

Transectos lineales como opción para estimar abundancia de vicuñas (*Vicugna vicugna*): Estudio de caso en el Parque Nacional Sajama, Bolivia

Line transects as an alternative to estimate vicuna (*Vicugna vicugna*) abundance: case study at the Sajama National Park, Bolivia

Giovana Gallardo ^{1,2}, Angela Nuñez ^{1,3} & Luis F. Pacheco ^{1,4}

¹Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada – BIOTA, Casilla 4778, La Paz, Bolivia

²Magíster en Ciencias, Producción, Manejo y Conservación de Recursos Naturales, Universidad de Los Lagos, Avda. Fuchslocher 1305, Casilla 933, Osorno-Chile. Dirección actual: 11300 Av. Royale, G0A 1E0, Québec, Canadá, Email: giovanagallardo@yahoo.com

³Dirección General de Biodiversidad y Áreas Protegidas - Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Bolivia, Calle Capitán Castrillo 434, Zona San Pedro, La Paz, Bolivia

⁴Centro de Postgrado en Ecología y Conservación y Unidad de Conservación y Manejo de Fauna, Instituto de Ecología, Carrera de Biología, Universidad Mayor de San Andrés, Campus Universitario, Calle 27 s/n Cota Cota, La Paz, Bolivia

Resumen

El método actualmente usado para estimar la abundancia de vicuñas (*Vicugna vicugna*) en Bolivia y en otros países es el de conteo directo y total por superficie (censo). En este trabajo se propone una alternativa al censo, que permite bajar los costos y que genera información comparable en precisión y exactitud. Empleamos el método de conteos en transectos lineales, que ha sido ampliamente utilizado para estimar densidad de animales silvestres y específicamente para especies similares a la vicuña en tamaño y tipos de hábitat. Se localizaron y luego recorrieron a pie 20 transectos lineales (una vez cada uno) en el Parque Nacional Sajama, inmediatamente después del censo anual (2004), obteniendo un total de 96 observaciones de grupos de vicuñas. La comparación entre la abundancia de vicuñas (1.764 animales) resultantes del conteo en transectos lineales con la obtenida por el censo (1.751 animales) para la misma superficie muestreada, sugiere que el método de transectos lineales representa una interesante alternativa al censo; considerando que es menos costoso en términos de número de vehículos y de combustible que lo empleado para el censo; por otra parte, requirió un esfuerzo levemente mayor en términos de horas-hombre. El método de transectos lineales resultaría también ventajoso al momento de evaluar áreas de gran extensión, dado que el esfuerzo requerido tiende a disminuirse para áreas más grandes (usando procedimientos de muestreo correctos) en comparación con el censo, cuyo esfuerzo aumentará directamente con el área muestreada.

Palabras clave: Censo, Monitoreo, Sajama, Transectos lineales, Vicuña.

Abstract

The method currently used to estimate vicuna (*Vicugna vicugna*) abundance in Bolivia and other countries is the total direct count in a given area (census). An alternative method to censuses was tested since it would be cheaper and provide comparable information in terms of precision and

accuracy. Thus, we evaluated the line transect method which has been widely used to estimate wildlife density, particularly with species similar to vicuna in open habitats. Twenty transects were located in Sajama National Park and later walked (once each) immediately after the yearly census (2004), resulting in 96 observations of vicuna groups. A comparison of the abundance of vicunas (1,764 animals) derived from line transect counts with that obtained via a census over the same area (1,751 animals), suggested that the line transect method may be used as the preferred method because of its cost effectiveness in terms of vehicle and fuel use, though it required a slightly higher effort in terms of personnel measured as man-hours. The line transect method may also be more advantageous for estimates over large areas, given that the effort required tends to decrease with area surveyed (using correct sampling procedures) in contrast to censuses which require greater effort for larger areas surveyed.

Keywords: Census, Line transects, Monitoring, Sajama, Vicuna.

