Breve revisión de artículos y tesis en estimación de abundancias de camélidos silvestres

Short review of papers and thesis on estimation of wild camelids abundance

Claudio A. Moraga[1, 2]* y Solange Vargas[3]
[1] PhD (c) School of Natural Resources and Environment, and Wildlife Ecology and Conservation Department, University of Florida, Gainesville FL, EE. UU. (*)
[2] Departamento de Ciencias Agrícolas y Acuícolas, Facultad de Ciencias, Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile.
[3] Doctora (c) en Biología y Ecología Aplicada, UCN-ULS, Departamento de Biología, Universidad de La Serena, La Serena, Chile.
clmoraga@gmail.com

Resumen

El monitoreo de abundancia es uno de los factores más importantes para evaluar las tendencias poblacionales y los objetivos de conservación, como aquellos aplicados a vicuñas y guanacos. Sin embargo, para estas especies, se ve limitado por falta de consistencia en los métodos de estimación de abundancias que impide comparaciones de tendencias a nivel local y macrozonal. Los programas de conservación de vicuña y guanaco en Chile han reconocido estas limitaciones, pero hasta donde se conoce no existe una recopilación de las metodologías de estimación de abundancias específica para camélidos sudamericanos. Para saber qué métodos de estimación de abundancias de camélidos silvestres se están usando en áreas protegidas de Sudamérica, se desarrollaron las siguientes actividades: 1) revisión de conceptos generales de estimación de abundancias, 2) revisión de artículos y tesis que hayan desarrollado estudios de abundancia de camélidos para los últimos diez años, y 3) se comentó y discutió los hallazgos. Se encontraron dieciséis artículos, principalmente en guanacos. Los métodos utilizados fueron transectos, puntos de conteo y conteos totales, con especial énfasis en transectos de línea con medición de distancias. Dado lo anterior, se revisó brevemente este método. Adicionalmente, se detecto una escasa publicación de estudios de abundancias de camélidos en áreas silvestres protegidas (ASP) de Chile, principalmente para la zona Centro-Norte, las que tiene poblaciones amenazadas. Con este artículo se espera contribuir al debate metodológico para la conservación y manejo de camélidos en Chile.

Abstract

One of the most important aspects in the assessment of wildlife population trends and conservation goals is monitoring the abundancy of populations, as it is the case for vicuñas and guanacos. However, for these species the monitoring is limited by lack of consistency regarding abundance estimation methods, which impede the comparison of local and macro zone tendencies. In Chile, though the conservation programs for vicuñas and guanacos have acknowledge these limitations, there are no records about formal processes to gather the specific methodologies to estimate the abundance of

South American camelids. In order to know the current abundance estimation methods applied for wild camelids at protected areas in South America, the following activities were carried out: 1) review of general concepts on estimation of abundances, 2) review of papers and thesis that analyse the camelid abundance during the last ten years, and 3) the findings were discussed and commented. Sixteen papers were found, mainly on guanacos. The applied methods considered transects, incomplete counts and total counts, with special emphasis on line transects with distance measurements. Therefore, this method was briefly reviewed. Additionally, the results showed very few studies on camelid abundance at protected areas in Chile, especially for the Center-North zone were the threatened populations are located. The present document is intended to contribute to the methodological discussion for the conservations and management of Chilean camelids.

Introducción

Los programas mandatados de monitoreo de especies responden principalmente a cuál es la tendencia poblacional de los objetos de conservación en el tiempo (Lindenmayer y Likens 2010). Para los camélidos silvestres sudamericanos presentes en Chile, vicuña (*Vicugna vicugna*) y guanaco (*Lama guanicoe*), se encuentra esta pregunta en los objetivos estratégicos del Plan de Conservación y Manejo de la Vicuña (Galaz, 2003) y en el Plan Nacional de Conservación del Guanaco (CONAF, 2010). Específicamente, en el caso del guanaco, dentro de las líneas de acción hay dos objetivos atingentes: uno de necesidad inmediata, como es actualizar las estimaciones poblacionales de guanacos en la macrozona Norte y Centro del país, y uno de largo alcance, como es la estandarización de las metodologías para la estimación de tendencias poblacionales. La urgencia de esto responde a la vulnerabilidad de camélidos en el norte del país (Vargas *et al.*, 2016). Más aún, las estimaciones y tendencias poblacionales son objetivos transversales a situaciones de conflicto humano-camélidos y de uso sostenible de camélidos (Moraga *et al.*, en preparación; Vargas *et al.*, en preparación). Para poder tomar decisiones de cómo actualizar estimaciones de abundancia y estandarizar metodologías para la estimación de tendencias poblacionales a nivel macrozonal (González y Acebes, 2016), se considera importante saber qué métodos están siendo usados por la comunidad científica en áreas silvestres protegidas en Sudamérica.

