

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



TRABAJO MONOGRÁFICO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL:

**“COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS USADAS PARA CENSAR  
VICUÑAS (*Vicugna vicugna*) EN PERÚ Y ANÁLISIS DE  
RESULTADOS”**

EJECUTORA: Natalia Córdor Núñez

ASESOR: Ing. Antonio Tovar Narváez

La Molina, 2017

## CONTENIDO

CONTENIDO .....	1
I. RESUMEN DEL TRABAJO .....	2
II. INTRODUCCIÓN .....	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	5
3.1. Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D’Achille .....	5
3.2. Importancia ecológica de la vicuña .....	5
3.3. Importancia económica de la vicuña .....	6
3.4. Teoría del censo .....	9
3.5. Manejo de la vicuña en el Perú .....	12
3.6. Censos nacionales en Perú a partir de 1994 .....	14
3.7. Metodologías para el desarrollo del censo de vicuñas .....	15
3.8. Censo directo y completo por conteo individual .....	19
3.9. Censo aéreo en Perú .....	20
3.10. Censos muestrales .....	23
IV. COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS PARA CENSO DE VICUÑAS EN PERÚ	25
4.1. Comparación de metodologías .....	25
4.2. Comparación entre censos nacionales y parciales .....	30
V. CONCLUSIONES .....	37
VI. RECOMENDACIONES .....	38
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	39
VIII. ANEXOS.....	41

## **I. RESUMEN DEL TRABAJO**

La vicuña ha sido y es una fuente importante para el sustento de las poblaciones altoandinas peruanas. Su manejo ha pasado por diferentes etapas, desde las más críticas en los años 60 hasta la actualidad, en la cual se vienen aprovechando de manera más sostenible, bajo políticas que resguardan la integridad de la especie. Debido a esta gran importancia, se pusieron en práctica diversos métodos de conteo a través de los cuales se puede obtener el número poblacional de esta especie con fines de protección y manejo sostenible.

De los diversos métodos desarrollados, en el presente estudio, se hizo una comparación entre las metodologías del censo directo y completo por conteo individual, el censo directo muestral y el censo directo aéreo. Se los caracterizó en base al tiempo de ejecución, precisión de resultados, costos para realizarlos, personal requerido, áreas posibles a evaluar y diferenciación social que se puede lograr.

El censo directo y completo por conteo individual fue el que más se ajustó a la realidad y contexto de las vicuñas en el país. Este método es el que toma más tiempo para poder realizarse, es más costoso que desarrollar un censo muestral y requiere de mayor número de personal para poder llevarlo a cabo. Sin embargo, a pesar de estas dificultades, se puede obtener un mayor porcentaje de precisión, se puede realizar en cualquier área donde pueda llegar el personal y el grado de detalle de los datos obtenidos es el más minucioso. Todo esto, convierte a los resultados en datos sumamente útiles para tomar las decisiones más correctas respecto a la protección y aprovechamiento racional de esta especie.

Hacen falta más estudios y pruebas para desarrollar en el futuro censos nacionales a partir de censos directos muestrales y mucha más investigación sobre la aplicación de censos aéreos usando tecnología actual; es decir, vehículos aéreos no tripulados.

Así mismo, se comparó los resultados obtenidos de los censos parciales directos desde 1990 hasta 1993, con los datos extrapolados para estos mismos años, en base a los censos nacionales desde 1994 hasta 2012. Mediante este análisis, se podría decir que hubo más del 50% de individuos no contados a nivel nacional, debido a diversos factores que condicionaban los censos de vicuñas en esos años en el país.

## II. INTRODUCCIÓN

El manejo y la utilización de las vicuñas (*Vicugna vicugna*) ha sido y es de gran importancia para las poblaciones humanas que comparten su hábitat. A pesar del periodo de fuerte presión de caza, las pocas condiciones de seguridad en el país que las llevaron a los límites de su extinción y gracias al éxito posterior de las labores de manejo y protección, en la actualidad sus poblaciones han podido recuperarse. Actualmente se habla de aproximadamente 200 mil vicuñas, a diferencia de las casi 10 mil que podría haber habido a mediados de los años 60 (Grimwood, 1968).

Este éxito en la recuperación de la especie, ha significado también, la necesidad de replantear las técnicas y métodos empleados en monitorearlas. En el pasado, el reducido número y distribución de vicuñas, permitían llevar a cabo conteos completos de la población; sin embargo, hoy esta tarea resulta extremadamente exigente en términos de esfuerzo y presupuesto. En el año 1964 quedaban en Perú entre 5,000 a 10,000 vicuñas (Grimwood, 1968), en el censo de 1986 se contaron 61,042 vicuñas en ocho departamentos (MINAG, 2012) y en el último censo nacional realizado en el 2012, se censaron 208,899 vicuñas (MINAGRI, 2012).