Introducción

Para conservar una especie es necesario conocer las tendencias de sus poblaciones, para lo cual debe implementarse un programa de monitoreo que permita detectar dichas tendencias y, en lo posible, estimar la densidad de la población (Gibbs 2000). En el caso de los programas de aprovechamiento de vicuñas en el altiplano sudamericano, la información sobre abundancia y densidad del recurso es necesaria para dos fines: a) planificar la captura de las vicuñas y b) hacer un seguimiento a las tendencias poblacionales a lo largo del tiempo, como forma de evaluar el efecto del manejo sobre la especie.

El método utilizado en Bolivia para estimar la abundancia de vicuñas a nivel nacional es el de conteo directo y total por superficie (censo), como forma de "censo poblacional" (DNCB 1997), siguiendo el protocolo estandarizado en otros países para la especie (Rodríguez & Nuñez 1987), que implica básicamente realizar recuentos de individuos en áreas delimitadas e ir sumando los individuos por área de censo para obtener una estimación de abundancia para el sitio de interés. El primer censo a nivel nacional se realizó en 1986 y el segundo en 1996, desde entonces no se realizó otro que abarque todo el rango de distribución de la vicuña en Bolivia. Se registran casos particulares de censos periódicos anuales al interior de áreas

protegidas donde actualmente se aprovecha la fibra de vicuña, como el Área Natural de Manejo Integrado Nacional Apolobamba, que cuenta con datos a partir de 1986 hasta la actualidad y el Parque Nacional Sajama, que cuenta con datos de 1986, 1993, 1996, 2001 y a partir del 2004 hasta la fecha.

El censo se basa en el supuesto de que se logra registrar todos los individuos de la población, lo que es improbable (Rodríguez & Nuñez 1987, Ojasti 2000, E. Mamani 2007, com. pers.). Además, el censo implica gran movilización de personal, con apoyo de vehículos y estrecha coordinación entre grupos de personas que realizan los recuentos. Por esta razón buscamos una alternativa que fuera más eficiente en términos de costos, sin perder precisión y exactitud. El método escogido para la comparación con los datos obtenidos en un censo fue el de conteos en transectos lineales, que ha sido ampliamente utilizado para estimar la densidad de animales silvestres, desde aves (Gale *et al.* 2009), primates (Burgoa & Pacheco 2009) y varios ungulados, tanto en ambientes mediterráneos (Focardi *et al.* 2002), desérticos (Seddon *et al.* 2003), como tropicales (Hill *et al.* 1997, Wegge y Storaas 2009). El método ha sido útil para especies similares a la vicuña en tamaño y tipos de hábitat, como las gacelas mongolianas (Olson *et al.* 2005) y más recientemente ha sido utilizado para estimar densidad de vicuñas en Argentina (Baigún *et al.* 2008). El método cuenta

además cuenta con una sólida base matemática y permite estimaciones de varianza (Buckland *et al.* 2001). Este es el primer reporte de su uso en vicuñas de Bolivia.

Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en el Parque Nacional Sajama (PNS) ubicado en la provincia Sajama del departamento de Oruro, Bolivia. El PNS, abarca una superficie aproximada de 1.000 km², con un rango de alturas de 4.200->6.500 m. Se diferencian dos estaciones al año: La de lluvias de noviembre a marzo o abril y la seca, de abril a octubre. La temperatura media anual es de 3.4°C con una máxima media de 17.2°C y una mínima media de -12.9°C. La precipitación media anual es de 400 mm. El Parque corresponde a la eco-región de puna sureña y a la subcoregión de puna desértica con pisos nivales y subnivales de la Cordillera Occidental de Bolivia (Ibisch *et al.* 2003).

