Fuentes, N., Estades, C.F. (2016). Low habitat overlap at landscape scale between wild camelids and feral donkeys in the Chilean desert. *Acta Oecologica*, 70: 1-9.
- Marín, J.C., Casey, C.S., Kadwell, M., Yaya, K., Hoces, D., Olazabal, J., Rosadio, R., Rodriguez, J., Sportono, A., Bruford, M.W., Wheeler, J.C. (2007). Mitochondrial Phylogeography and Demographic History of the Vicuña: Implications for Conservation. *Heredity* 99: 70-80.
- Mata, C., Fuentes-Allende, N., Malo, J.E., Vielma, A., González, B.A. (2018). The mismatch between location of protected areas and suitable habitat for an endangered species: The taruka (*Hippocamelus antisensis*). *Oryx* 15: 1-5.
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Viceministerio de Medio Ambiente, B. (2009). Estado poblacional de la vicuña en Bolivia 2009. La Paz, Bolivia.
- Pearman, P. B., D'Amen, M., Graham, C. H., Thuiller, W., Zimmermann, N. E. (2010). Within-taxon niches structure: niche conservatism, divergence and predicted effects of climate change. *Ecography*: 33(6): 990-1003.
- Porter, W., Kearney, M. (2009). Size, shape and the thermal niche of endotherms. *Proceeding of the National Academy of Science* 106: 19666-19672.
- Sarno, R.J., Villalba, L., Bonacic, C., Gonzalez, B., Zapata, B., Mac Donald, D.W., O'Brian, S.J., Johnson, W.E. (2004). Phylogeography and subspecies assessment of vicuñas in Chile and Bolivia utilizing mtDNA and microsatellite markers: implications for vicuña conservation and management. *Conservation Genetics* 5(1): 89-102.
- Savolainen, O., Pyhäjärvi, T., Knürr, T. (2007). Gene flow and local adaptation in trees. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 38(1): 595-619.
- Valenzuela, J., Aravena, F., García, S. (2017). Reporte censo otoño 2017 de camélidos silvestres región de Tarapacá. Corporación Nacional Forestal región de Tarapacá. Reporte. 10 p.
- Véliz, C., Hoces, D. (2007). Distribución potencial del guanaco y la vicuña en el Perú. Perú: El problema agrario en debate Tarapoto, 13 al 16 de agosto 2007. SEPIA XII. 21 pp.
- Vilina, Y.A., Cruz-Jofré, F., Sabaj, V. (2015). Southernmost limit of the *Vicugna vicugna* Molina (Mammalia: Camelidae) in Chile: a review of old records and new field data. *Gayana* 79(2): 212-216.
- Weaver, K.F., Anderson, T., Guralnick, R. (2006). Combining phylogenetic and ecological niche modeling approaches to determine distribution and historical biogeography of Black Hills mountain snails (Oreohelicidae). *Diversity and Distributions* 12: 756-766.
- Yacobaccio, H. (2009). The historical relationship between people and the vicuña. En Gordon, I. (ed.). *The Vicuña*, pp. 7-20. Springer, Boston, MA,
- Zunino, M., Palestini, C. (1991). El concepto de especie y la biogeografía. *Anales de Biología* 17: 85-88.
- Zunino, M., Zullini, A. (2003). *Biogeografía: la dimensión espacial de la evolución*. México: Fondo de Cultura Económica.
- BOX 4.1**
- Acebes, P., Wheeler, J., Baldo, J., Tuppia, P., Lichtenstein, G., Hoces, D., Franklin, W.L. (2018). *Vicugna vicugna*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22956A18540534. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22956A18540534.en>.
- Acebes, P. (2018). Categorización de la vicuña en la Lista Roja de la UICN: perspectiva histórica y propuesta de una Evaluación Regional a nivel subespecífico. *GECS News* 7: 4-11.
- Baigún, R.J., Bolkovic, M.L., Aued, M.B., Li Puma, M.C., Scandalo, R.P. (2008). *Primer Censo Nacional de Camélidos Silvestres al Norte del Río Colorado*. Manejo de Fauna Silvestre en la Argentina. Dirección de Fauna Silvestre, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Buenos Aires, Argentina. 104 pp. ISBN: 978-987-23836-6-4.
- Cajal, J.L. (1991). An integrated approach to the management of wild camelids in Argentina. En Mares, M.A., Schmidly, D.J. (eds.), *Latin American Mammalogy*, pp. 305-321. University of Oklahoma Press, Norman, London.
- Cajal, J.L., García Fernández, J., Tecchi, R. (eds.). (1998). *La conservación de los camélidos silvestres en la puna y la cordillera frontal. Bases para la conservación y manejo de la puna y cordillera frontal*. FUCEMA UNESCO, Uruguay. 336 pp.
- IUCN-WCPA. (1994) *Guidelines for Protected Area Management Categories*. IUCN y WCMC, Gland, CH.
- Laker, J., Baldo, J., Arzamendia, Y., Yacobaccio, H.D. (2006). La vicuña en los andes. En Vilá, B.L. (ed.), *Investigación, conservación y manejo de vicuñas*, Cap. 4, pp. 37-50. Proyecto MACS-Argentina. Buenos Aires, Argentina. 208 pp. ISBN 987-22888-0-1
- Pujalte, J.C., Reca, A.R. (1985). Vicuñas y guanaco, distribución y ambientes. En Cajal, J.L., Amaya, J. (eds.), *Estado actual de las investigaciones sobre camélidos en Argentina*, pp. 25-49. Programa Nacional de Recursos Naturales Renovables, Secretaría de Ciencia y Tecnología, Buenos Aires, 388 pp.
- Ratto, N. (2003). *Estrategias de caza y propiedades del registro arqueológico en la puna de Chaschuil, Departamento de Tinogasta, Catamarca, Argentina*. Tesis doctoral. Facultad de Filosofía y Letras. UBA.
- SIFAP. (2018). *Sistema Federal de Áreas Protegidas*. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/resumensifap_12nov2018.pdf
- CAPÍTULO 5**
- Acebes, P., Wheeler, J., Baldo, J., Tuppia, P., Lichtenstein, G., Hoces, D., Franklin, W.L. (2018). *Vicugna vicugna*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22956A18540534. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22956A18540534.en>.
- Baigún, R., Bolkovic, M. L., Aued, M. B., Li Puma, M. C., Scandalo, R., Nugent, P., D. Ramadori (2008). *Censo de Camélidos Silvestres al Norte del Río Colorado*. Dirección de Fauna Silvestre. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires, Argentina.
- Besa M., de la Riva J. (2014). Informe de Cumplimiento, Acciones Planes Nacionales De Conservación "Censo de Vicuña *Vicugna vicugna*". Corporación Nacional Forestal, Chile.

- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L., Thomas, L. (2001) *Introduction to Distance Sampling*. Oxford University Press, Oxford.
- CONAF. (2014). Extracto informe 2015. Actividades Vinculadas a las Regiones de Tarapacá, Antofagasta y Atacama: Área de Distribución Subespecie Vicuña Austral (*Vicugna vicugna vicugna*). Corporación Nacional Forestal, Chile.
- CONAF. (2017). Reporte y análisis. Programa Regional de Monitoreo de Camélidos Silvestres: Vicuña (*Vicugna vicugna*) y Guanaco (*Lama guanicoe*). Departamento de Áreas Silvestres Región de Antofagasta, Corporación Nacional Forestal, Chile.
- CONAF. (2018). Informe País. XXXIV Reunión Ordinaria de la Comisión Técnico-Administradora del Convenio de la Vicuña. Jujuy, Argentina.
- Galaz, J.L., González, G. (2003). Plan nacional de conservación y manejo de la vicuña (*Vicugna vicugna* Molina, 1782) en Chile. Corporación Nacional Forestal, Chile.
- Gallardo, G., Nuñez, A., Pacheco, L.F. (2010). Transectos lineales como opción para estimar abundancia de vicuñas (*Vicugna vicugna*): Estudio de caso en el Parque Nacional Sajama, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 45(1): 64-72.
- González, B.A., Donoso, D.S., Valencia, D. (2014). Investigación en Camélidos Altoandinos. Informe Final Parte I, Caracterización Poblacional de Guanacos y Vicuñas en el Altiplano de la Región de Atacama.
- González, B.A., Acuña, P., Castellano, G., Contesse, C., Donoso, D.S., Donoso, J., Fuentes, N., Hernández, J., López, C., Malo, J.E., Mata, C., Vielma, V., Estades, C. (2015). Diagnóstico de la ecología poblacional de la vicuña (*Vicugna vicugna mensalis*), taruka (*Hippocamelus antisensis*) y guanaco (*Lama guanicoe cacsilensis*) y medidas de solución al conflicto silvoagropecuario - ungulados silvestres en la región de Tarapacá. Convenio Público-Privado entre el Servicio Agrícola y Ganadero de Tarapacá y las compañías mineras Teck-Quebrada Blanca, BHP Billiton Cerro Colorado y Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM. Universidad de Chile, Santiago, 218 pp.
- Lindenmayer, D.B., Likens G.E. (2010). The science and application of ecological monitoring. *Biological Conservation* 143: 1317-1328.
- McLaren, B.E., MacNearnay, D., Siavichay, C.A. (2018). Livestock and the functional habitat of vicuñas in Ecuador: a new puzzle. *Ecosphere* 9(1): e02066.
- Miller, D. L., Burt, M. L., Rexstad, E. A., & Thomas, L. (2013). Spatial models for distance sampling data: recent developments and future directions. *Methods in Ecology and Evolution* 4(11): 1001-1010.
- Moraga, C. A., Vargas, S. (2018). Breve revisión de artículos y tesis en estimación de abundancias de camélidos silvestres. *Biodiversidata* (6): 74-84.
- Pino, M.P. (2016) *Propuesta metodológica para el estudio poblacional y hábitat de la Vicuña (Vicugna vicugna) en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, en el marco de la sostenibilidad del turismo*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.
- Puig, S., Videla, F. (2007). Distribución, densidades y estado de conservación de los camélidos. En Martínez, E.C. (ed.), *Diversidad Biológica y Cultural de los Altos Andes Centrales de Argentina. Línea de Base de la Reserva de Biósfera San Guillermo (San Juan)*, pp. 199-223. Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina.
- Sahley, C.T., Vargas, J.T., Valdivia, J.S. (2007). Biological sustainability of live shearing of vicuña in Peru. *Conservation Biology* 21: 98-105.
- Shaw, A.K., Galaz, J.L., Marquet, P. (2012). Population dynamics of the vicuña (*Vicugna vicugna*): the influence of density-dependence, rainfall and spatial distribution. *Journal of Mammalogy* 93(3): 658-666.
- Travaini, A., Zapata, S. C., Bustamante, J., Pedrana, J., Zanón, J. I., Rodríguez, A. (2015). Guanaco abundance and monitoring in Southern Patagonia: distance sampling reveals substantially greater numbers than previously reported. *Zoological Studies*, 54(1):23.
- Royle, J. A., Dawson, D. K., Bates, S. (2004). Modeling abundance effects in distance sampling. *Ecology* 85(6): 1591-1597.
- Valenzuela J. (2014). GASP N°4 "Porcentaje de acciones de planes de conservación de especies efectuadas, respecto del total de acciones programadas". Informe anual de Censo de Vicuña Austral (*Vicugna vicugna vicugna*) y Guanaco (*Lama guanicoe*) realizado en el Parque Nacional Volcán Isluga, Región de Tarapacá año 2014. Corporación Nacional Forestal, Chile.
- Valenzuela J. (2015). GASP N°4 "Porcentaje de acciones de planes de conservación de especies efectuadas, respecto del total de acciones programadas". Informe anual de Censo de Vicuña Austral (*Vicugna vicugna vicugna*) y Guanaco (*Lama guanicoe*) realizado en el Parque Nacional Volcán Isluga, Región de Tarapacá año 2015. Corporación Nacional Forestal, Chile.
- Valenzuela J. (2016). Monitoreo Anual de Vicuña (*V.v.mensalis*) en PNVI y Monitoreo de Vicuña Austral (*V.v.vicugna*) a nivel Regional. Informe anual monitoreo de Camélidos Sudamericanos (*V.v.mensalis*, *V.v.vicugna*). Región de Tarapacá año 2016. Corporación Nacional Forestal, Chile.
- White, G.C. (2005) Correcting wildlife counts using detection probabilities. *Wildlife Research* 32(3): 211-216.
- Williams, B.K., Nichols, J.D., Conroy, M.J. (2002). *Analysis and management of animal populations: modeling, estimation, and decision making*. San Diego, Calif.: Academic Press.