Si bien el origen del monitoreo en cada unidad (ASP) es diferente, se puede encontrar que la mayoría tiene en común la realización de un censo anual o bianual. Aunque en estricto rigor censo implica el conteo total de individuos sobre un área, la palabra censo es también empleada para denominar conteos incompletos, por ejemplo sobre una fracción del área de estudio (en este caso, la unidad). En terreno, por lo general, no es posible detectar todos los animales por factores como el área a cubrir, la visibilidad de la especie (p. ej.: tamaño, color, posición corporal, comportamiento, vegetación alrededor), diferencias entre personal que desarrolla el conteo (por ejemplo capacidad visual, atención, esfuerzo, experiencia) o la locomoción usada (avión, vehículo o a pie), por lo que un censo no sería posible. Diversos estadísticos, ecólogos y manejadores de fauna silvestre han reconocido estas limitaciones y han generado métodos que las corrigen (Seber, 1986; Williams *et al.*; 2002).

Materiales y metodos

Para el presente artículo se cuestiona cuáles han sido los métodos con que se han estimado abundancias de camélidos sudamericanos en ASP. Para eso, 1) hacemos una revisión de conceptos generales de estimación de abundancias, 2) se revisan artículos y tesis que hayan desarrollado estudios de abundancia de camélidos para los últimos diez años, y 3) se comentan los principales métodos utilizados y discutimos los hallazgos.

Resultados

1.- Conceptos generales de estimación de abundancias.

a) Rudimento de diseño de muestreo

Una vez definida el área de estudio o monitoreo es necesario definir el diseño del muestreo, si se estratifica por áreas y cómo se disponen las unidades de muestreo en las que se detectarán los individuos de la especie de interés, puntos de conteo o transectos (ver Williams *et al.*, 2002; Conroy y Carrol, 2009; Silvy *et al.*, 2012). Algunas reglas mínimas indican que las unidades de muestreo (ej.: transectos) deben tener una representatividad determinada del área de estudio. Igual de importante, la disposición de las unidades de muestreo deben incluir la variación espacial como una forma de tomar en cuenta la incertidumbre propia de un conteo incompleto (de una fracción del área de estudio). Esto se traduce en si los transectos van dispuestos al azar, sistemáticos o en otra disposición (Buckland *et al.*, 2001, Williams *et al.*, 2002). Adicionalmente, el diseño de muestreo debe considerar otras mediciones ambientales, dependiendo del método utilizado.

También, dependiendo del método utilizado, la cantidad de unidades muestrales afecta la fiabilidad de la estimación de abundancia o densidad. Si el tamaño de muestra (ej.: número de parcelas) es demasiado pequeño, los valores estimados del parámetro (abundancia o densidad) serán imprecisos y por ende no serán fiables. Por el contrario, si el tamaño de muestra es demasiado grande, se habrá gastado tiempo y dinero que podría haberse utilizado para otras cosas. Un criterio para determinar un tamaño de muestra adecuado implica definir un nivel de precisión para estimar la abundancia o densidad. En la práctica, esto requeriría en primera instancia de un estudio piloto para obtener la relación entre la variación o error del estimador con el número de unidades muestrales (Conroy y Carroll, 2009).

b) Rudimento de corrección de la detección imperfecta

Ya que un transecto puede ser considerado como "una parcela larga" (Conroy y Carroll, 2009), se partira con un muestreo en parcelas o *plots*, asumiendo que el conteo es completo con la fórmula de densidad:

$$D = \frac{N}{A} \qquad \text{(ec. 1)}$$

Donde D es la densidad en individuos por unidad de superficie (ej.: ind/km^2), N es la abundancia de individuos, y A al área o superficie cubierta. Una variación de esta fórmula para un conteo incompleto es:

$$N = \frac{c}{pd} \qquad \text{(ec. 2)}$$

Donde N es la abundancia de individuos, C es el conteo de individuos y pd corresponde a la probabilidad de detección de los individuos (Williams *et al.*, 2002; White 2005). De esta manera, un conteo (C) de 100 individuos con probabilidad de detección pd = 1 corresponde a una abundancia N de 100 individuos, mientras que 100 individuos con probabilidad de detección = 0,5 corresponde a una abundancia N de 200 individuos. Si el conteo es realizado en una fracción del área de estudio, entonces se agrega esa proporción a la fórmula,

$$N = \frac{c}{pd*pa} \qquad \text{(ec. 3)}$$

En donde pa es la proporción o fracción del área de estudio efectivamente muestreada. En el ejemplo anterior, con C = 100, pd = 0,5 y una fracción del área muestreada pa de 0,2, la abundancia N es de 1000 individuos para el área de estudio. Esta es la fórmula básica o canónica (Williams *et al.*, 2002) en que está basada una serie de métodos que varían en la forma en que caracterizan la probabilidad de detección como

conteos dobles, conteos repetidos, marcado y recaptura, y transectos de línea con muestreo de distancias (*distance sampling* o DS).