La vegetación predominante son gramíneas duras y arbustos como *Festuca orthophylla*, *Parastrephia quadrangularis*, *Baccharis santelicensis*; árboles y arbustos de queñua (*Polylepis tarapacana*), que llegan hasta los 5.200 m (Ribera-Arismendi 1999). Existen áreas de bofedales, en los cuales predominan los cojines de vegetación hidrófita como *Distichia muscoides* y *Calamagrostis curvula*, y especies en roseta que crecen en zonas rocosas como *Azorella compacta*, *Parastrephia quadrangularis* y *Poa kurtzii*.

Métodos

Con la colaboración de los guardaparques del PNS, se delimitaron zonas según la abundancia aparente de vicuñas: 1) abundante; 2) menos abundante (Buckland *et al.* 2001). Con esta información y empleando un diseño al azar estratificado, trazamos 11 transectos lineales para las zonas categorizadas como "abundante" y nueve en zonas categorizadas como "menos abundante" (Fig. 1). La dirección, longitud y posición de cada transecto se definió al azar,

seleccionando bolillos con puntos cardinales y coordenadas geográficas obtenidas en cartas topográficas.

La toma de datos se realizó por uno o dos grupos, dependiendo si se recorrían uno o dos transectos por día, conformados siempre por uno de los autores (GG o AN) y una persona más. La distancia recorrida, dirección del transecto y la ubicación del mismo fue demarcada con un GPS (*Global Positioning System*) modelo GARMIN 12X y una brújula. Cada transecto fue recorrido una sola vez entre el 14 y 30 de abril de 2004. En agosto del mismo año se realizó el censo de vicuñas apoyado por MAPZA (Proyecto de Áreas Protegidas y Zonas de Amortiguamiento) y el personal del PNS, con cuyos resultados se comparó la estimación de vicuñas obtenida por el método de los transectos lineales.

El estado del tiempo permitió siempre una adecuada visibilidad de los animales. Todos los transectos fueron recorridos a pie entre 10:00-18:00 h, evitando las horas de menor actividad y agregación de los animales a cuerpos de agua entre 13:00-15:00 h, a una velocidad de 3-4 km/h, con un esfuerzo promedio de 2 h 13 min +/- 1 h 16 min por transecto. En cada uno de los 20 transectos, se contaron todas las vicuñas observadas y se clasificaron en una de tres categorías: GF = grupo familiar, conformado por un macho, varias hembras y crías, con un territorio definido; T = tropilla de machos jóvenes sin territorio; S = solitarios, individuos relegados de las otras agrupaciones. Cada grupo de vicuñas representó una observación para el análisis.

Con el GPS se tomaron los siguientes datos en campo: Punto inicial y final del transecto; punto sobre el transecto en dirección perpendicular al animal o grupo observado y punto donde se observó inicialmente al animal, en caso de un grupo se tomó un punto medio entre los individuos. La superficie de muestreo cubrió un total de 110 km², de los cuales 56 km² correspondieron a las zonas categorizadas como "abundante" y 54 km² a las zonas "menos