BOX 5.1

- Acuña, M.P., Estades, C.F., González, B., Hernández, H.J., Vukasovic, M.A., Villaseñor, N. (2008) *Evaluación poblacional del suri (Rhea pennata tarapacensis) en las regiones de Arica y Parinacota, y de Tarapacá*. Informe Final. Laboratorios de Geomática y Ecología del Paisaje y de Ecología de Vida Silvestre Facultad de Ciencias Forestales Universidad de Chile.
- Bibby, C.J., Burguess, N.D., Hill, D.A. (1992) *Bird census techniques*. Academic Press, London, UK.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L., Thomas, L. (2001). *Introduction to Distance Sampling*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Estades, C.F., Aguirre, J., Escobar, M.A.H., Tomasevic, J.A., Vukasovic, M.A., Tala, C. (2007). Conservation Status of the Chilean Woodstar Eulidia yarrellii. *Bird Conservation International* 17: 163-165.
- Manly, B.F.J. (1997). *Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology*. 2nd ed. Chapman and Hall/CRC.

- Seavy, N.E., Quader, S., Alexander, J.D., Ralph, J. (2005). Generalized Linear Models and Point Count Data: Statistical Considerations for the Design and Analysis of Monitoring Studies. En Ralph, C.J., Rich, T., (eds.), *Proceedings of the Third International Partners in Flight Conference: USDA Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191*, pp. 744-753. Asilomar, CA, USDA Forest Service.

BOX 5.2

- Acebes, P. (2018). Categorización de la vicuña en la Lista Roja de la UICN: perspectiva histórica y propuesta de una Evaluación Regional a nivel subspecífico. *GECS News* 7: 4-11.
- Baigún, R.J.; Bolkovic, M.L.; Aued, M.B.; Li Puma, M.C.; Scandalo, R.P. (2008). *Primer Censo Nacional de Camélidos Silvestres al Norte del Río Colorado. Manejo de Fauna Silvestre en la Argentina. Dirección de Fauna Silvestre, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Buenos Aires, Argentina. 104 pp.* ISBN: 978-987-23836-6-4.
- Boswall, J. (1972). Vicuña in Argentina. *Oryx* 11(6): 449-456.
- Buckland, S.T.; Anderson, D.R.; Burnham, K.P., Laake, J.L. (1993). *Distance sampling: Estimating abundance of biological populations.* Chapman & Hall, London.
- Cajal, J.L. (1991). An integrated approach to the management of wild camelids in Argentina. En Mares, M.A., Schmidly, D.J. (eds.), *Latin American Mammalogy*, pp. 305-321. University of Oklahoma Press, Norman, London.
- FAO. (2005). *Situación actual de los camélidos sudamericanos en Argentina. Proyecto de Cooperación técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los camélidos Sudamericanos en la región Andina. Organización de las Nacionales Unidades para la Agricultura y la Alimentación. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. FAO/RLC. 39 pp.*
- González, A., Rey, A. (2014). *Estimación de abundancia de vicuñas en la provincia de Salta. Informe Final. 18 pp.*
- Grimwood, I. (1969). Notes on the distribution and status of some Peruvian mammals. American Committee for Wildlife Protection. Zoological Society Special Publication, New York, Vol 21.
- Ianni, J.P., Bernardos, J. (2018). *Informe técnico sobre abundancia de vicuñas en la provincia de Salta - Años analizados: 2013-2018.* Universidad Nacional de Córdoba. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), 18 pp.
- Wheeler, J.C., Laker, J. (2009). The vicuña in the Andean altiplano. En Gordon, I. (ed.). *The vicuña: the theory and practice of community-based wildlife management.* Springer, Boston, MA, 21-33.
- Arzamendia Y., Vilá B. L. (2006). Estudios etoecológicos de vicuñas en el marco de un plan de manejo sustentable: Cieneguillas, Jujuy. Cap 6. En Vilá B.L. (ed.). *Investigación, conservación y manejo de vicuñas.* Proyecto MACS, Buenos Aires, Argentina.
- Arzamendia, Y., Vilá, B. L. (2015). Vicugna habitat use and interactions with domestic ungulates in Jujuy, Northwest Argentina. *Mammalia* 79(3): 267-278.
- Arzamendia Y., Carbajo A., Vilá, B.L. (2018). Social group dynamics and composition of managed wild vicuñas (*Vicugna vicugna vicugna*) in Jujuy, Argentina. *Journal of Ethology* 36(2):125-134 DOI 10.1007/s10164-018-0542-3.
- Baldi, R., Albon, S.D., Elston, D.A. (2001). Guanacos and sheep: evidence for continuing competition in arid Patagonia. *Oecologia* 129: 561-570.
- Borgnia, M., Maggi, A. M., Arriaga, M., Aued, B., Vilá, B.L., Cassini, M. H. (2006). Caracterización de la vegetación en la Reserva de Biosfera Laguna Blanca (Catamarca, Argentina). *Ecología Austral* (16): 29-45.
- Borgnia, M., Vilá, B. L., Cassini, M. H. (2008). Interaction between wild camelids and livestock in an Andean semi-desert. *Journal of Arid Environments* 72(12): 2150-2158.
- Borgnia, M., Vilá, B. L., Cassini, M. H. (2010). Foraging ecology of Vicuña, *Vicugna vicugna*, in dry Puna of Argentina. *Small Ruminant Research* 88: 44-53.
- Cabrera, A. L. (1968). Ecología vegetal de la Puna. *Colloquium Geographicum* (Bonn), 9, 91-116.
- Cabrera, A.L. (1971). Fitogeografía de la república Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 14: 1-42.
- Cajal, J.L. (1989). Uso del hábitat por vicuñas y guanacos en la reserva San Guillermo, Argentina. *Vida silvestre neotropical* 2(1): 21-32.
- De Gabriel, J.L., Albon, S.D., Fielding, D.A., Riach, D.J., Westaway, S., Irvine, R.J. (2011). The presence of sheep leads to increases in plant diversity and reductions in the impact of deer on heather. *Journal of Applied Ecology* 48: 1269-1277.
- Du Toit, J.T. (2011). Coexisting with cattle. *Science* 333: 1710-1711.
- Franklin W.L. 1983. Contrasting socioecologies of South Americans wild camelids: The vicuña and the guanaco. En Eisenberg S.F., Kleinman D.G. (eds.), *Advances in the study of mammalian behavior*, pp. 573-629. Special Publ. N7. ASM.
- Gill, J.A., Norris, K., Potts, P.M., Gunnarsson, T.G., Atkinson, P.W., Sutherland, W.J. 2001. The buffer effect and large-scale population regulation in migratory birds. *Nature* 412: 436-438.
- Genin, D. Alzérreca, H. A. 2006. Campos nativos de pastoreo y producción animal en la puna semiárida y árida andina. *Sécheresse* 17: 265-274.
- Gordon, C.E. 2000. The coexistence of species. *Revista Chilena de Historia Natural* 73: 175-198.
- Koford, C.B. 1957. The vicuña and the puna. *Ecological Monographs* 27: 153-219.
- Holt, R.D. 2001. Species coexistence. En Levin, S. (ed.), *Encyclopedia of biodiversity*, Vol. 5, pp. 413-426. Academic Press, San Diego, CA.
- Krebs, J.R. (1998). *Ecological methodology.* Addison Wesley Longman, Menlo Park, CA. pp. 620.
- Laker, J., J.L. Baldo, Arzamendia, Y., Yacobaccio, H. (2006). La vicuña en los Andes. En Vilá, B.L. (ed.), *Investigación, conservación y manejo de vicuñas*, pp. 37-50. Proyecto MACS, Buenos Aires, Argentina.
- Litvaitis, J.A., Titus, K., Anderson, E.M. (1996). Measuring vertebrate use of terrestrial habitats

CAPÍTULO 6

- Acebes, P., Wheeler, J., Baldo, J., Tuppia, P., Lichtenstein, G., Hoces, D., Franklin, W.L. (2018). *Vicugna vicugna*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22956A18540534.
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22956A18540534.en>
- Arzamendia, Y., Cassini, M. H., Vilá, B. L. (2006). Habitat use by vicuña *Vicugna vicugna* in Laguna Pozuelos Reserve, Jujuy, Argentina. *Oryx* 40(2): 1-6.

- and foods. En Bookhout, T.A. (ed.), *Research and management techniques for wildlife and habitats*, pp. 254-274. Fifth ed. Rev. The Wildlife Society, Bethesda, Md. 740 pp.
- Marshal, J.P., Bleich, V.C., Krausman, P.R., Lynn Reed, M., Andrew, N.G. (2006). Factors affecting habitat use and distribution of desert mule deer in an arid environment. *Wildlife Society bulletin* 34(3): 609-619.
- Morris, D. W. (2003). Shadows of predation: habitat-selecting consumers eclipse competition between coexisting prey. *Evolutionary Ecology* 17: 393-422.
- Mosca Torres, M. E., Puig, S. (2012). Habitat use and selection by the vicuña (*Vicugna vicugna*, Camelidae) during summer and winter in the High Andean Puna of Argentina. *Small Ruminant Research* 104(1-3): 17-27.
- Muñoz, M.A., Faz, A. (2012). Soil organic matter stocks and quality at high altitude grasslands of Apolobamba, Bolivia. *Catena* 94: 26-35.
- Odadi, W.O., Karachi, M.K., Abdulrazak, S.A., Young, T.P. (2011). African wild ungulates compete with or facilitate cattle depending on season. *Science* 333: 1753-1755.
- Renaudeau d' Arc N., Cassini M., Vilá B.L. (2000). Hábitat use of vicuñas in Laguna Blanca Reserve (Catamarca, Argentina). *Journal of Arid Environments* 46: 107-115.
- Rojo, V., Arzamendia Y., Baldo J., Vilá, B.L. (2015). Modelo de distribución de vicuñas (*Vicugna vicugna*) en el norte de la Reserva de Biosfera Laguna de Pozuelos (Jujuy). En *V Jornadas y II Congreso Argentino de Ecología de Paisajes*. Azul, Buenos Aires, Argentina. Actas de congreso. ISBN, 978-987-543-788-3. Editorial Martin, Mar del Plata.
- Rojo, V., Arzamendia, Y., Vilá, B. L. (2012). Uso del hábitat por vicuñas (*Vicugna vicugna*) en un sistema agropastoril en Suripujio, Jujuy. *Mastozoología Neotropical* 19(1): 127-138.
- Srivastava, T., Kumar, A. (2018). Seasonal habitat use in three species of wild ungulates in Sikkim Himalaya. *Mammalian Biology* 88: 100-106.
- Sutherland, W.J. (1996). *From individual behaviour to population ecology*. Oxford University Press, Oxford, UK. pp. 213.
- Valencia, D. I. (2013). Interacción espacio - temporal entre vicuña (*Vicugna vicugna*) y llama (*Lama glama*) en el sector de Tara, Región de Antofagasta, Chile. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Veterinaria y Pecuarias. Universidad de Chile. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/131734>
- Vilá, B. L. (1999). La importancia de la etología en la conservación y manejo de las vicuñas. *Etología* 7: 63-68.
- Vilá, B. L. (2000). Comportamiento y organización social de la vicuña. En: González, B. P.; Bas, F; Tala, C. Y A Iriarte (eds.), *Actas del seminario Internacional de Manejo sustentable de la vicuña y el guanaco*, pp. 175-192. Servicio Agrícola y Ganadero, Universidad Católica de Chile, Fundación para la Innovación Agraria. Santiago de Chile.
- Vilá, B.L., Cassini, M.H. (1994). Time allocation during the reproductive season in vicuñas. *Ethology* 97: 226-235.
- Villalba, L. (2003). Uso de hábitat e interacciones entre la vicuña y la alpaca en la reserva nacional de fauna Ulla-Ulla, Bolivia. En CIF, FCA y P- UMSS (eds.), *Memorias del III Congreso Mundial sobre Camélidos*, pp. 205-210. 1er. Taller internacional de DECAMA. Potosí, Bolivia.
- Yen, S.C., Wang, Y., Yu, P.H., Kuan, Y. P., Liao, Y. C., Chen, K. H., Weng, G.J. (2019). Seasonal Space Use and Habitat Selection of Sambar in Taiwan. *The Journal of Wildlife Management* 83(1): 22-31; 2019; DOI: 10.1002/jwmg.21578.