2.-Revisión breve de métodos de estimación de abundancias en estudios de camélidos

a) Colecta de información

Para saber cuáles métodos de estimación de abundancias de camélidos se han usado en áreas protegidas los últimos diez años (2007-2017), se realizo una revisión guiada de estudios de abundancia de camélidos en Google académico (http://scholar.google.cl) por ser uno de los buscadores académicos más accesibles. Luego de probar palabras clave en forma preliminar, se realizó una búsqueda en cuatro fases, las dos primeras en inglés y las dos siguientes en español (tabla 1). Las búsquedas se realizaron en agosto del 2017.

Tabla 1. Información de búsquedas de estudios con estimación de abundancias de camélidos en áreas protegidas entre 2007-2017.

Palabras clave	Link	Total de artículos relacionados
estimation, count, protected area, guanaco, vicuna, vicuña	https://scholar.google.cl/scholar?as_q=&as_epq=%22protected+area%22+%22estimation%22+%22count%22&as_oq=guanaco+vicuna+vicu%C3%B1a&as_eq=&as_occt=any&as_sauthors=&as_publication=&as_ylo=2007&as_yhi=&btnG=&hl=en&as_sdt=0%2C5	30
abundance, density, protected area, guanaco, vicuna, vicuña	https://scholar.google.cl scholar?start=0&q=abundance+density+guanaco+OR+vicuna+OR+vicu%C3%B1a+%22protected+area%22&hl=en&as sdt=0,5&as_ylo=2007	220
densidad, abundancia, área protegida, guanaco, vicuña	https://scholar.google.cl cholar?start=0&q=densidad+abundancia+guanaco+OR+vicuna+OR+vicu%C3%B1a+%22area+protegida% 22&hl=en&as_sdt=0,5&as_ylo=2007	174
estimación, conteo, área protegida, guanaco, vicuña, vicuna	https://scholar.google.cl/scholar?as_q=estimacion+conteo&as_epq=area+protegida&as_oq=guanaco+vicuna+vicu%C3%B1a&as_eq=&as_occt=any&as_sauthors=&as_publication=&as_ylo=2007&as_yhi=&btnG=&hl=en&as_sdt=0%2C5	50

Los criterios de selección usados consideraron primero el título y una reseña ofrecida por el buscador, luego se revisó el *abstract* y en tercer lugar los métodos. Se decidió incluir solo artículos y tesis publicadas, porque debieran tener revisión por pares o un comité científico. Cuando la información estuvo simultáneamente en artículo y tesis, se prefirió el artículo. Dado que cada estudio usa una metodología principal con o sin variaciones, se reporta la metodología principal y algunos aspectos de logística para poder comparar.

b) Resultados

En nuestra búsqueda de artículos de abundancia de camélidos para los últimos diez años se encontraron dieciséis artículos (tabla 2). El número de estudios, incluyendo guanaco, fue $N = 13$, y el de vicuñas $N = 4$, con un artículo con guanacos y vicuñas. Los métodos de estimación de abundancias o densidades reportados incluyen transecto de línea con muestreo de distancias (DS), transecto de ancho de faja fijo, transecto de línea con modelo de superficie de densidad (DSM), conteo completo, punto de conteo, conteos repetidos, y conteo por áreas. Aunque varios estudios usaron más de un método, la mayor parte de los estudios realizó transectos de línea con medición de distancias (DS, $N = 12$ artículos, 75 %). Los estudios indicaron que sus unidades de muestreo fueron transectos al azar, transectos no al azar, puntos de conteo fijos o no indicaron la disposición de sus unidades de muestreo. Transectos no dispuestos al azar fueron los más numerosos ($N = 10$, 63 %), con la mayoría siguiendo caminos primarios, secundarios o huellas ($N = 7{,}43\%$). La locomoción utilizada en los estudios consideró vehículos, a pie, avioneta o no se indicó. El uso de caminos y vehículos estuvo relacionado al transecto de línea con muestreo de distancias. Secundariamente, fue posible observar que la mayoría de los estudios fueron realizados en Argentina ($N = 10$), seguido por Chile ($N = 2$), Perú ($N = 2$), Ecuador ($N = 1$) y Bolivia ($N = 1$). No se incluyeron trabajos a gran escala (por ejemplo, Baigún *et al.*, 2008; Soto, 2010; Travaini *et al.*, 2015), fuera de áreas protegidas (ej.: Rey *et al.*, 2012), o que estuvieran enfocados en densidades relativas (ej., Donadio *et al.*, 2010).