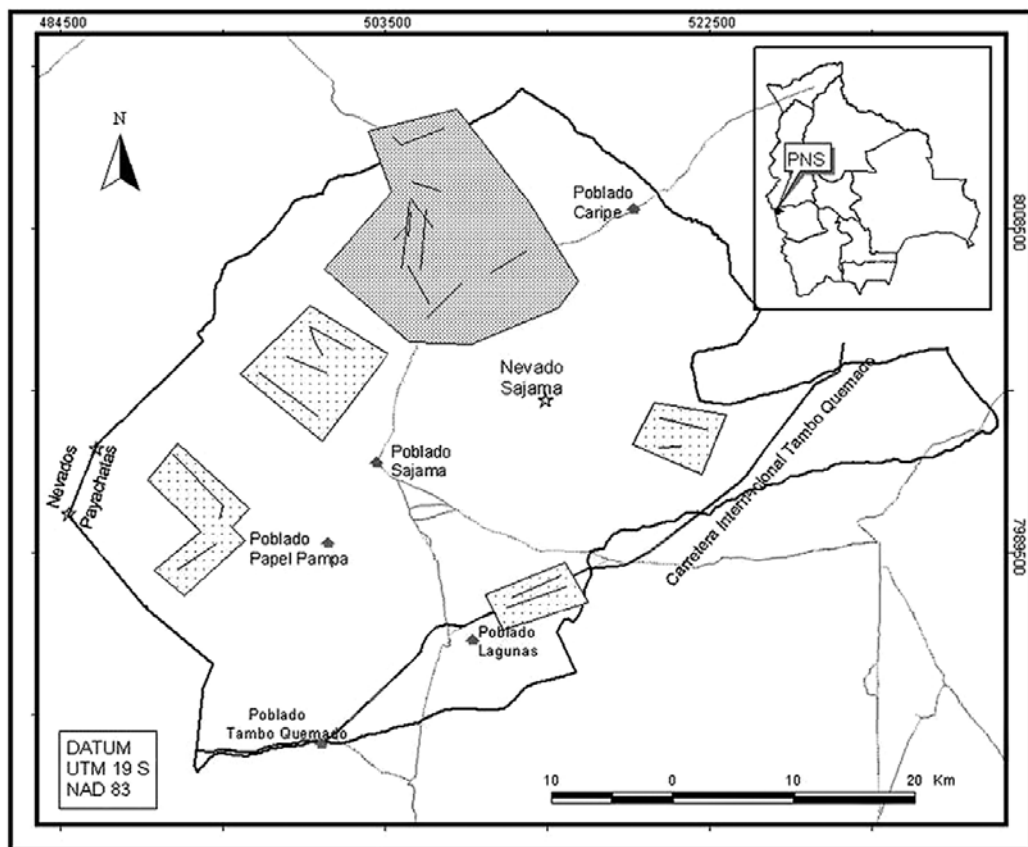


Figura 1. Disposición de los transectos lineales para la estimación del tamaño poblacional de vicuñas en el PNS. Polígono oscuro: categoría "abundante"; polígonos claros: categoría "menos abundante".

abundante". La longitud de cada transecto y la distancia perpendicular de cada observación en el transecto se midió en una imagen satelital LANDSAT empleando el programa ArcView GIS versión 3.2 y la extensión "Angle". La longitud promedio y desviación estándar de los transectos en zonas categorizadas como "abundante" fue de 2.34 (± 1.26) km y de 3.24 (± 1.05) km en zonas "menos abundante".

Los datos se analizaron utilizando el programa "Distance" versión 4.1, siguiendo el diseño estratificado (Buckland *et al.* 2001, Thomas *et al.* 2003). Dado que las observaciones de vicuñas pueden realizarse desde distancias muy grandes (>1.000 m), las observaciones

fueron agrupadas en intervalos de 220 m para graficar la probabilidad de detección. La selección del modelo matemático, se basó en el AIC (*Akaike's Information Criterion*) más pequeño (Buckland *et al.* 2001). El censo 2004 abarcó una superficie total de 711 km², pero para que los resultados obtenidos por ambos métodos sean comparables, únicamente se tomaron en cuenta las vicuñas contadas en el censo 2004 correspondientes a las mismas zonas evaluadas con el método de transectos lineales (110 km²); es decir, la comparación se restringió al área efectivamente muestreada por transectos lineales y que fue también trabajada con el método del censo.

Resultados

Se registró un total de 96 observaciones de grupos de vicuñas en los 20 transectos recorridos en una sola oportunidad. El esfuerzo de muestreo en las áreas categorizadas como “abundante” fue de 25.723,6 m lineales (11 transectos), logrando 66 observaciones y en las áreas categorizadas como “menos abundante” fue de 28.078,3 m lineales (9 transectos), alcanzando 30 observaciones. El ancho efectivo de los transectos, estimado con *Distance 4.1* fue de 423.4 m para la zona “abundante” y de 305.6

m para las zonas “menos abundante” (Figuras 2a y 2b). La densidad de vicuñas fue 1,4 veces mayor en la categoría “abundante” que en la “menos abundante”. El número total de vicuñas estimado para el área muestreada fue de 1.764 individuos (Tabla 1).