BOX 6.1

- Acebes, P., Wheeler, J., Baldo, J., Tuppia, P., Lichtenstein, G., Hoces, D., Franklin, W.L. 2018. Vicugna vicugna. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2018: e.T22956A18540534. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22956A18540534.en>.
- Acebes, P. 2018. Categorización de la vicuña en la Lista Roja de la UICN: perspectiva histórica y propuesta de una Evaluación Regional a nivel subespecífico. *GECS News* 7: 4-11.
- Arzamendia, Y., Carabajo, A.E., Vilá, B.L. 2018. Social group dynamics and composition of managed wild vicuñas (*Vicugna vicugna vicugna*) in Jujuy, Argentina. *Journal of Ethology* 36: 125-134.
- Baigún, R.J., Bolkovic, M.L., Aued, M.B., Li Puma, M.C. y Scandolo, R.P. (2008). *Primer Censo Nacional de Camélidos Silvestres al Norte del Río Colorado*. Manejo de Fauna Silvestre en la Argentina. Dirección de Fauna Silvestre, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Buenos Aires, Argentina. 104 pp. ISBN: 978-987-23836-6-4.
- Cassini, M., Borgnia, M., Arzamendia, Y., Benítez, V., Vilá, B.L. 2009. Sociality, Foraging and Habitat Use by Vicuña. En I.J. Gordon (ed.), *The vicuña: the theory and practice of community based wildlife management*, pp. 35-48. Springer Verlag, Berlin, Germany.
- Franklin, W.L. 2011. Family Camelidae (Camels). En: Wilson, D.E., Mittermeier, R.A. (eds.), *Handbook of the Mammals of the World - Volume 2 - Hoofed Mammals*, pp. 206-246. Lynx Edicions, Barcelona, España.
- Glade, A., (ed.). 1993. *Red List of Chilean terrestrial Vertebrates*. Corporación Nacional Forestal, Santiago, Chile. 69 pp.
- Marín, J.C., Casey, C.S., Kadwell, M., Yaya, K., Hoces, D., Olazabal, J., Rosadio, R., Rodriguez, J., Spotorno, A., Bruford, M.W., Wheeler, J.C. 2007. Mitochondrial phylogeography and demographic history of the Vicuña: implications for conservation. *Heredity*: 1-11.
- Rovira, J., Ortega, D., Álvarez, D., Molt, K. 2008. Áreas protegidas en Chile. En CONAMA, *Biodiversidad de Chile, patrimonio y desafíos*, pp. 506-561. Segunda Edición. Ocho Libros Editores, Santiago de Chile.
- Shaw, A.K., Galaz, J.L., Marquet, P. 2012. Population dynamics of the vicuña (*Vicugna vicugna*): the influence of density-dependence, rainfall and spatial distribution. *Journal of Mammalogy* 93(3): 658-666.

BOX 6.2

- Donadio, E., Buskirk, S.W. (2016). Linking predation risk, ungulate antipredator responses, and patterns of vegetation in the high Andes. *Journal of Mammalogy* 97: 966-977
- Franklin, W.L. (2011). Family Camelidae (Camels). En Wilson, D.E., Mittermeier, R.A. (eds.), *Handbook of the mammals of the World. Vol 2. Hoofed mammals*, pp. 206-246. Lynx Editions, Barcelona, España.

- González, B.A., Acuña, P., Castellaro, G., Contesse, C., Donoso, D.S., Donoso, J., Fuentes, N., Hernández, J., López, C., Malo, J.E., Mata, C., Vielma, V., Estades, C. (2015). *Diagnóstico de la ecología poblacional de la vicuña, taruka y guanaco y medidas de solución al conflicto silvoagropecuario - ungulados silvestres en la región de Tarapacá*. Convenio Público-Privado entre el Servicio Agrícola y Ganadero de Tarapacá y las compañías mineras Teck-Quebrada Blanca, BHP Billiton Cerro Colorado y Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM. Universidad de Chile, Santiago, 218 pp.
- Malo, J.E., González, B.A., Mata, C., Vielma, A., Donoso, D.S., Fuentes, N., Estades, C.F. (2016). Low habitat overlap at landscape scale between wild camelids and feral donkeys in the Chilean desert. *Acta Oecologica* 70: 1-9.
- Mata, C., Malo, J.E., Galaz, J.L., Cadorno, C., Lagunas, H. (2016). A three step approach to minimise the impact of a mining site on vicuña (*Vicugna vicugna*) and to restore landscape connectivity. *Environmental Science and Pollution Research* 23: 13626-13636.
- Morin, P.J. (2011). *Community Ecology*, 2nd Edition. Blackwell Science, Hoboken, NJ, USA.
- Mosca Torres, M.E, Puig, S. (2010). Seasonal diet of vicuñas in the Los Andes protected area (Salta, Argentina): Are they optimal foragers? *Journal of Arid Environments* 74: 450-457.
- Muhly, T.B., Semeniuk, C., Massolo, A., Hickman, L., Musiani, M. (2011) Human activity helps prey win the predator-prey space race. *PLoS ONE* 6(3): e17050
- Renaudeau d'Arc, N., Cassini, M.H., Vila, B.L. (2000). Habitat use by vicuñas *Vicugna vicugna* in the Laguna Blanca Reserve (Catamarca, Argentina). *Journal of Arid Environments* 46: 107-115.
- Wurstten, A., Novaro, A.J., Walker, R.S. (2014). Habitat use and preference by guanacos, vicuñas, and livestock in an altitudinal gradient in northwest Argentina. *European Journal of Wildlife Research* 60: 35-43.
- CAPÍTULO 7**
- Arzamendia, Y. 2008. *Estudios etoecológicos de vicuñas (Vicugna vicugna) en relación a su manejo sostenible en silvestria, en la Reserva de Biosfera Laguna de Pozuelos (Jujuy, Argentina)*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.
- Arzamendia, Y., Vilá, B.L. (2003). Estudios de comportamiento y organización social de vicuñas, en la Reserva de la Biosfera Laguna de Pozuelos, Jujuy, Argentina, como línea de base para el manejo sostenible de la especie. En CIF, FCA y P- UMSS (eds.), *Memorias del III Congreso Mundial sobre Camélidos*, Vol I pp. 187-192. 1er. Taller internacional de DECAMA, Potosí, Bolivia.
- Arzamendia, Y., Vilá, B.L. (2006). Estudios etoecológicos de vicuñas en el marco de un plan de manejo sustentable: Cieneguillas, Jujuy. En Vilá, B. L. (ed.), *Investigación, conservación y manejo de vicuñas*, pp. 69-83. Proyecto MACS-Argentina Buenos Aires, Argentina.
- Arzamendia, Y., Vilá, B.L. (2015). Vicugna habitat use and interactions with domestic ungulates in Jujuy, Northwest Argentina. *Mammalia* 79: 267-278.
- Arzamendia Y., Cassini M., Vilá B.L. 2006. Habitat use by vicuñas, *Vicugna vicugna*, in Laguna Pozuelos Reserve (Jujuy, Argentina). *Oryx* 40(2): 198-203.
- Arzamendia, Y., Baldo, J., Vilá, B.L. (2012). *Lineamientos para un Plan de Conservación y Uso Sustentable de Vicuñas*, en Jujuy, Argentina. EDIUNJU, San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina.
- Arzamendia, Y., Carbajo, A., Vilá, B.L. (2018). Social group dynamics and composition of managed wild vicuñas (*Vicugna vicugna vicugna*) in Jujuy, Argentina. *Journal of Ethology* 36(2): 125-134.
- Borgnia, M., Vilá, B.L., Cassini, M. (2008). Interaction between wild camelids and livestock in an Andean semidesert. *Journal of Arid Environments* 72: 2150-2158.
- Bosch P.C., Svendsen G.E. (1987). Behaviour of male and female vicuna (*Vicugna vicugna* Molina 1782) and its relation to reproductive effort. *Journal of Mammalogy* 68(2): 425-429.
- Cachizumba, A., Arzamendia, Y., Machado, A., Rojo, V. (2018). *Ecología del comportamiento de la Vicuña (Vicugna vicugna) en relación al uso de agua en Santa Catalina, Jujuy, Argentina*. XXVIII Reunión Argentina de Ecología. Mar del Plata, Argentina.
- Cajal J.L., Amaya J.N. (1985). *Estado actual de las investigaciones sobre camélidos en la República Argentina*. SECYT, Argentina.
- Cajal, J.L. (1989). Uso del hábitat por vicuñas y guanacos en la reserva San Guillermo, Argentina. *Vida Silvestre Neotropical* 2(1): 21-32.
- Cassini, M.H., Borgnia, M., Arzamendia, Y., Benitez, V., Vilá, B.L. 2009. Sociality, foraging and habitat use by vicuñas. En Gordon, I.J (ed.), *The vicuña: theory and practice of community based wildlife management*, pp. 35-48. Springer Science+ Business Media. New York, USA.
- Donadio E., Buskirk S.W. (2006). Flight behavior in guanacos and vicuñas in areas with and without poaching in western Argentina. *Biological Conservation* 127(2): 139-145.
- Donadio E., Buskirk S.W. (2016). Linking predation risk, ungulate antipredator responses, and patterns of vegetation in the high Andes. *Journal of Mammalogy* 97: 966-977.
- Franklin, W.L. (1974). The social behaviour of the vicuña. En Geist, V., Walther, F. (eds.), *The behaviour of ungulates and its relation to management*. IUCN. Morges.
- Franklin, W. (1982). Biology, ecology and relationship to man of the South American Camelids. En Mares, M.A., Genoways, H.H. (eds.), *Mammalian Biology in South America*. University of Pittsburgh, USA.
- Franklin, W.L. (1983). Contrasting socioecologies of South America's wild camelids: The vicuña and the guanaco. En Eisenberg, S.F., Kleinman, D.G. (eds.), *Advances in the study of mammalian behavior*. Special Publ. N°7. ASM.
- Franklin, W.L. (2011). Family Camelidae (camels). En Wilson, D.E, Mittermeier, R.A. (eds.), *Handbook of the Mammals of the World - Volume 2. Hoofed Mammals*. Lynx Edicions (en asociación con IUCN y Conservation International). Barcelona, España.
- Krebs, J.R., Davis, N.B. (1981). *An introduction to behavioural ecology*. Blackwell. Oxford.
- Koford, C.B. (1957). The vicuña and the Puna. *Ecological Monographs* 27: 153-219.
- Oftedal, O.T. (1985). Pregnancy and lactation. En Hudson, R., White, R.G. (eds.), *Bioenergetics of wild herbivores*, pp. 215-238. CRC Press, Boca Ratón, USA.
- Mosca Torres, M.E. (2010). *Selección de alimento y hábitat por vicuñas silvestres de la reserva provincial Los Andes (Salta, Argentina)*. Tesis Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires, Argentina.