Debido al aumento de las poblaciones, es necesario contar con una metodología que asegure la obtención de resultados confiables a partir de una eficiente inversión de recursos. De esta manera se podrían obtener datos que contribuyan en la generación de información que permita tomar decisiones en pro de la conservación y aprovechamiento sostenible de esta especie a nivel nacional.

La presente monografía tiene por objetivo comparar las metodologías que se han usado para censar vicuñas en Perú, a fin de identificar los aspectos relevantes de cada una de ellas y su idoneidad para ser aplicadas de acuerdo a los objetivos que busca un censo.

Adicionalmente, se desarrolla una aproximación a las poblaciones reales de vicuñas que hubo durante los años anteriores al censo nacional de 1994, con el objetivo de tener una idea más cercana a la población real de vicuñas en aquellos tiempos. Para esto, se toman como base los datos obtenidos en los censos nacionales, asumiendo el crecimiento exponencial de la población de vicuñas en Perú como un supuesto de trabajo. De esta manera se pudo identificar el sesgo de información presente en las proyecciones de las

poblacionales nacionales para los años de 1990 a 1993, las cuales estuvieron basadas en los censos parciales de los años de 1980 a 1991.

Finalmente, se presentan recomendaciones para posteriores estudios en relación al censo de vicuñas a fin de contribuir con la mejora del manejo sostenible de la especie a nivel nacional.

### **III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D’Achille**

En el Plan Maestro de la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D’Achille (SERNANP, 2013), se menciona que la Reserva fue creada el 23 de mayo de 1967 mediante la R.S. N°157-A y su denominación fue modificada el 15 de abril de 1993 a Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D’Achille (RNPGBA) a través del D.S. N° 017-93-PCM. La Reserva se encuentra ubicada en el km 89.5 del Tramo 1 de la Carretera Interoceánica Sur (carretera Nazca – Cusco), en la Cordillera Occidental de los Andes, específicamente en el distrito y provincia de Lucanas, región de Ayacucho, a una altitud de 4,000 m.s.n.m., con un clima frío de temperaturas promedio entre 6°C y -°5C.

De acuerdo a información proporcionada por el personal de la Reserva, hasta el mes de junio del 2017, la RNPGBA cuenta con una población de 5,216 vicuñas, las cuales emplean el hábitat ahí conservado y se distribuyen tanto en el ANP (6,500 ha), como en parte de la Zona de Amortiguamiento. La Reserva, es el lugar donde se encuentra el mejor y más antiguo modelo de manejo sostenible de una especie de fauna silvestre en el Perú.

#### **3.2. Importancia ecológica de la vicuña**

Según el Plan de Evaluación para determinar el Censo Poblacional de Vicuñas a Nivel Nacional (MINAG, 2012), la vicuña es un recurso natural animal renovable con una serie de adaptaciones favorables frente a otras especies de animales. Por sus características fisiológicas y morfológicas se encuentra adaptada para soportar las condiciones climatológicas severas propias de la puna, mostrando, como especie silvestre, una territorialidad mediada por su organización social; esto la diferencia de los animales domésticos a los cuales se les debe brindar las condiciones de pastos y agua, asistidos frecuentemente por un pastor que vigila y oriente su rebaño.

Así mismo, se menciona que los camélidos silvestres, entre sus hábitos alimenticios tienen la capacidad de sujetar los pastos, cortarlos a una cierta altura de la corona basal de sus dientes sin arrancarlos de raíz; evitando la disminución de la cobertura vegetal, la

frecuencia de especies forrajeras clave y la erosión del suelo, manteniendo así una composición florística que determina la condición de la pastura y su capacidad de carga.

Adicionalmente, en el mismo documento se indica que dentro de los hábitos de los camélidos silvestres, tenemos la formación de estercoleros, lugares donde los animales depositan sus heces en forma continua agregando materia orgánica a los suelos. Estas características entre otras, hacen de los camélidos en general y de la vicuña en particular, especies muy importantes dentro del ecosistema de puna. En general, la rusticidad de la que hace gala la vicuña, le permite tener acceso al uso de recursos de pastos que difícilmente pueden ser utilizados por otros herbívoros, por lo menos no con la eficiencia y la rentabilidad económica que las vicuñas representan.

### **3.3.Importancia económica de la vicuña**

El recurso vicuña es una alternativa de desarrollo económico para las poblaciones humanas asentadas en los ecosistemas que albergan dicha especie; estos grupos humanos se caracterizan por ser considerados en pobreza y extrema pobreza, de acuerdo con los índices económicos del INEI, FONCODES y otras instituciones afines.