Al reconocer en los resultados que un componente importante es el uso de transectos de línea con medición de distancias (DS), se consideró pertinente una breve revisión de este método a modo de introducción a sus principios. Se ofrece esta breve revisión de conceptos en el siguiente punto (3). Para una revisión técnica y profunda del método se refiere al lector a Buckland *et al.* (2001, 2004, y 2015). Además, existe una serie de recursos *online* disponibles a partir de la página web del proyecto Distance (http://distancesampling.org/).

3.- Conceptos de conteo con muestreo con distancias (DS)

El conteo con medición de distancia se basa en diseño de muestreo y detección, los dos aspectos vistos brevemente para estimar abundancia. Específicamente, el conteo con medición de distancia está basado en la idea de que la probabilidad de detección de un animal disminuye con la distancia desde el observador (Mills, 2013). Dicho de otra manera, los animales más cerca del observador son detectados con mayor facilidad que los que se encuentran más lejos. Por esto, las detecciones a varias distancias pueden ser usadas para estimar la probabilidad de detección y finalmente la abundancia (Buckland *et al.*, 2001). Los datos que se necesitan son las distancias perpendiculares medidas desde el centro de la línea del transecto hacia cada animal avistado.

Tabla 2. Resultados de la búsqueda de estudios de abundancia de camélidos. Todas las búsquedas se hicieron desde 2007 en adelante.

Especie	Método	Variante	Locomoción usada	Estimador	Sector/Región	Autor/autores
Guanaco	Transecto de línea, muestreo de distancias (DS)	Transectos no aleatorios, caminos usados como transectos	Vehículo y a pie	Densidad y rango de abundancia del área	Torres del Paine. Magallanes, Chile	Iranzo, 2011
Guanaco	Transecto de línea, muestreo de distancias (DS)	Transectos no aleatorios, caminos usados como transectos	Vehículo	Densidad de transectos	Karukinka. Magallanes, Chile	Moraga *et al.*, 2015
Guanaco	Transecto de línea, muestreo de distancias (DS), modelo de superficie densidad (dsm)	Transectos no aleatorios, caminos usados como transectos	Vehículo	Densidad y rango de abundancia del área	La Payunia. Mendoza, Argentina	Schroeder *et al.*, 2014
Guanaco	Transecto de línea, muestreo de distancias (DS)	Transectos no aleatorios, caminos usados como transectos	Vehículo	Densidad de transectos	San Pablo de Valdés, Cabo Dos Bahías, La Esperanza. Chubut, Argentina	Marino *et al.*, 2014
Vicuña	Transecto de ancho de faja fija a 500m	No indica aleatoriedad o uso de caminos, animales marcados y no marcados	Vehículo	Densidad promedio de transectos, abundancia de áreas	Aguada Blanca. Arequipa, Perú	Sahley *et al.*, 2007
Guanaco	Transecto de línea, muestreo de distancias (DS), Transecto de ancho de faja fija a 500 m × 2 m	Transectos aleatorios	A pie	Densidad	Ischigualasto. San Juan, Argentina	Acebes *et al.*, 2010
Guanaco	Transecto de línea, muestreo de distancias (DS), Transecto de ancho de faja fija a 300m × 2 m, Conteo aéreo en faja de 400 m	Transectos no aleatorios, caminos usados como transectos	Vehículo, avioneta	Densidad	Auca Mahuida. Neuquén, Argentina	Radovani *et al.*, 2015