Una comparación de la estimación con base en transectos lineales con el resultado del censo 2004 por recuento total para la misma superficie muestreada muestra una coincidencia a nivel global (Tabla 2). Sin embargo, *Distance 4.1* estimó una densidad mayor en la zona de menor abundancia y una densidad menor

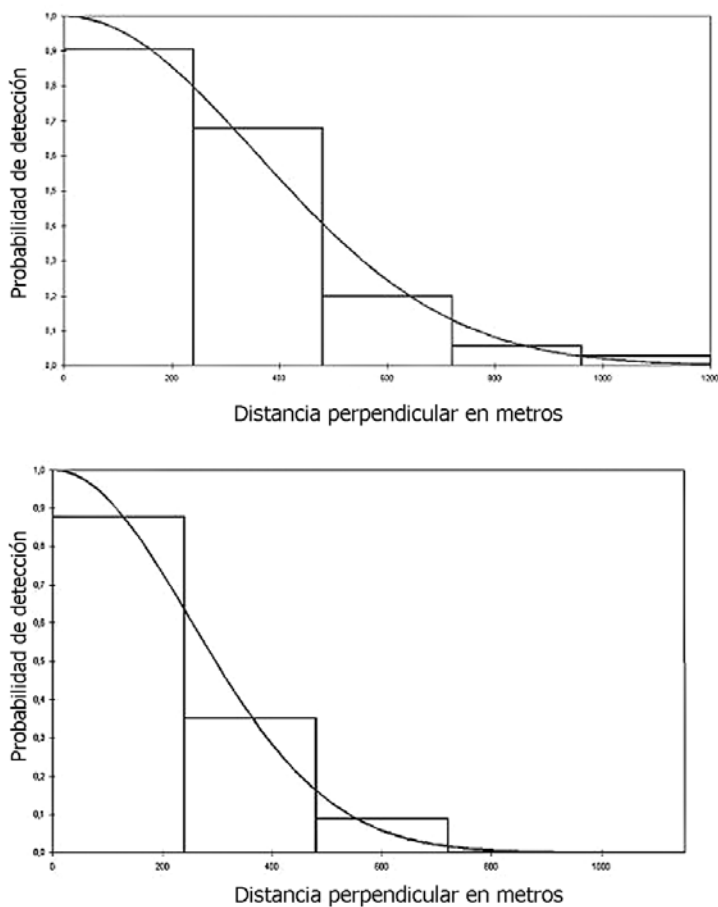


Figura 2. Probabilidad de detección en los transectos para recuento de vicuñas en las zonas del Parque Nacional Sajama. a. Categorizadas como “abundante”. b. Categorizadas como “menos abundante”.

en la de mayor abundancia, en relación a los resultados del censo. Por otra parte, el censo requirió mayor cantidad de combustible y número de personas y vehículos que el método de transectos lineales, pero abarcó un área de muestreo mayor (Tabla 3).

Discusión

De acuerdo a Buckland *et al.* (2001), se requieren entre 40 y 80 observaciones para lograr una estimación confiable con el programa *Distance* 4.1. Al trabajar con 96 observaciones confiábamos que teníamos una muestra adecuada para lograr una estimación precisa, pero el programa *Distance* 4.1 señaló

que el tamaño de muestra en este estudio era insuficiente para una estimación de alta precisión; lo cual se evidencia en la amplitud de los intervalos de confianza de las estimaciones de densidad. En todo caso, si aceptamos que la estimación global es válida, esta fue muy cercana a la obtenida por el método de recuento total (censo), lo que sugiere que el método de transectos lineales representa una interesante alternativa al censo.