- Renaudeau d' Arc, N. (1997). La vicuña *Vicugna vicugna* en la cuenca de la laguna Pozuelos (Jujuy, Argentina): Estudio de su comportamiento durante la estación seca y húmeda y análisis de su importancia para los pobladores locales. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Ruiz Blanco, M., Donadio E., Perrig P.L., Crego R.D., Kantor J., Buskirk S.W. y A.J. Novaro. 2011. Ecología reproductiva de la población más austral de vicuñas *Vicugna vicugna*. XXIV Reunión Argentina de Mastozoología. La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Svendsen, G. (1987). Ecología de poblaciones de vicuña. En Torres, H., (ed.), *Técnicas para el manejo de la vicuña*. UICN/CSE/PNUMA.
- Trivers R.L. 1985. *Social evolution*. Benjamin/Cummings, Menlo Park CA, USA.
- Vilá, B.L. (1990). *Comportamiento de la vicuña durante la temporada reproductiva*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.
- Vilá, B.L., Roig, V.G. (1992). Diurnal movements, family groups and alertness of vicuña (*Vicugna vicugna*) during the late dry season in the Laguna Blanca Reserve (Catamarca-Argentina). *Small Ruminant Research* 7: 289-297.
- Vilá, B.L. (1992a). Vicuñas (*Vicugna vicugna*) agonistic behaviour during the reproductive season. En Spitz, F., Janeau, G., Gonzalez, G., Aulagnier, S. (eds.), *ONGULES/UNGULATES/91, Proceedings of the International Symposium*, pp. 475-482. S.F.E.P.M. & I.R.G.M. Toulouse, France.
- Vilá, B.L. (1992b). Mother-offspring relationship in the vicuña, *Vicugna vicugna* (Mammalia: Camelidae). *Ethology* 92: 293-300.
- Vilá, B.L., Cassini, M.H. (1993). Summer and autumn activity patterns of vicuña. *Studies on Neotropical Fauna & Environment* 28: 251-258.
- Vilá B.L. (1994a). Simultaneous behaviour of mothers and calves in vicuña. En Gerken, M., Reinieri, C. (eds.), *Proceedings of the European Symposium on South American Camelids*, pp 189-199. Bonn, Germany. Publicado por Università degli studi di Camerino, Italia.
- Vilá B.L. (1994b). Use of dung piles by neighbouring vicuñas. *International Journal of Mammalian Biology (Z. fur Sargetierkunde)* 59: 126-128.
- Vilá B.L. (1994c). Clasificación de las duplas madre-cría de vicuñas. *Ecología Austral* 4: 59-63.
- Vilá B.L. (1994d). Some aspects of playing behaviour in the vicuña. *Small Ruminant Research* 14: 245-248.
- Vilá, B.L., Cassini, M.H. (1994). Time allocation during the reproductive season in vicuñas. *Ethology* 97: 226-235.
- Vilá, B.L. (1995). Spacing patterns within groups in vicuñas in relation to sex and behaviour. *Studies on Neotropical Fauna & Environment* 30(1): 45-51.
- Vilá, B.L. (1999). La importancia de la etología en la conservación y manejo de las vicuñas. *Etología* 7: 63-68.
- Walther, F.R. (1977). Sex and activity dependence of distances between Thomson's gazelles (*Gazella thomsoni*). *Animal Behaviour* 28: 331-340.
- Wittenberger J.F. (1981). *Animal Social Behaviour*. Duxbury Press, Boston, USA.
- CAPÍTULO 8
- 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*, pp. 63-69. Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Aguilar, M.G., Martín, G.O., Neumann, R., Chagra Dib, E.P. (1995). Estimación de la composición botánica en la dieta de la vicuña (*Vicugna vicugna*) en la puna jujeña. *Revista Argentina de Producción Animal* 15: 343-346.
- Alonso-Amelot, M.E. (2008). High altitude plants, chemistry of acclimation and adaptation. *Studies in Natural Products Chemistry* 34: 883-982.
- Alzola, R.H., Ghezzi, M.D., Gimeno, E.J., Lupido, M.C., Castro, A.N., Rodríguez, J.A. (2004). Topography and morphology of the llama (*Lama glama*) stomach. *International Journal of Morphology* 22: 155-164.
- Baied, C.A., Wheeler, J.C. (1993). Evolution of High Andean Puna Ecosystems: Environment, Climate, and Culture Change over the Last 12,000 Years in the Central Andes. *Mountain. Research and Development* 13: 145-156.
- Benítez, V., Borgnia, M., Cassini, M. (2006). Ecología nutricional de la vicuña, *Vicugna vicugna*, con un ejemplo en la Reserva Laguna Blanca, Catamarca. En Vilá, B.L. (ed.), *Investigación, Conservación y Manejo de Vicuñas*, pp. 51-67. Proyecto MACS - Universidad Nacional de Luján, Buenos Aires, Argentina.
- Borgnia, M., Vilá, B.L., Cassini, M.H. (2008). Interaction between wild camelids and livestock in an Andean semi-desert. *Journal of Arid Environments* 72: 2150-2158.
- Cajal, J.L. (1989). Uso de hábitat por vicuñas y guanacos en la Reserva San Guillermo, Argentina. *Vida Silvestre Neotropical* 2: 21-31.
- Cassini, M., Arzamendia, Y., Borgnia, M., Vilá, B.L. (2009). Spatial ecology and behaviour of vicuñas. En Gordon, L. (ed.), *The vicuña: The theory and practice of community based wildlife management*, pp. 35 - 48 Springer Verlag, Berlin, Germany.
- Castellaro, G. (2005). Manejo nutritivo de la vicuña en condiciones de pastoreo. En Galaz, J., González, G. (eds.), *Técnicas de Manejo Productivo de La Vicuña (Vicugna vicugna Molina, 1782) en Chile*, pp. 221-246. Corporación Nacional Forestal, Fundación para la Innovación Agraria. Santiago, Chile.
- Danell, K., Bergstrom, R., Duncan, P., Pastor, J. (eds.). (2006). *Large Herbivore Ecology, Ecosystem Dynamics and Conservation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Engelhardt, W. v. Holler, H. (1982). Salivary and gastric physiology of camelids. *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft* 75: 195-204.
- Engelhardt, W. von, Schneider, W. (1977). Energy and nitrogen metabolism in the llama. *Animal Research and Development* 5: 68-72.
- Flórez, J.A. (1973). *Velocidad de pasaje de la ingesta y digestibilidad en alpacas y ovinos*. Universidad Nacional de San Marcos, Lima, Perú.
- Franklin, W. (1982). Biology, ecology, and relationships to man of South American camelids. En Mares, M.A., Genoways, H.H. (eds.), *Mammalian Biology in South America*, pp. 457-489. University of Pittsburgh, Linesville.
- Franklin, W.L. (1983). Contrasting socioecologies of South America's wild camelids: the vicuña and the guanaco. En Eisenberg, J.F.m Kleiman, D.G., (eds.), *Advances in the study of mammalian behavior*,

- pp. 573-629. Special Publications American Society of Mammalogist. No 7, 753 pp.
- Freeland, W.J., Janzen, D.H. (1974). Strategies in Herbivory by Mammals: The Role of Plant Secondary Compounds. *The American Naturalist* 108(961): 269-289.
- Galaz, J. (1998). El manejo de la vicuña (*Vicugna vicugna* Lesson, 1842) en Chile. En Valverde, V. (ed.), *La Conservación La Fauna Nativa En Chile: Logros y Perspectivas*, pp. 5-18. Corporación Nacional Forestal, Santiago de Chile.
- Garnick, S., Barboza, P.S., Walker, J.W. (2018). Assessment of Animal-Based Methods Used for Estimating and Monitoring Rangeland Herbivore Diet Composition. *Rangeland Ecology and Management* 71: 449-457.
- Hinderer, S., Engelhardt, W.V. (1975). Urea metabolism in the llama. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 52: 619-622.
- Krebs, C.J. (1999). *Ecological methodology*. Addison Wesley Longman, Menlo Park.
- Landau, S., Glasser, T., Dvash, L. (2006). Monitoring nutrition in small ruminants with the aid of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) technology: A review. *Small Ruminant Research* 61: 1-11.
- Litvaitis, J.A. (2000). Investigating Food Habits of Terrestrial Vertebrates. En Pearl, M.C., Boitani, L., Fuller, T.K. (eds.), *Research Techniques in Animal Ecology, Controversies and Consequences*, pp. 165-190. Columbia University Press.
- Martín, S. (1991). Nutrición y alimentación. En Novoa, C., Flores, A. (eds.), *Producción de Rumiantes Menores: Alpacas*, pp. 72-99. Perumen, Lima, Perú.
- Ménard, M. (1984). Le régime alimentaire des vicognes (*Lama vicugna*) pendant une période de sécheresse. *Mammalia* 48: 529-539.
- Moen, J., Andersen, R., Illius, A. (2006). Living in a seasonal environment. En Danell, K., Bergstrom, R., Duncan, P., Pastor, J. (eds.), *Large Herbivore Ecology, Ecosystem Dynamics and Conservation*, pp. 50-70. Cambridge University Press, Cambridge.
- Muñoz-Pedrerros, A., Yáñez, J. (2009). *Mamíferos de Chile*. CEA Ediciones, Valdivia, Chile.
- Muñoz, A.E., Simonetti, J.A. (2013). Diet of guanaco in sheep-free rangeland in Tierra del Fuego, Chile. *Ciencia e Investigación Agraria* 40: 185-191.
- Novoa, R., Villaseca, S. (1989). *Mapa agroclimático de Chile*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.
- San Martín, F. (1987). *Comparative forage selectivity and nutrition of South American Camelids and Sheep*. Texas Tech University, Lubbock.
- Sponheimer, M., Robinson, T., Roeder, B., Hammer, J., Ayliffe, L., Passey, B., Cerling, T., Dearing, D., Ehleringer, J. (2003). Digestion and passage rates of grass hays by llamas, alpacas, goats, rabbits, and horses. *Small Ruminant Research* 48: 149-154.
- Stephens, D.W., Brown, J.S., Joel S., Ydenberg, R.C., (2007). *Foraging: behavior and ecology*. University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Tirado, C., Cortés, A., Carretero, M., Bozinovic, F. (2016). Does the presence of livestock alter the trophic behaviour of sympatric populations of wild camelids *Vicugna vicugna* Molina 1782 and *Lama guanicoe* Müller 1976 (Artiodactyla: Camelidae)? Evidence from Central Andes. *Gayana*. 80(1): 29-39.
- Tirado, C., Cortés, A., Miranda-Urbina, E., Carretero, M.A. (2012). Trophic preferences in an assemblage of mammal herbivores from Andean Puna (Northern Chile). *Journal of Arid Environments* 79: 8-12.
- Vilina, Y.A., Cruz-Jofré, F., Sabaj, V. (2015). Southernmost limit of the *Vicugna vicugna* Molina (Mammalia: Camelidae) in Chile: a review of old records and new field data. *Gayana (Concepción)* 79: 212-216.
- Von Engelhardt, W., Lechner-Doll, M., Heller, R., Rutagwenda, T., Schwartz, H. (1988). Physiology of the Forestomach in Camelids with Particular Reference to Adaptation to Extreme Dietary Conditions: A Comparative Approach. *Animal Research and Development* 28: 56-70.
- Winterhalder, B.P., Thomas, R.B. (1982). Geoeology of southern highland Peru: a human adaptation perspective. University of Colorado, Institute of Arctic and Alpine Research, Boulder.

BOX 8.1

- Arzamendia, Y., Vilá, B. L. (2015). *Vicugna* habitat use and interactions with domestic ungulates in Jujuy, Northwest Argentina. *Mammalia* 79: 267-278.
- Borgnia, M., Vilá, B.L., Cassini, M.H. (2010). Foraging ecology of vicuñas (*Vicugna vicugna*) in dry argentinean puna. *Small Ruminant Research* 88(1): 44-53.
- Borgnia, M., Vilá, B.L., Cassini, M. (2008). Interaction between wild camelids and livestock in an Andean semidesert. *Journal of Arid Environment* 72: 2150-2158.
- Cabrera, A.L. (1971). Fitogeografía de la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 14(1-2): 1-42.
- Franklin, W. (1983). Contrasting socioecologies of south america's wild camelids: the vicuña and the guanaco. En Eiseberg J.F, Kleiman, D.G (eds.), *Advances in the study of mammalian behaviour*. Special Publication N 7, ASM.
- Koford, C.B. (1957). The vicuña and the puna. *Ecological monographs* 27: 153-219.
- Menard, M. (1984.) Le regime alimentaire des vicognes (*Lama vicugna*) pendant une periode de secheresse. *Mammalia* 48: 529-539.
- Samec C. T. (2012). Variabilidad dietaria en camélidos de la Puna: un modelo actual a partir de la evidencia isotópica. En Kuperszmit et al. (eds.), *Entre Pasados y Presentes*, pp. 666-683. III. Estudios Contemporáneos en Ciencias Antropológicas, Colección Investigación y Tesis. Editorial MNE-MOSYNE.
- Samec, C. T., Yacobaccio, H.D., Panarello, H. O. (2017). Carbon and nitrogen isotope composition of natural pastures in the dry Puna of Argentina: a baseline for the study of prehistoric herd management strategies. *Archaeological and Anthropological Sciences* 9(2): 153-163.