Especie	Método	Variante	Locomoción usada	Estimador	Sector/Región	Autor/autores
Guanaco	Punto de conteo, conteos repetidos	Observación con telescopio	No indica	Densidad y abundancia	La Payunia. Mendoza, Argentina	Puig *et al.*, 2008
Guanaco	Transecto de línea, muestreo de distancias (DS)	Transectos no aleatorios, caminos usados como transectos	Vehículo	Densidad de transectos	San Pablo de Valdés. Chubut, Argentina	Burgi *et al.*, 2012
Guanaco	Transecto de línea, muestreo de distancias (DS)	Transectos no aleatorios, caminos usados como transectos	Vehículo	Densidad de grupos e individuos del área	La Payunia. Mendoza, Argentina	Carmanchahi *et al.*, 2014
Guanaco y vicuña	Transecto de línea, muestreo de distancias (DS), punto de conteo	Transectos no aleatorios, selección de áreas	Vehículo para DS, a pie para punto de conteo	Densidad de individuos del área	San Guillermo. Mendoza, Argentina	Puig y Videla 2007
Guanaco	Conteo por áreas	No hay información	No indica	Densidad de individuos del área	Calipuy, La Libertad, Perú	Linares *et al.*, 2010
Vicuña	Transecto de línea, muestreo de distancias (DS)	Transectos no aleatorios, selección de áreas	A pie	Densidad y abundancia de individuos del área	Sajama. Oruro, Bolivia	Gallardo *et al.*, 2010
Vicuña	Conteo completo, conteo repetido en una fracción del área	No hay información	No indica	Abundancia de individuos por área	Chimborazo. Chimborazo, Ecuador.	Pino, 2016
Guanaco	Transecto de línea, muestreo de distancias (DS)	Transectos no aleatorios, selección de áreas	Vehículo	Densidad de individuos del área	La Payunia. Mendoza, Argentina	Bolgeri y Novaro, 2015
Guanaco	Transecto de línea, muestreo de distancias (DS)	No indica aleatoriedad o uso de caminos	Vehículo	Densidad de individuos en áreas de manejo	Península Valdés. Chubut, Argentina	Nabte *et al.*, 2013

Si los datos tuvieran una detección perfecta, entonces se podría detectar a todos los animales dentro de la faja de conteo en un rectángulo de avistamiento imaginario perfecto (figura 1). Entonces, un valor estimado razonable de la densidad sería,

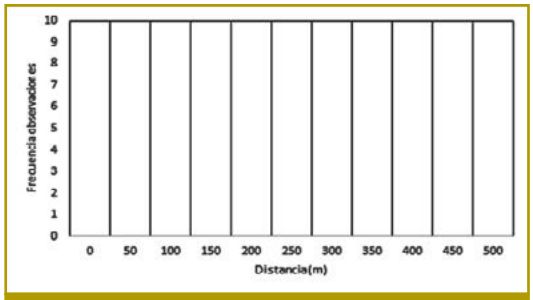

Figura 1. Rectángulo de avistamiento perfecto, que muestra la misma frecuencia de detecciones (número de conteos por categoría de distancia) en todas las categorías de distancia.

$$D = \frac{c}{L*2*W} \qquad \text{(ec. 4)}$$

Donde *D* es densidad, *C* el conteo, *L* es el largo del transecto y *w* es el ancho hacia un lado del transecto. Este es el transecto de ancho de faja fija.

Al usar el rectángulo de avistamiento perfecto como un supuesto base (o en otras palabras, una distribución uniforme) la probabilidad de detección (*pd*) es 1 (o el 100 %). En la realidad, es común que la frecuencia de detecciones decline a mayor distancia. Esto implica que no no se esta viendo el 100 % de los animales y solo se ve una proporción menos de *pd* = 1 (figura 2). Aquí es donde el análisis del muestreo de distancias usando el *software* Distance, por ejemplo, facilita la estimación de un modelo de detección que proyecta una línea curva, que muestra a los animales avistados a diferentes distancias. Esto permite establecer la proporción del rectángulo de avistamiento que es observada, de la cual es posible calcular la proporción no observada porque ambas proporciones (*pd*)

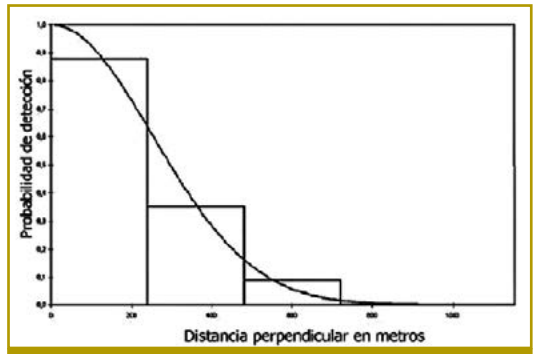

Figura 2. Función de detección ajustada sobrepuesta en el histograma de distancias observadas para vicuña en el Parque Nacional Sajama, Bolivia. Tomado de Gallardo et al. 2010.

suman 1. Entonces, con un estimado de toda la probabilidad de detección, la abundancia (*N* total) puede ser estimada usando la fórmula canónica descrita al principio, además de la densidad usando la fórmula anterior.

Este método asume que 1) todos los animales directo en la línea son avistados; 2) los animales son contados solo una vez y no se mueven antes de ser avistados; 3) las distancias perpendiculares son medidas exactamente. Aunque, es posible agrupar estimaciones en rangos de distancia para considerar la incerteza en la estimación de distancia; y 4) los avistamientos son independientes. Para animales que se agrupan, el grupo es el avistamiento y se necesita el número de animales por grupo. Adicionalmente, una variante común del muestreo de distancias usa puntos de conteo en vez de transectos de línea (Buckland *et al.*, 2001).