Sin embargo, es preocupante que la estimación por transectos lineales haya diferido de la del censo al hacer la comparación entre zonas de mayor y menor abundancia aparente de vicuñas. El método de conteos en transectos lineales, utilizado recientemente en Argentina

Tabla 1. Estimación de densidad de grupos, número promedio de individuos por grupo, densidad y tamaño poblacional de vicuñas empleando el método de conteos en transectos lineales y distancias perpendiculares-“Distance 4.1”, por áreas de muestreo categorizadas de acuerdo a la abundancia de vicuñas. Leyenda: * = Valor no estimado por el programa Distance 4.1, entre paréntesis se da el intervalo de confianza al 95%.

Categoría	Superficie de muestreo (km ²)	Densidad de grupos (Nº de grupos/km ²)	Promedio de individuos por grupo	Densidad de vicuñas (Ind. /km ²)	Tamaño poblacional
Abundante	56	2.86 (1.36-6.02)	6.47 (4.99-8.39)	18.54 (8.59-40.01)	1.038 (481-2.241)
Menos abundante	54	1.69 (0.86-3.35)	7.94 (5.59-11.27)	13.44 (6.43-28.12)	726 (347-1.518)
Global	110	2.29 (1.36-3.85)	*	16.04 (9.39-27.39)	1.764 (1.033-3.013)

Tabla 2. Comparación entre el número de vicuñas estimado empleando Distance 4.1” y el número de vicuñas cuantificadas en el censo 2004, considerando únicamente las zonas muestreadas en este estudio, categorizadas como “abundante” y “menos abundante”.

Categoría	Superficie muestreada	Número de vicuñas estimado por “Distance”	Número de vicuñas cuantificado por “censo”
Abundante	56	1.038	1.450
Menos abundante	54	726	301
Totales	110	1.764	1.751

Tabla 3. Comparación del esfuerzo requerido entre el censo de vicuñas empleando el método de conteo directo y total por superficie “censo” (2001, 2004 y 2006) y empleo del método de conteos en transectos lineales y distancias perpendiculares 2004. Los datos consideran únicamente el esfuerzo empleado en el trabajo de campo (6-8 horas/día), no incluyen los talleres de preparación (en el caso de los “censos”), ni el trabajo de gabinete para ambos métodos. Leyenda: SD = sin datos; * = datos proporcionados por MAPZA; + = datos obtenidos de la presentación de Eloy Mamani, Taller Nacional Lineamientos Técnicos para el manejo y aprovechamiento sostenible de la vicuña 2007.

Periodo y método	Superficie muestreada (km ²)	Vehículos	Personas (litros)	Combustible	Personas/día	Personas/día/km ²
Censo 2001	SD	3 camionetas 1 vagoneta 7 motos	147 *	775 *	147.0*	SD
Censo 2004	711	SD	84*	SD	84.0*	0.118
Censo 2006	SD	3 camionetas 2 motos*+	98+	SD	98+	SD
Transectos lineales 2004	110	1 jeep	2 p. (4.5 días) 3 p. (1 día) 4 p. (1 día) máximo 2 transectos/día	130	16	0.145

(Baigún *et al.* 2008), también dio resultados distintos entre la aplicación de transectos de ancho fijo y transectos lineales, analizados con *Distance* 5.0. Los resultados obtenidos con transectos lineales y análisis de distancias dieron estimaciones de densidad mayores que el método de transectos de ancho fijo.

Consideramos que existen tres explicaciones posibles para estas diferencias: a) el censo es exacto y la estimación global obtenida por los transectos lineales coincidió con el mismo por casualidad; b) el método del recuento total (censo) es inexacto y coincidió con la estimación por transectos lineales por casualidad; c) La situación particular del estudio está relacionada a los movimientos diarios que las vicuñas realizan dentro su territorio, lo cual podría haber afectado el resultado de ambos métodos por zonas de mayor o menor abundancia, pero no así los resultados globales.

No contamos con suficiente información en este momento para discernir entre estas

tres explicaciones. Por este motivo estamos planificando realizar una calibración del método a través de una campaña simultánea de censos y transectos lineales a nivel nacional.