BOX 8.2

- Cabrera, A.L. (1976). *Regiones Fitogeográficas Argentinas*. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II. Ed. ACME.
- Cabrera, A.L., Willink, A. (1980). *Biogeografía de América Latina*. O.E.A. Serie Monográfica N° 4. Washington D.C.
- Mosca Torres, M.E., Puig, S. (2010). Seasonal diet of vicuñas in the Los Andes protected area (Salta, Argentina): are they optimal foragers? *Journal of Arid Environments* 74: 450-457.

- Mosca Torres, M.E., Puig, S. (2012). Habitat use and selection by the vicuña (*Vicugna vicugna*, Camelidae) during summer and winter in the High Andean Puna of Argentina. *Small Ruminant Research* 104: 17-27.
- Mosca Torres, M.E., Puig, S., Novillo, A., Ovejero, R. (2015). Vigilance behaviour of the year-round territorial vicuña (*Vicugna vicugna*) outside the breeding season: Influence of group size, social factors and distance to a water source. *Behavioural Processes* 113: 163-171.
- Troll, C. (1958). Las culturas superiores andinas y el medio geográfico. *Revista del Instituto de Geografía* 5: 3-55.
- CAPÍTULO 9**
- Cardozo, A. (1981). Evolución poblacional de vicuñas en Ulla-Ulla (Bolivia) 1965-1981. *Proceedings IV Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos*. Punta Arenas, Chile, pp. 77-88.
- Cardozo, C., Venegas, F. (2007). El altiplano chileno y la experiencia de conservación y manejo sostenible de la vicuña con comunidades Aymaras en la Reserva de la Biosfera Lauca, Chile. En Araya, P., Clüßener-Godt, M. (eds.), *Reservas de la Biosfera: Un espacio para la integración de conservación y desarrollo: Experiencias exitosas en Iberoamérica*, pp 45-57. UNESCO.
- Fernández, C., Luxmoore, R. (1995). *Commercial utilization of vicuña in Chile and Peru*. World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, England.
- Franklin, W. (1982). Biology, ecology and relationships to man of the South American Camelids. Marer, M.A., H.H. Genoways (eds.), *Mammalian Biology in South America*. University of Pittsburgh, Pittsburgh. 6: 457-489.
- González, B.A., Marin, J.C., Toledo, V., Espinoza, E. (2016). Wildlife forensic science in the investigation of poaching of vicuña. *Oryx* 50(1): 14-15.
- Grimberg, M. (2018). *Elaboración del Plan de Conservación de la Vicuña Austral (Vicugna vicugna) en Chile: fortaleciendo la planificación y capacidades institucionales para la conservación y protección de la fauna altoandina*. GECS News 7: 24-26.
- Iriarte, A., Jaksic, F.M. (1986). The fur trade in Chile: an overview of seventy-five years of export data (1910-1984). *Biological Conservation* 38: 243-253.
- Koford, C.D. (1957). The vicuña and the Puna. *Ecological Monographs* 27: 153-219.
- Laker, J., Bonacic, C. (eds). (2006). *Towards sustainable management of vicuña in the Andes*. Macaulay Institute, Aberdeen, UK.
- Maydana, D., Lima, P. (2012). *Conservación y aprovechamiento de la Vicuña en Áreas Protegidas*. Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP), Cooperación Alemana.
- Miller, S. (1980). *Human influences on the distribution and abundance of wild Chilean: prehistoric-present*. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. University of Washington.
- Orlove, B. (1977). *Alpacas, sheep and men*. Academic Press, London & New York.
- Rabinovich, J. E., Capurro, A.F., Pessina, L. (1991). Vicuña use and the bioeconomics of an Andean peasant community in Catamarca, Argentina. *Neotropical Wildlife Use and Conservation*. Robinson, J.G., Redford, K.H. (eds.). Chicago, University of Chicago Press: 337- 358.
- Torres, H. (1983). *Distribución y Conservación de la Vicuña (Vicugna vicugna)*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos. Informe Especial N° 1. Gland, Suiza. 18 pp.
- Torres, H., (ed.). (1987). *Técnicas para el Manejo de la Vicuña*. Grupo de Especialistas en Camélidos Sudamericanos, Comisión de Supervivencia de Especies, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)/ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 139 pp.
- Torres, H., (ed.). (1992). *Camélidos Sudamericanos. Un Plan de Acción para su Conservación*. UICN-SSC. Gland, Suiza. (en Castellano e Inglés). 60 pp.
- UICN. (2016). *La caza furtiva de la vicuña y comercialización ilegal de fibra: un problema que persiste*. Grupo de Especialistas en Camélidos Sudamericanos (UICN SSC GECS).
- Vargas, S., Bonacic, C., Moraga, C. (2016). Recopilación preliminar de registros de amenazas actuales a las poblaciones de camélidos silvestres en la zona Centro-Norte de Chile. *GECS News N°6: 22-27*.
- VALE, Proyecto de Apoyo a la Valorización de la Economía Campesina de Camélidos. (2014). *Caza furtiva de la Vicuña y comercio ilegal de la fibra y prendas de vestir*. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. 62 pp.
- CAPÍTULO 10**
- Bravo, V., Celis, C. (2018). *Catastro de Fauna Atropellada (Versión 1.000083)*. [Aplicación móvil]. Descargar en <https://tinyurl.com/registroatropellos>
- Bonacic, C., Vargas, S., Riveros, J.L., Bonacic, D., Muñoz, A., Soto, J. (2014). *Estudio Poblacional de camélidos Silvestres para su Conservación como Patrimonio Cultural y Turístico de la Región de Atacama*. Informe Técnico. Pontificia Universidad Católica de Chile, CCIRA, Región de Atacama.
- CMP. (2013). *Open standards for the practice of conservation* Version 3.0. Washington, DC. Conservation Measures Partnership.
- Galaz, J.L., González, G. (2003). *Plan nacional de conservación y manejo de la vicuña (Vicugna vicugna Molina, 1782) en Chile*. Corporación Nacional Forestal, Región de Tarapacá, Chile.
- Lichtenstein, G., Baldi, R., Villalba, L., Hoces, D., Baigún, R., Laker, J. 2008. *Vicugna vicugna*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T22956A9402796. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T22956A9402796.en>.
- Mata, C., Malo, J.E., Galaz, J.L., Cadorzó, C., Lagunas, H. (2016). A three-step approach to minimise the impact of a mining site on vicuña (*Vicugna vicugna*) and to restore landscape connectivity. *Environmental Science and Pollution Research* 23(14): 13626-36.
- Nassar, C. (2015). *Historia en la conservación y el manejo de la vicuña*. Corporación Nacional Forestal, Región de Arica y Parinacota. Documento presentado en taller sobre técnicas forenses de investigación de crímenes contra la vicuña (DOI-ITAP, 2015). Disponible en <http://www.citeschile.cl/vicuna>.

- Salafsky, N., Salzer, D., Stattersfield, A. J., Hilton-Taylor, C., Neugarten, R., Butchart, S. H. M., Collen, B., Cox, N., Master, L. L., O'Connor, S., Wilkie, D. (2008). A standard lexicon for biodiversity conservation: unified classifications of threats and actions. *Conservation Biology* 22: 897-911.
- Vargas, S., Bonacic, C., Moraga, C. (2016). Recopilación preliminar de registros de amenazas actuales a las poblaciones de camélidos silvestres en la zona Centro-Norte de Chile. *GECS News* 6: 22-6.
- Disponible en <http://camelid.org/wp-content/uploads/2016/04/GeCS-News-Nro-6.pdf>
- Zarate, R., Valencia, J.C. (2010). Enfermedades del guanaco en vida silvestre. En Corporación Nacional Forestal, *Plan Nacional de Conservación del Guanaco (Lama guanicoe, Müller, 1776) en Chile; Macrozona Norte y Centro*. Gobierno de Chile.

BOX 10.1

- Bornstein, S., Morner, T., Samuel, W.M. (2001). *Sarcoptes scabiei* and sarcoptic mange. En Samuel, W.M., Pybus, M.J., and Kocan, A.A. (eds.), *Parasitic diseases of wild mammals*, pp. 107-119. 2nd edn. Ames Iowa, State University Press.
- Bornstein, S. (2010). Important ectoparasites of Alpaca (*Vicugna pacos*). *Acta Veterinaria Scandinavica* 52(1):S17.
- Donadio, E., Perrig, P. (2017). *Evolución e impacto de un brote de sarna sarcóptica en la población de camélidos del Parque Nacional San Guillermo, San Juan*. Informe Técnico, 9 pp.
- Ferreira, H. (2018). *Brote de sarna en camélidos- Parque Nacional San Guillermo. Breve reporte de la evolución*. Quinto Informe. Administración de Parques Nacionales, Argentina, 5pp.
- León-Vizcaíno, L., Ruíz de Ybáñez, M. R., Cubero, M. J., Ortiz, J. M., Espinosa, J., Pérez, L., Simón, M.A., Alonso, F. (1999). Sarcoptic mange in Spanish ibex from Spain. *Journal of Wildlife Diseases* 35(4): 647-659.
- Rossi, L., Fraquelli, C., Vesco, U., Permunian, R., Somavilla, G.M., Carmignola, G., Da Pozo, R., Meneguz, P.G. (2007). Descriptive epidemiology of a scabies epidemic in chamois in the Dolomite Alps, Italy. *European Journal of Wildlife Research*, 53 (2): 131-141.

CAPÍTULO 11

- Acebes, P., González, B.A. (2015). Desafíos del Grupo de Especialistas en Camélidos Sudamericanos en el 50 aniversario de la Lista Roja de la UICN. *UICN GECS News* 5: 22-27.
- Acebes, P., Wheeler, J., Baldo, J., Tuppia, P., Lichtenstein, G., Hoces, D., Franklin, W.L. (2018). *Vicugna vicugna*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22956A18540534. Downloaded on 17 November 2018.
- Aguirre, L.F., Aguayo, R., Balderrama, J.A., Cortez, C., Tarifa, T., O. Rocha, O. (eds.). (2009). *Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia*. Ministerio de Medio Ambiente y Agua, La Paz, Bolivia. 787 pp.
- Baigún, R.J., Bolkovic, M.L., Aued, M.B., Li Puma, M.C. y Scandalo, R.P. (2008). *Primer Censo Nacional de Camélidos Silvestres al Norte del Río Colorado*. Manejo de Fauna Silvestre en la Argentina. Direc-

- ción de Fauna Silvestre, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Buenos Aires, Argentina. 104 pp. ISBN: 978-987-23836-6-4.
- Barnosky, A.D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G.O., Swartz, B., Quental, T.B., ... Mersey, B. (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature* 471: 51-57.
- Bernal, N., Silva, C. (2003). Mamíferos. En Flores E., Miranda, C. (eds.), *Fauna Amenazada de Bolivia ¿Animales sin futuro?* pp. 1-29. Ministerio de Desarrollo Sostenible, La Paz, Bolivia.
- Berkes, F. (2004). Rethinking community based conservation. *Conservation biology* 18: 621-630.
- Bonacic, C., Macdonald, D.W. Galaz, J., Sibly, R.M. (2002). Density dependence in the camelid *Vicugna vicugna*: the recovery of a protected population in Chile. *Oryx* 36: 118-125.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L. (1993). *Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Chapman and Hall, London, UK.
- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Barnosky, A.D., García, A., Pringle, R.M., Palmer, T.M. (2015). Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances* 1(5): e1400253.
- Flores-Ochoa J. (1994). Man's relationship with the camelids. En Martínez, J. (ed.), *Gold of the Andes: the llamas, alpacas, vicuñas and guanacos of South America*, pp. 22-35. Francis. O. Patthey and sons, Barcelona.
- Franklin, W.L. (1982). Biology, ecology, and relationship of man to the South American camelids. En Mares, M.A., Genoways H.H. (eds.), *Mammalian biology in South America*, pp. 457-487. Pymatuning Laboratory of Ecology, University of Pittsburg.
- Franklin, W.L. (2011). Family Camelidae (camels). En Wilson, D.E. Mittermeier, R.A. (eds.), *Handbook of the mammals of the world*, vol 2. *Hoofed mammals*, pp. 206-246. Lynx editions, Barcelona. Publ. Series Vol. 6, Pittsburg, PA.
- Garcilaso de la Vega (1609). *Comentarios reales de los incas*. Pedro Crasbeeck editorial. Lisboa, España
- Glade, A. (1993). *Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile*. Corporación Nacional Forestal, Santiago de Chile, 68 pp.
- Grimwood, J.R. (1969). Notes on the distribution and status of some Peruvian mammals, Special Publication N 21, American Committee for International Wildlife Protection. New York Zoological Society.
- Hulme, D., Murphree, M. (2001). *African wildlife and livelihoods. The promise and performance of community conservation*. James Currey, Oxford.
- IUCN. (1982). *IUCN Mammal Red Data Book. Part 1. Threatened mammalian taxa of the Americas and the Australasian zoogeographic region (excluding cetacea)*. Gland, Switzerland.
- IUCN. (1986). *The IUCN Red List of Threatened Mammals*. IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, U.K.
- IUCN. (1988). *The IUCN Red List of Threatened Animals*. Wilcox, B.A.(ed.). IUCN Gland, Switzerland, Cambridge, U.K.
- IUCN. (1990). *IUCN Red List of Threatened Animals*. IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, U.K.
- IUCN (1994). *IUCN Red List Categories and Criteria: Version 2.0*. IUCN, Gland, Switzerland.
- IUCN (2001). *IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