Discusión

La presente es la primera revisión de metodologías usadas para estimar abundancia en camélidos sudamericanos de la que se tiene conocimiento. De los estudios revisados, los métodos utilizados son principalmente de transectos, puntos de conteo y conteos totales, con especial énfasis en transectos de línea con medición de distancias (tabla 2). Sin embargo, la parcialidad de la presente revisión restringe la inferencias a los resultados de la

búsqueda. A pesar de esto, el uso de métodos modernos, que incluyen la probabilidad de detección, es un resultado importante, dado que se estarían siguiendo los lineamientos del Grupo de Especialistas de Camélidos Sudamericanos (GECS), que sugiere usar el conteo por transecto de línea con mediciones de distancia (IUCN 2008, 2016; en inglés *line-transect distance sampling*). El uso de conteos totales se puede explicar porque es recomendado por GECS en áreas de poblaciones bajas o relictas, aunque se sugiere como una primera aproximación (IUCN 2008). Este método podría ser mejorado con conteos dobles o conteos repetidos (Borchers *et al.*, 2006; Burt *et al.*, 2014; Royle, 2004).

Los resultados registraron que el método más utilizado, el transecto de líneas con medición de distancia, fue implementado principalmente en diseños no aleatorios, con transectos por caminos y huellas (o picadas) usando vehículos (tabla 2). Para un monitoreo esto presenta algunos problemas al momento de inferir las abundancias al área total de estudio, dado que el muestreo puede no ser representativo al no ser al azar (Buckland *et al.*, 2001). Alternativamente, y dependiendo de la pregunta ecológica, se puede restringir la estimación de abundancia o densidad solo al área cubierta por los transectos (ver figura 5.4(D), en Conroy y Carroll 2009). Por otro lado, los caminos pueden influir en la distribución de los animales (efectos de hábitat o amenazas) que podrían agrupar los animales cerca o lejos del camino (Cappa *et al.*, 2017), causando un sesgo al momento de contar y medir distancias; esto se solucionaría con data adicional (Marqués *et al.*, 2013). La implementación apropiada de transectos de línea con medición de distancias recomienda diseños de muestreo con transectos al azar o sistemáticos (Buckland *et al.*, 2001). Incluso, el software Distance provee de opciones para diseñar el muestreo (Thomas *et al.*, 2010). Sin embargo, la elección del método a implementar debe ser acorde al contexto local, en terreno y dependiendo de las capacidades de cada equipo de monitoreo.

Un comentario aparte merece la escasa publicación de estudios de abundancias de camélidos en Chile en los últimos diez años ($N = 2$, en guanacos de la Región de Magallanes). Este hallazgo parece ser no solo producto de la limitada búsqueda sino más bien un patrón general. Por ejemplo, en la última evaluación de abundancias de camélidos en Chile, una gran parte corresponden a datos no publicados (González y Acebes, 2016). Esto contrasta con los requerimientos de los planes de conservación de vicuña y guanaco en el centro-norte del país y de áreas con potencial uso sostenible de guanacos. En esa dirección, se han comenzado a estudiar poblaciones de guanaco en áreas de la cordillera de Coquimbo y Valparaíso a través de transectos de línea con medición de distancia (Vargas, en preparación). De la misma forma pero en Magallanes, también con transectos de línea con medición de distancia y considerando factores que afectan la detección brinda promisorios resultados para guanacos (Moraga, en preparación). Sin embargo, esto no es suficiente y se hace necesario aumentar y mejorar la calidad de la información para poblaciones de vicuña y guanaco. Creemos que esto estará íntimamente ligado con esfuerzos de capacitación que permitan refrescar e incorporar nuevos métodos en los equipos de monitoreo de manera coherente con los existentes.

El desafío para la gestión de las ASP sigue siendo implementar metodologías que permitan estimaciones más precisas, técnica y logísticamente posibles. De manera de potenciar los aspectos que permiten estandarizar las estimaciones para detectar cambios, y finalmente tendencias poblacionales locales y macrozonales consistentes y confiables. La relevancia de esto está impresa en los programas de conservación de la vicuña y el guanaco a nivel regional y nacional.

Bibliografía

Buckland, S. T., D. R. Anderson, K. P. Burnham, J. L. Laake, D. L. Borchers, and L. Thomas (2001) Introduction to Distance Sampling. Oxford University Press, Oxford.