Otro elemento que debe mejorarse es la precisión de la estimación. Para ello será necesario incrementar el tamaño de la muestra, especialmente en zonas categorizadas como “menos abundante”. Una varianza menor permitirá no solamente mayor confianza en los resultados, sino también disminuirá la probabilidad de cometer el error de Tipo I (aceptar que existe una tendencia, cuando en realidad no existe) en un programa de monitoreo de largo plazo (Gibbs 2000, Pacheco 2004). El censo no da información de variabilidad, se asume que es un conteo total, aunque la evidencia indica que no lo es. Por ejemplo, en 2001 se realizó el censo en el PNS en dos ocasiones consecutivas y los resultados difirieron en un 18% (4.406 vicuñas contadas en la primera ocasión y 3.597 vicuñas en la

segunda), diferencia que sería considerada alta en el contexto de un programa de monitoreo (Gibbs 2000). La calibración y mejora en la exactitud de las estimaciones derivadas del método de transectos lineales es importante sobre todo como posible alternativa para la evaluación de áreas de gran extensión ya que a diferencia del censo el esfuerzo requerido disminuye a medida que se incrementa la superficie evaluada (Baigún *et al.* 2008). Una ventaja adicional del método de transectos lineales es que puede ser realizado, sin gasto adicional, por los guardaparques y comunarios del área protegida durante los recorridos de patrullajes siguiendo un protocolo estandarizado. En contraposición, el censo requiere de una organización especial que permita cubrir toda la región a ser censada de manera simultánea. La principal dificultad para el uso del método de transectos lineales es el análisis de datos que requiere de experiencia en el manejo del programa *Distance*; sin embargo, esto puede resolverse con una fase de capacitación o, de otra manera, haciendo un convenio con alguna institución académica que se ocupe del análisis de los datos y las series de tiempo.

Recientemente, el método de transectos lineales ha sido puesto a prueba a gran escala y con éxito en Argentina (Baigún *et al.* 2008). Para el caso boliviano, el censo de vicuñas 2009/2010 se planificó de manera que incluyera una estimación con base en transectos lineales y su calibración al método tradicional de "censo"; de manera que el monitoreo de las tendencias poblacionales de la especie a nivel nacional pueda realizarse con un método sencillo, de fácil aplicación y factible de realizarse con mayor frecuencia que un censo. El presente trabajo es una primera aproximación a lograr que esto sea realidad a nivel nacional.

Conclusión

El método de transectos lineales es una alternativa muy interesante para la estimación de abundancia de vicuñas, por su menor costo

y aparentemente similar desempeño. Su uso a gran escala, bajo un adecuado diseño, podría ser una opción para el monitoreo de largo plazo de las poblaciones de vicuña, tanto a nivel nacional, como regional; esto requiere de una calibración del método.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de la administración y del Cuerpo de Guardaparques del PNS y en especial a nuestras guías de campo Teresa Marin y Clotilde Choque. También a Humberto Gómez y François Landry por sus consejos a la hora de analizar los datos. Este trabajo fue financiado por la Wildlife Conservation Society a BIOTA. Las sugerencias y comentarios de los revisores ayudaron a aclarar el manuscrito.

Referencias

- Baigún, R. J., M. L. Bolkovic, M. B. Aued, M. C. Li Puma & R. P. Scandalo. 2008. Manejo de fauna silvestre en la Argentina. Primer censo nacional de camélidos silvestres al norte del Río Colorado. 1a ed. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Buenos Aires. 104 p.
- Buckland, S. T., D. R. Anderson, K. P. Burnham, J. L. Laake, D. L. Borchers & L. Thomas. 2001. Introduction to Distance Sampling Estimating abundance of biological populations. OXFORD Nombre de editorial o institución o ciudad? Debe indicar editorial o institución, luego ciudad. 432 p.
- Burgoa, N. & L.F. Pacheco. 2008. Densidad y uso de hábitat de *Cebus apella* en un bosque yungueño de Bolivia. Mastozoología Neotropical 15: 273-283.
- DNCB (Dirección Nacional de Conservación de la Biodiversidad). 1997. Censo nacional de la vicuña en Bolivia. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Secretaría Nacional de