- IUCN (2012). *Guidelines for Application of the IUCN Red List Criteria at Regional and National Levels: Version 4.0*. IUCN, Gland, Switzerland.
- Laker, J., Baldo, J., Arzamendia, Y., Yacobaccio, H.D. (2006). La vicuña en los Andes. En Vila, B.L. (ed.), *Investigación, conservación y manejo de vicuñas*. Proyecto MACS-Argentina, Buenos Aires. 208 pp.
- Lichtenstein, G., Baldi, R., Villalba, L., Hoces, D., Baigún, R., Laker, J. (2008). *Vicugna vicugna*. The IUCN Red List Of Threatened Species 2008: e.T22956A9402796.
- Mace, G.M., Collar, N.J., Gaston, K.J., Hilton-Taylor, C., Akçakaya, H.R., Leader-Williams, N., Milner-Gulland, E.J., Stuart, S.N. (2008). Quantification of extinction risk: IUCN's system for classifying threatened species. *Conservation Biology* 22: 1424-1442.
- Marín, J.C., Casey, C.S., Kadwell, M., Yaya, K., Hoces, D., Olazabal, J., Rosadio, R., Rodriguez, J., Sportono, A., Bruford, M.W., Wheeler, J.C. (2007). Mitochondrial Phylogeography and Demographic History of the Vicuña: Implications for Conservation. *Heredity* 99: 70-80.
- McLaren, B.E., MacNarney, D., Siavichay, C.A. (2018). Livestock and the functional habitat of vicuñas in Ecuador: a new puzzle. *Ecosphere* 9(1) <https://doi.org/10.1002/ecs2.2066>
- McNeill, D., Lichtenstein, G., Renaudeau d'Arc, N. (2009). International policies and national legislation concerning vicuña conservation and exploitation. En Gordon, I.J. (ed.), *The Vicuña. The theory and practice of community-based wildlife management*, pp. 63-80. Springer, NY.
- Ojeda, R.A., Chillo V., Diaz Isenrath, G.B. (eds.). (2012). *Libro Rojo de los mamíferos Amenazados de la Argentina*. Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos (SAREM), Argentina. 257 pp.
- SERFOR (2018). *Libro Rojo de la Fauna Silvestre Amenazada del Perú*. Primera edición. Serfor (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre). Lima, Perú. 548 pp.
- Shaw, A.K., Galaz, J.L., Marquet, P.A. (2012). Population dynamics of the vicuña (*Vicugna vicugna*): density-dependence, rainfall, and spatial distribution. *Journal of Mammalogy* 93: 658-666.
- Tarifa, T. (1996). Mamíferos. En Ergueta, P.S., de Morales, C. (eds.), *Libro Rojo de los Vertebrados de Bolivia*, pp. 165-264. Centro de Datos para la Conservación-Bolivia, La Paz, Bolivia.
- Torres, H., Puig, S. (2012). Reseña histórica del Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos. *GECS Newsletter* 12: 6-13.
- Vié, J.-C., Hilton-Taylor, C., Pollock, C., Ragle, J., Smart, J., Stuart, S.N., Tong, R. (2008). The IUCN Red List: a key conservation tool. En Vié, J.-C., Hilton-Taylor, C., Stuart, S.N. (eds.), *The 2008 Review of The IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN Gland, Switzerland.
- Vilá, B. (2012). *Los camélidos sudamericanos*. Colección Ciencia Joven. Editorial Universitaria de Buenos Aires. 176 pp.
- Wheeler, J.C. (1995). Evolution and present situation of the South American Camelidae. *Biological Journal of the Linnean Society* 54: 271-295.
- Wheeler, J.C., Laker, J. (2009). The vicuña in the Andean Altiplano. En Gordon, I.J. (ed.), *The Vicuña. The theory and practice of community-based wildlife management*, pp. 21-34 Springer.
- WWF (2016). *Living Planet Report 2016. Risk and resilience in a new era*. WWF International, Gland, Switzerland.
- http://awsassets.panda.org/downloads/lpr_living_planet_report_2016.pdf
- Yacobaccio, H. (2009). The historical relationship between the people and the vicuña. En Gordon, I.J. (ed.), *The Vicuña. The theory and practice of community-based wildlife management*, pp. 7-20. Springer.

CAPÍTULO 12

- Acebes P, Wheeler J, Baldo J, Tuppia P, Lichtenstein G, Hoces D, Franklin WL (2018). *Vicugna vicugna*. The IUCN Red List of threatened species 2018, downloaded on 17 November 2018: e.T22956A18540534.
- Andersen, R., Linnell, J.D.C. y R. Langvatn. (1996). Short-term behavioral and physiological response of moose *Alces alces* to military disturbance in Norway. *Biological Conservation* 77: 169-176.
- Arias, N., Requena, M., Palme, R. (2013). Measuring faecal glucocorticoid metabolites as a non-invasive tool for monitoring adrenocortical activity in South American camelids. *Animal Welfare* 22: 25-31.
- Arzamendia, Y. (2008). *Estudios etoecológicos de vicuñas (Vicugna vicugna) en relación a su manejo sostenido en silvestría, en la Reserva de Biosfera Laguna de Pozuelos (Jujuy, Argentina)*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.
- Arzamendia, Y., Bonacic, C. y Vilá, B. (2010). Behavioral and physiological consequences of capture for shearing of vicuñas in Argentina. *Applied Animal Behaviour Science*, 125: 163-170.
- Arzamendia, Y. y Vilá, B.L. (2012). The effects of capture, shearing and release on the ecology and behavior of wild vicuña. *Journal Wildlife Management*, 76(1): 54-64.
- Arzamendia, Y., Baldo, J.L. y Vilá, B.L. (2012). *Lineamientos para un Plan de conservación y uso sustentable de vicuñas en Jujuy, Argentina*. EDIUNJU, Jujuy.
- Arzamendia, Y., Baldo, J., Rojo, V., Samec, C., Vilá, B.L. (2014). Manejo de vicuñas silvestres en Santa Catalina, Jujuy: investigadores y pobladores en búsqueda de la sustentabilidad y el buen vivir. *Cuadernos Instituto Nacional de Pensamiento Latinoamericano-Series especiales*, 1(2): 8-23.
- Arzamendia, Y., Vilá, B.L. (2015). *Vicugna habitat use and interactions with domestic ungulates in Jujuy, Northwest Argentina*. *Mammalia* 79: 267-278.
- Arzamendia, Y., Carbajo, A.E., Vilá, B.L. (2018). Social group dynamics and composition of managed wild vicuñas (*Vicugna vicugna vicugna*) in Jujuy, Argentina. *Journal of Ethology* 36:125-134.
- Beringer, J., Hansen, L.P., Wilding, W., Fischer, J., Sheriff, S.L. (1996). Factors affecting capture myopathy in white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management* 60: 373-380.
- Bonacic, C. (2000). Manejo sostenible de la vicuña: ¿Es posible conciliar la explotación de la especie y el bienestar animal?. En González, B.P., Bas, F., Tala, C., Iriarte, A. (eds.), *Actas del seminario Internacional de Manejo sustentable de la vicuña y el guanaco*, pp. 193-208. Servicio Agrícola y Ganadero, Pontificia Universidad Católica de Chile, Fundación para la Innovación Agraria. Santiago, Chile.
- Bonacic, C., Macdonald, D.W., Villouta, G. (2003). Adrenocorticotrophin-induced stress response in captive vicuñas (*Vicugna vicugna*) in the Andes of Chile. *Animal Welfare* 12: 369-385.

- Bonacic, C., Macdonald, D.W. (2003). The physiological impact of wool-harvesting procedures in vicuñas (*Vicugna vicugna*). *Animal Welfare* 12: 387-402.
- Bonacic, C., Lamas, H., Vilá, B.L. (2006). Conclusiones. En Vilá, B.L. (ed.), *Investigación, conservación y manejo de vicuñas*, pp. 191-199. Proyecto MACS, Buenos Aires, Argentina.
- Bonacic, C., Arzamendia, Y., Marcoppido, G. (2012). Criterios de bienestar animal para el manejo de la vicuña (*Vicugna vicugna*). Documento para GECS-UICN. <http://www.camelidosgecs.com.ar>
- Carlestead, K., Shepherdson, D.J. (2000). Alleviating stress in zoo animals with environmental enrichment. En Moberg, G.P., Mench, J.A. (eds.), *The biology of animal stress: Basic principles and implications for animal welfare*, pp. 337-354. CAB International, Wallingford, UK.
- Carmanchahi, P.D., Ovejero, R., Marull, C., López, G.C., Schroeder, N., Jahn, G.A., Novaro, A.J., Somoza, G.M. (2011). Physiological response of wild guanacos to capture for live shearing. *Wildlife Research* 38:61-68.
- Hugo Castillo D. (2018). Implicancias sanitarias en el manejo sostenible de camélidos sudamericanos silvestres. Sarna y otras enfermedades producidas por parásitos. *GECS News* 7: 11-24.
- Caughley, G., Sinclair, A. (1994). *Wildlife Ecology and Management*. Blackwell Science, Cambridge, USA.
- Conner, M.C., Soutiere, E.C., Lancia, R.A. (1987). Drop-Netting Deer - Costs & Incidence of Capture Myopathy. *Wildlife Society Bulletin* 15(3): 434-438.
- Cooney, R. (2004). *The precautionary principle in biodiversity conservation and natural resource management: An issues paper for policy-makers, researchers and practitioners*. IUCN. Policy and global change series, nro. 2. Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Cook, C.J., Mellor, D.J., Harris, P.J., Ingram, J.R., Mathews, L.R. (2000). Hands-on and hands-off measurement of stress. En Moberg, G.P., Mench, J.A. (eds.), *The Biology of Animal Stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare*, pp. 123-146. CAB International, Wallingford, UK.
- de Lamo, D.A., Sanborn, A.F., Carrasco, C.D., Scott, D.J. (1998). Daily activity and behavioral thermoregulation of the guanaco (*Lama guanicoe*) in winter. *Canadian Journal of Zoology*, 76, 1388-1393.
- De la Sota, M.D. (2004). *Manual de procedimientos en bienestar animal*. Dirección de Luchas Sanitarias, SENASA. Buenos Aires, (<http://www.senasa.gov.ar>).
- Fowler, M.E. (1998). *Physical examination and restraint and handling, update on llama medicine*. Food Animal Practice, The Veterinary Clinics of North America.
- Franklin, W.L. (1974). The social behaviour of the vicuña. En Geist, V., Walther, F. (eds.), *The behaviour of ungulates and its relation to management*, pp. 477-487. IUCN, Morges.
- Franklin, W. L. (1982). Biology, ecology and relationship to man of the South American Camelids. En Mares, M.A., Genoways H.H. (eds.), *Mammalian Biology in South America*. University of Pittsburgh, USA.
- Funtowicz, S., Ravetz, J. (1993). *Epistemología política: Ciencia con la gente*. Buenos Aires, Centro Editor de América Latina, Colección Los fundamentos de las ciencias del Hombre.
- Gimpel, J., Bonacic, C. (2006). *Manejo Sostenible de la vicuña bajo estándares de bienestar animal*. En: Vilá, B.L. (ed.), *Investigación, conservación y manejo de vicuñas*. Proyecto MACS-Argentina, Buenos Aires. Argentina.
- Grandin, T. (1997). Assessment of stress during handling and transport. *Journal of Animal Science* 75: 249-257.
- Guyton, A. C., Hall, J. E. (2000). *Textbook of medical physiology*. 10th ed. Philadelphia, PA: Saunders.
- Harris, R., Halliwell, T., Shingleton, W., Stickland, N., Naylor, J. (1999). *The Physiological Response of Red Deer (Cervus elaphus) to Prolonged Exercise Undertaken During Hunting*. Royal Veterinary College, Newmarket.
- Hansen, A. J., Garman, S. L., Marks, B., Urban, D.L. (1993). An approach for managing vertebrate diversity across multiple-use landscapes. *Ecological Applications* 3: 481-96.
- Henry, J.P. (1992). Biological basis of the stress response. *Integrative Psychological and Behavioral Science* 27: 66-83.
- Koford, C.B. (1957). The vicuña and the Puna. *Ecological Monographs* 27: 153-219.
- Kuck, L., Hompland, G.L., Merrill E.H. (1985). Elk calf response to simulated mine disturbance in southeast Idaho. *The Journal of Wildlife Management* 49(3): 751-757.
- Lichteinstein, G., Vilá, B.L. (2003). Vicuña use by Andean communities: an overview. *Mountain Research & Development* 23(2): 198-202.
- López-Olvera, J. R., Marco, I., Montané, J., Lavín, S. (2006). Transport stress in Southern chamois (*Rupicapra pyrenaica*) and its modulation by acepromazine. *Veterinary Journal* 172: 347-355.
- Marcoppido, G., Schapiro, J., Morici, G., Arzamendia, Y., Vilá, B.L. (2016). Coproparasitological evaluation of nematodes and coccidia in a wild vicuña (*Vicugna vicugna*) population in the Argentinean Andean Altiplano. *Journal of Camelid Science* 9: 23-34.
- Marcoppido, G.A., Arzamendia, Y., Vilá B.L. (2017). Physiological and behavioral indices of short term stress in wild vicuñas (*Vicugna vicugna*) in Jujuy Province, NW Argentina. *Journal of Applied Animal Welfare Science* 21: 244-255.
- Moberg, G.P. (2000). Biological response to stress: Implications for animal Welfare. En Moberg, G.P., Mench, J.A. (eds.), *The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare*. CAB International, Wallingford, UK.
- Montes, M.C., Carmanchahi, P.D., Rey A., Funes, M.C. (2006). Live shearing free-ranging guanacos (*Lama guanicoe*) in Patagonia for sustainable use. *Journal of Arid Environments* 64: 616-625.
- Morgan, K.N., Tromborg, C.T. (2007). Sources of stress in captivity. *Applied Animal Behaviour Science* 102(3-4): 262-302.
- Mosca Torres, M.E., Puig, S. (2003). *El comportamiento previo y posterior a la esquila de vicuñas del criadero coquena*. Consejo de Investigación- CEPHIA. UNSA, Salta, Argentina.
- Nespolo, R. (2003). Termorregulación, vicuñas y esquila: un análisis exploratorio desde la fisiología comparada. En Galaz, L., González, E. (eds.), *Plan Nacional de Conservación y Manejo de la vicuña (Vicugna vicugna Molina, 1782) en Chile*, pp. 43-54. Corporación Nacional Forestal, Fondo de Innovación Agraria, Chile.
- Oglethorpe J.A.E. (2002). *Adaptive Management: From theory to practice*. IUCN, Gland, Switzerland.