Buckland, S. T., D. R. Anderson, K. P. Burnham, J. L. Laake, D. L. Borchers, and L. Thomas. (2004) Advanced Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. OUP Oxford.

Buckland, S. T., E. A. Rexstad, T. A. Marqués, and C. S. Oedekoven (2015) Distance Sampling: Methods and Applications. Springer.

Baigún, R., Bolkovic, M. L., Aued, M. B., Li Puma, M. C., Scandalo, R., Nugent, P. y 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.

Cappa, F. M., S. M. Giannoni, & C. E. Borghi (2017) Effects of roads on the behaviour of the largest South American artiodactyl (*Lama guanicoe*) in an Argentine reserve. *Animal Behaviour*, *131* (Supplement C), 131–136. https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2017.07.020

Conroy, M. J., & J. P. Carroll (2009) Quantitative conservation of vertebrates. Chichester, West Sussex, UK: Wiley-Blackwell.

Conroy, M.J., J.P. Carroll. J.C. Senar, and J.J. Thompson. (2015) Métodos Cuantitativos para la Conservación de los Vertebrados. Escuela de Recursos Naturales (The School of Natural Resources) y las agencias cooperativas están disponible de Nebraska Maps & More Store, 101 Hardin Hall, University of Nebraska–Lincoln, Lincoln, NE 68583-0961, USA [disponible en http://digitalcommons.unl.edu/natrespapers/497/]

Corporación Nacional Forestal (CONAF). (2010). Plan Nacional de Conservación del Guanaco (*Lama guanicoe*), en Chile. 2010-2015, Macrozona Norte y Centro. 42 pp.

Galaz JL y G. González (2003). Plan nacional de conservación y manejo de la vicuña (Vicugna vicugna Molina, 1782) en Chile. CONAF. 127 pp

González, B. y P. Acebes (2016). Reevaluación del guanaco para la Lista Roja de la UICN: situación actual y recomendaciones a futuro. GECS News.

IUCN (2008) "*Vicugna vicugna*: Lichtenstein, G., Baldi, R., Villalba, L., Hoces, D., Baigún, R. & Laker, J.: The IUCN Red List of Threatened Species 2008: E.T22956A9402796." International Union for Conservation of Nature. doi:10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T22956A9402796.en.

IUCN (2016) "*Lama guanicoe*: Baldi, R.B., Acebes, P., Cuéllar, E., Funes, M., Hoces, D., Puig, S. & Franklin, W.L.: The IUCN Red List of Threatened Species 2016: E.T11186A18540211." International Union for Conservation of Nature. doi:10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T11186A18540211.en.

Lindenmayer D.B. & G.E. Likens (2010) The science and application of ecological monitoring. Biological Conservation 143: 1317–1328.

Marques, T. A., S. T. Buckland, R. Bispo & B. Howland (2013) Accounting for animal density gradients using independent information in distance sampling surveys. *Statistical Methods and Applications*, *22*(1), 67–80. https://doi.org/10.1007/s10260-012-0223-2

Mills, L. S. (2013). Conservation of wildlife populations: demography, genetics, and management (2nd ed.). Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell.

Moraga, C. A., M. C. Funes, J. C. Pizarro, C. Briceno, & A. J. Novaro (2015) Effects of livestock

on guanaco *Lama guanicoe* density, movements and habitat selection in a forest-grassland mosaic in Tierra del Fuego, Chile. *Oryx*, *49*(1), 30–41. https://doi.org/10.1017/S0030605312001238

Seber, G. A. F. (1986). A Review of Estimating Animal Abundance. Biometrics, 42(2), 267–292. https://doi.org/10.2307/2531049

Silvy, N. J. (2012). The Wildlife Techniques Manual: Volume 1: Research. Volume 2: Management: 2-vol. Johns Hopkins University Press.

Soto, N. 2010. Distribución y abundancia de población de guanacos (*Lama guanicoe*, Müller 1776) en el área agropecuaria de Tierra del Fuego (Chile) y su relación de carga animal con la ganadería ovina [Dissertation]. Cordoba, Spain: Universidad Internacional de Andalucia Unia. 113 p.

Thomas, L., S. T. Buckland, E. A. Rexstad, J. L. Laake, S. Strindberg, S. L. Hedley, K. P. Burnham (2010) Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. Journal of Applied Ecology, 47(1), 5–14. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01737.x

Travaini, A., S. C. Zapata, J. Bustamante, J. Pedrana, J. I., Zanón, & A. Rodríguez (2015). Guanaco abundance and monitoring in Southern Patagonia: distance sampling reveals substantially greater numbers than previously reported. Zoological Studies, 54(1). https://doi.org/10.1186/s40555-014-0097-0

Vargas S., C. Bonacic & C. Moraga (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: 22-26.