- Recursos Naturales y Medio Ambiente, Unidad de Vida Silvestre, La Paz. 60 p.
- Focardi, S., R. Isotti & A. Tinelli. 2002. Line transect estimates of ungulate populations in a Mediterranean forest. *The Journal of Wildlife Management* 66: 48-58.
- Gale, G.A., P.D. Round, A. J. Pierce, S. Nimnuan, A. Pattanavibool & W.Y. Brockelman. 2009. A field test of distance sampling methods for a tropical Forest bird community. *The Auk* 126: 439- 448.
- Gibbs, J. P. 2000. Monitoring populations. pp. 213-252. En: Boitani, L. & T.K. Fuller (eds.) *Research Techniques in Animal Ecology. Controversies and Consequences*. Columbia University Press, Nueva York.
- Hill, D., D. Hockin, D. Price, P. Tucker, R. Morris & J. Treweek. 1997. Bird disturbance: improving the quality and utility of disturbance research. *Journal of Applied Ecology* 34: 275-288.
- Ibisch, P. L., S. G. Beck, B. Gerkmann & A. Carretero. 2003. La diversidad biológica. pp. 47-88. En: Ibisch, P. L. & G. Mérida (eds) *Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia. Estado de Conocimiento y Conservación* Ministerio de Desarrollo Sostenible - Editorial FAN, Santa Cruz.
- Ojasti, J. 2000. Manejo de fauna silvestre neotropical. Pp. 73 - 106. En: Dallmeier, F. (ed.) *SIMAB Series (5)*, Smithsonian Institution/MAB Program, Smith Lith. Corp., Washington DC.
- Olson, K. A, T. K. Fuller, G. B. Schaller, D. Odonkhuu & M. G. Murray. 2005. Estimating the population density of Mongolian gazelles *Procapra gutturosa* by driving long-distance transects. *Oryx* 39: 164-169.
- Pacheco, L.F. 2004. Monitoreo de mamíferos grandes en praderas altoandinas y bosque nublados de Bolivia. *Ecología Austral* 14: 121-133.
- Ribera-Arismendi, M. 1999. Evaluación integral del impacto de depredación del puma (*Felis concolor*) y el zorro (*Pseudalopex culpaeus*), sobre el ganado camélido en el Parque Nacional Sajama. Servicio Nacional de Áreas Protegidas. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Panificación, La Paz.. Informe no publicado 121 p.
- Rodríguez, R. & R. Nuñez. 1987. El censo de poblaciones de vicuña. Pp. 33-56. En: Torres, H. (ed.) *Técnicas para el Manejo de la Vicuña*. UICN, PNUMA, Santiago.
- Seddon, P.J., K. Ismail, M. Shobrak, S. Ostrowski & C. Magin. 2003. A comparison of derived population estimate, mark-resighting and distance sampling methods to determine the population size of a desert ungulate, the Arabian oryx. *Oryx* 37: 286- 294.
- Thomas, L., J.L., Laake, S., Strindberg, F. F. C., Marques, S. T., Buckland, D. L., Borchers, D. R., Anderson, K. P., Burnham, S. L., Hedley & J. H., Pollard. 2003. Distance 4.1 Release 2. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews. <http://www.ruwpa.stand.ac.uk/distance/> [accedido 24 agosto 2004].
- Wegge, P. & T. Storaas. 2009. Sampling tiger ungulate prey by the distance method: lessons learned in Bardia National Park, Nepal. *Animal Conservation* 12: 78-84.

Artículo recibido en: Septiembre de 2009.

Manejado por: Lilian Painter

Aceptado en: Marzo de 2010.