- Paz, R., Sossa Valdéz, F., Lamas, H., Echazú, F., Califano, L. (2011). *Diversidad, mercantilización y potencial productivo de la Puna jujeña argentina*, INTA E.E.A. Abra Pampa, Jujuy, Argentina.
- Prescott-Allen, R., Prescott-Allen, C. (1996). The good, the bad and the neutral; assessing the sustainability of uses of wild species. En Prescott-Allen, R., Prescott-Allen, C. (eds.), *Assessing the Sustainability of Uses of Wild Species - Case Studies and Initial Assessment Procedure*. IUCN, Gland, Switzerland, and Cambridge, UK.
- Robinson, J.G. (2001). Using sustainable use approaches to conserve exploited populations. En Reynolds, J., Mace, G., Redford, K., Robinson, J. (eds.), *Conservation of Exploited Species*, pp. 485-498. Cambridge University Press, London, UK.
- Robinson, J., Redford, K. (1991). *Neotropical wildlife use and conservation*. University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Root, B.G., Fritzell, E.K., Giessman, N.F. (1988). Effects of intensive hunting on white-tailed deer movement. *Wildlife Society Bulletin* 16: 145-51.
- Sahley, C.T. (2000). Poblaciones de vicuñas en recuperación: un análisis de alternativas para su manejo. En González, B.P., Bas, F., Tala, C., Iriarte, A. (eds.), *Actas del seminario Internacional de manejo sustentable de la vicuña y el guanaco*. Servicio Agrícola Ganadero, Universidad Católica de Chile, Fundación para para la Innovación Agraria. Santiago de Chile, Chile.
- Sahley, C. T., Torres, J., Sanchez, J. (2004). Community ownership and live-shearing of vicuñas in Peru: evaluating management strategies and their sustainability. En Silvius, K., Bodmer, R., Fragoso, J. (eds.), *People in nature: wildlife conservation in South and Central America*, pp. 155-170. University of Columbia Press, New York.
- Sahley, C.T., Torres Vargas, J., Sanchez Valdivia, J. (2007). Biological sustainability of live shearing of vicuña in Peru. *Conservation Biology* 21(1): 98-105.
- Sarno, R., González, B., Bonacic, C., Zapata, B., O'Brien, S., Johnson, W. (2009). Molecular genetic evidence for social group disruption of wild vicuñas (*Vicugna vicugna*) captured for wool harvest in Chile. *Small Ruminant Research* 84(1): 28-34.
- Swaigood, R.R. (2007). Current status and future directions of applied behavioral research for animal welfare and conservation. *Applied Animal Behaviour Science* 102: 139-162.
- Taraborelli, P., Torres, M., Gregorio, P., Moreno, P., Rago, V., Panebianco, A., Schroeder, N., Ovejero, R., Carmanchahi, P. (2017). Different responses of free-ranging wild guanacos (*Lama guanicoe*) to shearing operations: implications for better management practices in wildlife exploitation. *Animal Welfare* 26: 49-58.
- Tarlow, E.M., Blumstein, D.T. (2007). Evaluating methods to quantify anthropogenic stressors on wild animals. *Applied Animal Behavior Science* 102: 429-451.
- Vilá B.L. (1992). Vicuñas (*Vicugna vicugna*) agonistic behaviour during the reproductive season. En Spitz, F., Janeau, G., Gonzalez, G., Aulagnier, S. (eds.), *Proceedings of the International Symposium ONGULES/UNGULATES/9*, pp. 475-482. S.F.E.P.M. & I.R.G.M., Toulouse (France).
- Vilá, B.L. (1995). Spacing patterns within groups in vicuñas in relation to sex and behaviour. *Studies on Neotropical Fauna & Environment* 30(1): 45-51.
- Vilá, B. L. (2000). Comportamiento y organización social de la vicuña. En González, B.P., Bas, F., Tala, C., Iriarte, A. (eds.), *Actas del seminario Internacional de manejo sustentable de la vicuña y el guanaco*, pp. 175-192. Servicio Agrícola y Ganadero, Universidad Católica de Chile, Fundación para la Innovación Agraria. Santiago de Chile, Chile.
- Vilá, B. L. (2006). Investigación científica, precaución y manejo de vicuñas silvestres: ciencia con los pobladores andinos. En Vilá, B.L. (ed.), *Investigación, conservación y manejo de vicuñas*, pp. 17-24. Proyecto MACS, Buenos Aires, Argentina.
- Vilá B. L. (2012). *Camélidos sudamericanos*. Editorial Eudeba. Buenos Aires, Argentina
- Vilá, B. L., Cassini, M.H. (1993). Summer and autumn activity patterns of vicuña. *Studies on Neotropical Fauna & Environment* 28: 251-258.
- Vilá, B. L. y Cassini, M.H. (1994). Time allocation during the reproductive season in vicuñas. *Ethology* 97: 226-235.
- Vilá, B. L., Bonacic, C., Arzamendia, Y., Wawrzyk, A., Lamas, H.E. (2004). Captura y esquila de vicuñas en Cieneguillas. *Ciencia Hoy* 14 (80): 44-55.
- Williams, E. S., Thorne, T.E. (1996). *Noninfectious Diseases of Wildlife*. Iowa State University Press: Ames.
- Willmer, P., Stone, G. Johnston I. (2000). *Environmental physiology of animals*. Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- Wilson, E.O. (1980). *Sociobiología: la nueva síntesis*. Ed. Omega, Madrid, España.

BOX 12.1

- McNeill, D., Lichtenstein, G., y Renaudeau d' Arc, N. 2009. Chapter 6 International Policies and National Legislation Concerning Vicuña Conservation and Exploitation. En Gordon, I. (ed.) *The vicuña: the theory and practice of community-based wildlife management*: 63-79. Springer, Boston, MA.
- Torres, H., Puig, S. (2012). Reseña histórica del Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos. *GECS News* 4: 6-14.

BOX 12.2

- INTA EE Abra Pampa. (2002). *Breve síntesis de los criaderos de vicuña en semicautiverio*. Informe Nacional 2002 RA a la XXI Reunión Ordinaria Convenio de la Vicuña.
- Lichtenstein, G. (2004). Utilización de vicuñas por comunidades andinas: ¿una alternativa para la conservación y desarrollo local? "Antropología y Ruralidad, un reencuentro". En *Memorias III Congreso Argentino y Latinoamericano de Antropología Rural*. Publicado en soporte digital.
- Rebuffi, G. (1998). *Informe sobre manejo de vicuñas en semicautiverio en la República Argentina*. Presentación al XVIII Reunión Ordinaria Comisión Técnico Administradora del Convenio de la Vicuña.
- Vilá, B., Lichtenstein, G. (2006). Manejo de vicuñas en Argentina. En Bolkovic, M. L., Ramadori, D. (eds.). *Manejo de Fauna Silvestre en la Argentina. Programas de uso sustentable*. Dirección de Fauna Silvestre, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires. 168 págs. + 8 ilustr.

CAPÍTULO 13

- CONAF (2003). *Plan nacional de conservación y manejo de la vicuña* (*Vicugna vicugna*). Corporación Nacional Forestal, Santiago, Chile.
- CONAF (2017). *Plan nacional de conservación de la vicuña austral* (*Vicugna vicugna vicugna*). Corporación Nacional Forestal, Santiago, Chile.
- CONAF (2016). *Informe país Convenio Internacional para la Conservación y Manejo de la Vicuña*. Corporación Nacional Forestal, Santiago, Chile.
- CONAF (2017). *Informe país Convenio Internacional para la Conservación y Manejo de la Vicuña*. Corporación Nacional Forestal, Santiago, Chile.
- CMP (2007). *Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación*. Conservation Measures Partnership.
- IUCN-SSC (2017). *Guidelines for Species Conservation Planning*. Version 1.0. IUCN Species Conservation Planning Sub-Committee. Gland, Switzerland.