White, G. C. (2005) Correcting wildlife counts using detection probabilities. Wildlife Research, 32(3), 211–216. https://doi.org/10.1071/WR03123

Williams, B. K., J. D. Nichols, & M. J. Conroy (2002) Analysis and management of animal populations: modeling, estimation, and decision making. San Diego, Calif.: Academic Press.

Artículos incluidos en revisión

Acebes, P., J. Traba, J.E. Malo, R. Ovejero & C.E. Borghi. (2010). Density and habitat use at different spatial scales of a guanaco population (*Lama guanicoe*) in the Monte desert of Argentina. Mammalia 74 (1):57-62.

Bolgeri, M.J. & A.J. Novaro (2015). Variación espacial en la depredación por puma (Puma concolor) sobre guanacos (*Lama guanicoe*) en La Payunia, Mendoza, Argentina. Mastozoología Neotropical, 22(2):255-264.

Burgi, M.V., A. Marino, M.V. Rodríguez, G. Pazos & R. Baldi. (2012). Response of guanacos *Lama guanicoe* to changes in land management in Península Valdés, Argentine Patagonia: conservation implications. Oryx 46, 99-105 doi:10.1017/S0030605311000214

Carmanchahi, P., N. Schroeder, M. Bolgeri, R. Walker, M. Funes, J. Berg, P. Taraborelli, R. Ovejero, P. Gregorio, P. Moreno & A. Novaro (2015) Effects of live-shearing on population parameters and movement in sedentary and migratory populations of guanacos *Lama guanicoe*. Oryx, 49(1), 51-59. doi:10.1017/S0030605314000027

Gallardo, G., A. Nuñez & L. F. Pacheco (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. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1605-25282010000100005&lng=es&tlng=es.

Iranzo, E. (2011) Abundancia y selección de hábitat del guanaco (*Lama guanicoe*) en Torres del Paine (Chile): coexistencia con el ganado en el entorno de un espacio natural protegido. Tesis. Universidad Autónoma de Madrid.

Linares, L., G. Mendoza, V. Linares, H. Herrera (2010) Distribución y organización social del guanaco (*Lama guanicoe cacsilensis*) en la reserva nacional de Calipuy, Perú. Scientia Agropecuaria. Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357633694003> ISSN 2077-9917.

Marino, A., M. Pascual, & R. Baldi (2014). Ecological drivers of guanaco recruitment: variable carrying capacity and density dependence. Oecologia, 175(4), 1189–1200. https://doi.org/10.1007/s00442-014-2965-z

Moraga, C. A., M. C. Funes, J. C. Pizarro, C. Briceno, & A. J. Novaro (2015). Effects of livestock on guanaco Lama guanicoe density, movements and habitat selection in a forest-grassland mosaic in Tierra del Fuego, Chile. *Oryx*, *49*(1), 30–41. https://doi.org/10.1017/S0030605312001238

Nabte, M., A. Marino, M.V. Rodríguez, A. Monjeau and S. Saba. (2013) Range management affects native ungulate populations in Península Valdés, a World Natural Heritage. PlosONE 8(2): e55655. doi:10.1371/journal.pone.0055655.

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., F. Videla, M.I. Cona, and V.G. Roig. (2008) Habitat use by guanacos (*Lama guanicoe*, Camelidae) in Northern Patagonia (Mendoza, Argentina). Studies on Neotropical Fauna and Environment 43:1-9.

Puig, S., and F. Videla (2007) Distribución, densidades y estado de conservación de los camélidos. Pages 199-223 in E. Martínez Carretero, editor. Diversidad Biológica y Cultural de los Altos Andes Centrales de Argentina. Línea de Base de la Reserva de Biósfera San Guillermo (San Juan). Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina.

Radovani, N., M. Funes, S. Walker, R. Gader & A. Novaro (2015) *Guanaco Lama guanicoe* numbers plummet in an area subject to poaching from oil-exploration trails in Patagonia. Oryx, 49(1), 42-50. doi:10.1017/S0030605312001226

Sahley, C. T., J. T. Vargas, & J. S. Valdivia (2007) Biological Sustainability of Live Shearing of Vicuña in Peru. Conservation Biology, 21: 98–105. doi:10.1111/j.1523-1739.2006.00558.x Doi:10.1017/S0030605312001238

Schroeder N. M., S. D. Matteucci, P. G. Moreno, P. Gregorio, R. Ovejero, P. Taraborelli, et al. (2014) Spatial and Seasonal Dynamic of Abundance and Distribution of Guanaco and Livestock: Insights from Using Density Surface and Null Models. PLoS ONE 9(1): e85960. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085960