BOX 13.1

- ARCADIS (2011). *Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto "Prospecciones mineras Cerro Maricunga"*. Servicio de Evaluación Ambiental, Gobierno de Chile. http://seia.sea.gob.cl/archivos/cdc_Anexo_C.pdf
- Cabello, G., González, C., Garrido, F. (2010). Revisitando la secuencia cronológica cultural de la región de Atacama (Capítulo 3). En Lorca, M. (ed.), *Identidades en Diálogo: Articulando Actores y Construyendo Realidades*. Estudio Fortalecimiento de la Identidad Regional de Atacama, pp. 34-49. LOM Ediciones, Santiago, Chile.
- Instituto de Desarrollo Agropecuario, INDAP (2013). www.indap.gob.cl con acceso el 08 de Septiembre de 2018.
- Olivera, D. E. (1997). La importancia del recurso Camelidae en la Puna de Atacama entre los 10.000 y 500 años AP. *Estudios Atacameños* 29-41.
- Philippi, R. (1860). *Viage al desierto de Atacama, hecho de orden del Gobierno de Chile en el verano 1853-54*. Halle en Sajonia. Disponible en <http://www.memoriachilena.cl/602/w3-article-7825.html>.
- Pontificia Universidad Católica de Chile, PUC (2014). *Estudio socio-ambiental de la región de Atacama en relación a la conservación de camélidos silvestres*. Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Ratto, N., De Nigris, M. (2012). El consumo de camélidos (*Vicugna vicugna*) en un sitio ceremonial de alta cordillera andina (Departamento Tinogasta, Catamarca, Argentina). *Chungara, Revista de Antropología Chilena* 44(2): 287-298.
- Reinhard, J. (1991). Investigación arqueológica de las plataformas ceremoniales en los volcanes Copiapó y Jotabeche (región de Atacama). *Contribución arqueológica* 3: 29-89.

CAPÍTULO 14

- CONAF-UICN. (1993). *Plan de desarrollo de la comunidad Aymara mediante la utilización sustentable de la vicuña*. Corporación Nacional Forestal, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Arica, Chile.
- Dourojeanni, M.J. (2014). Reserva Nacional de Pampa Galeras: La primera década Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR), Lima. *Agenda Ambiental* 3(8): 19-28.
- Eltringham, S.K. (1980). An aerial count of vicuna in the Pampa Galeras National Reserve and surrounding regions, Ayacucho, Peru in April 1980. International Fund for Animal Welfare, London.
- Eltringham, S.K., Jordan, W.J. (1981). The vicuna of the Pampa Galeras National Reserve, the conservation issue. En Jewell, P.A., Holt, S., Hart, D. (eds.), *Problems in management of locally abundant wild mammals*, pp. 277-289. Academic Press.
- González, B.A. (2018). Hernán Torres Santibáñez (1946 - 2017). *GECS News* 7: 59-63.
- Norton-Griffith, M., Torres, H. (1980). Evaluation of ground and aerial census work on vicuña in Pampa Galeras, Perú. IUCN, Gland, Switzerland.
- Ojasi, J. (2000). Principios Generales. En Dallmeier, F. (ed.), *Manejo de fauna silvestre Neotropical*. SIMAB Series No. 5 Smithsonian Institution/MAB Program, Washington D.C.
- Torres, H. (1983). *Distribución y conservación de la vicuña* (*Vicugna vicugna*). UICN. Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos. Informe Especial N° 1. Gland, Suiza. 18 páginas.
- Torres, H. (1987). El manejo de la vicuña. En Torres, H. (ed.), *Técnicas para el manejo de la vicuña*. GECS/CSE/IUCN, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).
- Torres, H. (2000). La Conservación de la Vicuña en el Parque Nacional Lauca: Una visión retrospectiva de 1975 a 1985. En González, B., Tala, Ch., Bas, F., Iriarte, A. (eds.), *Manejo Sustentable de la Vicuña y el Guanaco*, pp. 19-24. Servicio Agrícola y Ganadero, Pontificia Universidad Católica de Chile, Fundación para la Innovación Agraria. Santiago, Chile.
- Torres, H., Puig, S. (2012). Reseña histórica del Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos. *GECS News* 4: 6-14.

Índice de autores

Pablo Acebes Vives

Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias y Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global (CIBC-UAM), Universidad Autónoma de Madrid, España.
Coordinador para la Lista Roja de la UICN del Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos, GECS/CSE/UICN
pablo.acebes@uam.es

Yanina Arzamendia

Grupo Vicuñas, Camélidos y Ambiente, VICAM Instituto de Ecosistemas Andinos, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas INECONA-CONICET, Argentina
Universidad de Jujuy, Facultad de Ciencias Agrarias, Argentina
Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos, GECS/CSE/UICN
yanina.arzamendia@gmail.com

Román J. Baigún

Programa Conservando los Humedales Altoandinos, Fundación Humedales, Argentina
Wetlands International
Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos, GECS/CSE/UICN
rbaigun@humedales.org.ar

Jorge Baldo

Grupo Vicuñas, Camélidos y Ambiente, VICAM Instituto de Ecosistemas Andinos, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas INECONA-CONICET, Argentina
Universidad de Jujuy, Facultad de Ciencias Agrarias, Argentina
Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos, GECS/CSE/UICN
jorgebaldo05@yahoo.com.ar

Cristian Bonacic

Laboratorio Fauna Australis, Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal y Centro de Estudios Interculturales e Indígenas (CIIR), Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.
Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos, GECS/CSE/UICN
bona@uc.cl

Mariela Borgnia

Grupo Vicuñas, Camélidos y Ambiente, VICAM Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján (UNLu), e Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable (INEDES), Buenos Aires, Argentina.
Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos, GECS/CSE/UICN
mariborgnia@gmail.com

Juan Pablo Contreras Rodríguez

Encargado Sección Administración Áreas Protegidas / Departamento Áreas Silvestres Protegidas - Corporación Nacional Forestal, Antofagasta, Chile. Juan.contreras@conaf.cl

Arturo Cortés

Laboratorio de Ecofisiología Animal, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de La Serena, La Serena, Chile
acortes@userena.cl

Emiliano Donadio

Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. INIBIOMA-CONICET, Argentina
Universidad Nacional del Comahue, Bariloche, Argentina
emilianodonadio@comahue-conicet.gov.ar

Denise S. Donoso

Consultora Ambiental Flora y Fauna Chile Ltda., Santiago, Chile
denaika@gmail.com

Cristián F. Estades

Laboratorio de Ecología de Vida Silvestre, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile, Chile
cestades@uchile.cl

Hebe Ferreyra

Administración de Parques Nacionales, Córdoba, Argentina
hferreyra@apn.gov.ar

Nicolás Fuentes-Allende

Department of Biosciences, Durham University, South Road, Durham, United Kingdom
ONG Tarukari
fuente.nicolas@gmail.com

Benito A. González

Laboratorio de Ecología de Vida Silvestre, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile, Chile
Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos, GECS/CSE/UICN
bengonza@uchile.cl

Moisés P. Grimberg Pardo

Coordinador proceso de actualización Plan Nacional de Conservación de la vicuña austral / Gerencia de Áreas Silvestres Protegidas - Corporación Nacional Forestal, Chile.
Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos, GECS/CSE/UICN
moises.grimberg@conaf.cl

Domingo Hoces Roque

Instituto de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos, CONOPA, Perú
Miembro Honorario del Convenio de la Vicuña
Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos, GECS/CSE/UICN
domingoh2647@yahoo.com

Agustín Iriarte

Consultora Ambiental Flora y Fauna Chile Ltda., Santiago, Chile
Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad, CEN-TRO UC-CAPES, Santiago, Chile
airiarte@florayfauna.cl

Rafael Labarca Encina

Escuela de Arqueología, Sede Puerto Montt
Núcleo de Estudios Transdisciplinarios del Cuaternario del Sur de Chile, TAQUACH, Universidad Austral de Chile
rafael.labarca@uach.cl

Nicolás Lagos

Consultora Ambiental Flora y Fauna Ltda., Santiago, Chile
eneiceo@hotmail.com

Victoria Lichtschein

Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires, Argentina
victoria.lich@gmail.com

Juan E. Malo

Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias y Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global (CIBC-UAM), Universidad Autónoma de Madrid, España.
je.malo@uam.es

Gisela Marcoppido

Grupo Vicuñas, Camélidos y Ambiente, VICAM Ministerio de Agroindustria, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA-Castelar, Argentina
Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos, GECS/CSE/UICN
g_marcoppido@yahoo.com.ar

Juan Carlos Marín

Laboratorio de Genómica y Biodiversidad, Departamento de Ciencias Básicas, Universidad del Bío-Bío, Chillán, Chile
jmarin@ubiobio.cl

Claudio A. Moraga

School of Natural Resources and Environment, and Wildlife Ecology and Conservation Department, University of Florida, Gainesville, EEUU
Departamento de Ciencias Agrícolas y Acuícolas, Facultad de Ciencias, Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile.
clmoraga@gmail.com

María Eugenia Mosca Torres

Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), CCT-Mendoza, Argentina
metorres@mendoza-conicet.gob.ar

Ana Muñoz

Laboratorio Fauna Australis, Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal y Centro de Estudios Interculturales e Indígenas (CIIR), Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.
asmunoz1@uc.cl

Carlos Nassar

Corporación Nacional Forestal, región de Arica y Parinacota, Chile
carlos.nassar@conaf.cl

Pablo Orozco-terWengel

School of Biosciences, Sir Martin Evans Building, Cardiff University, Wales, UK
South American Co-coordinator, Conservation Genetics Specialists Group, CGSG/SSC/IUCN
Orozco-terWengelPA@cardiff.ac.uk

Silvia Puig

Instituto Argentino de Investigaciones en Zonas Áridas, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), CCT-Mendoza, Argentina
Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos, GECS/CSE/UICN
sipuig@gmail.com

Juan Quiroga Roger

Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar- Región Noroeste de Argentina (IPAF NOA) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA, Posta de Hornillos, Jujuy, Argentina
quiroga.juan@inta.gov.ar

Daniel Ramadori

Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires, Argentina
Coordinador de Proyectos de Conservación y Uso Sustentable, Autoridad Científica CITES - Dirección Nacional de Biodiversidad
edramadori@ambiente.gov.ar

Verónica Rojo

Grupo Vicuñas, Camélidos y Ambiente, VICAM Instituto de Ecosistemas Andinos, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas INECOA-CONICET, Argentina
Universidad de Jujuy, Facultad de Ciencias Agrarias, Argentina
rojoveronica1@gmail.com

Sandra Raquel Romero

Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar- Región Noroeste de Argentina (IPAF NOA) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Posta de Hornillos, Jujuy, Argentina
romero.sandra@inta.gov.ar

Carlos Tirado Echeverría

Departamento de Química y Biología
Facultad de Ciencias Naturales,
Universidad de Atacama.
carlos.tirado@uda.cl

Marcela Uhart

One Health Institute, School of Veterinary Medicine, University of California, Davis, United States
muhart@ucdavis.edu

Solange Vargas

Departamento de Biología, Universidad de La Serena, Chile
Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos, GECS/CSE/UICN
solangevargas@gmail.com

Bibiana Vilá

Grupo Vicuñas, Camélidos y Ambiente, VICAM Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina
Universidad de Luján, Departamento de Ciencias Sociales, Argentina
Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos, GECS/CSE/UICN
bibianavila@gmail.com

Rodrigo Villalobos

PhD Conservation Sciences Program, Department of Fisheries, Wildlife, and Conservation Biology, University of Minnesota
Conflict Mitigation Program, Andean Cat Alliance
rodvillalobo@gmail.com

Jane C. Wheeler

Instituto de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos, CONOPA, Perú
Grupo Especialista en Camélidos Sudamericanos, GECS/CSE/UICN
Conservation Genetics Specialists Group, CGSG/SSC/IUCN
janecollinswheeler@gmail.com

ISBN: 978-956-7669-74-5



Este libro actualiza y compila mucha de la información que hasta hoy se encontraba dispersa sobre clasificación, distribución, abundancia y ecología de la vicuña, uno de los camélidos sudamericanos más emblemáticos que habita el cono sur de Sudamérica. La información que aquí encontrará se centra en una vicuña muy particular, la subespecie austral *Vicugna vicugna vicugna*, la que se distribuye en el altiplano de las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Atacama en Chile, sur de Bolivia y todo el noroeste de Argentina. Este libro analiza además las amenazas que enfrenta esta subespecie principalmente en Chile, sentando las bases para la realización de acciones que favorezcan su protección y, ojalá en un futuro no muy lejano, su uso sustentable. Para abordar el desafío, este texto reunió a cerca de 40 autores nacionales e internacionales, investigadores y profesionales de Universidades, ONGs, empresas e instituciones públicas, que trabajan estrechamente con este singular animal. Su atractivo diseño, figuras y fotografías a todo color, junto con el contenido expuesto en un lenguaje técnico, hacen que este libro sea especialmente atractivo para un público altamente interesado en aprender y profundizar estos temas, aportando a la valoración de esta importante especie y subespecie, *La Vicuña Austral*, como parte de nuestra biodiversidad.



CHILE LO
HACEMOS
TODOS



ESCONDIDA | BHP