**Cuadro N°1.** Grupos de Departamentos con niveles de pobreza extrema estadísticamente semejantes

AÑO	GRUPO	DEPARTAMENTOS	Intervalo de confianza 95%	
			Inferior	Superior
2013	Grupo 1	Cajamarca	18.14	26.97
	Grupo 2	Amazonas, Ayacucho, Huancavelica, Huánuco, Pasco	12.21	15.53
	Grupo 3	Áncash, Apurímac, La Libertad, Loreto, Piura, Puno, San Martín	5.71	7.46
	Grupo 4	Arequipa, Cusco, Junín, Lambayeque, Moquegua, Región Lima, Ucayali	1.51	2.63
	Grupo 5	Ica, Madre de Dios, Provincia Callao, Provincia Lima, Tacna, Tumbes	0.00	0.34
2014	Grupo 1	Cajamarca	15.16	323.22
	Grupo 2	Amazonas, Ayacucho, Huancavelica, Huánuco, Pasco	10.87	13.85
	Grupo 3	Áncash, Apurímac, La Libertad, Loreto, Piura, Puno, San Martín	5.20	6.99
	Grupo 4	Arequipa, Cusco, Junín, Lambayeque, Moquegua, Región Lima, Ucayali	1.61	2.80
	Grupo 5	Ica, Madre de Dios, Provincia Callao, Provincia Lima, Tacna, Tumbes	0.09	0.40
2015	Grupo 1	Cajamarca	16.63	23.89
	Grupo 2	Amazonas, Ayacucho, Huancavelica, Huánuco, Pasco	8.78	12.33
	Grupo 3	Áncash, Apurímac, La Libertad, Loreto, Piura, Puno, San Martín	5.64	7.35
	Grupo 4	Arequipa, Cusco, Junín, Lambayeque, Moquegua, Región Lima, Ucayali	2.18	3.67
	Grupo 5	Ica, Madre de Dios, Provincia Callao, Provincia Lima, Tacna, Tumbes	0.19	0.62

Nota: Los valores del intervalo corresponden a los límites inferior y superior de cada grupo robusto.

Fuente: INEI: Encuesta Nacional de Hogares 2015.

Dentro de los tres primeros grupos con los más altos niveles de pobreza extrema (**Cuadro N°1**), figuran los tres departamentos (Ayacucho, Puno y Huancavelica) que cuentan con las mayores poblaciones de viciñas a nivel nacional (MINAGRI, 2012).



**Cuadro N°2.** Evolución de la pobreza extrema, según región natural y dominio geográfico (porcentaje respecto del total de población)

Ámbitos geográficos Dominios	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Diferencia (puntos porcentuales)	
								2015 / 2014	2015 / 2009
<b>Nacional</b>	9.50	7.63	6.34	6.01	4.73	4.28	4.07	-0.22	-5.44
- Urbana	2.05	1.86	1.42	1.39	1.05	1.00	1.02	0.02	-1.03
- Rural	29.81	23.84	20.52	19.70	16.02	14.63	13.93	-0.69	-15.88
<b>Región Natural</b>									
- Costa	1.48	1.47	1.21	1.08	0.80	0.93	0.77	-0.16	-0.71
- Sierra	20.06	15.80	13.77	13.27	10.46	9.24	8.73	-0.51	-11.33
- Selva	15.78	12.50	8.96	8.21	6.90	6.08	6.46	0.38	-9.32
<b>Dominio</b>									
- Costa urbana	1.64	1.65	1.24	1.15	1.10	1.03	0.91	-0.12	-0.73
- Costa rural	7.82	6.66	8.25	4.90	5.89	8.97	4.77	-4.21	-3.06
- Sierra urbana	3.75	2.53	1.96	1.94	1.73	1.63	1.30	-0.33	-2.45
- <b>Sierra rural</b>	<b>34.05</b>	<b>27.59</b>	<b>24.56</b>	<b>23.98</b>	<b>19.00</b>	<b>16.95</b>	<b>16.49</b>	-0.46	-17.56
- Selva urbana	5.19	5.30	4.53	3.79	3.14	2.97	3.47	0.51	-1.72
- Selva rural	28.59	21.44	14.67	14.19	12.11	10.51	10.87	0.36	-17.72
Lima Metropolitana*	0.73	0.85	0.51	0.69	0.16	0.18	0.34	0.16	-0.39

\*Incluye la Provincia Constitucional del Callao

Fuente: INEI: Encuesta Nacional de Hogares 2015.

De acuerdo a los datos del **Cuadro N°2**, los niveles de pobreza extrema mayores se encuentran en las poblaciones asentadas en la sierra rural, ámbito en el que se encuentran las comunidades en cuyas tierras viven las vicuñas.

El desarrollo poblacional de la especie, adaptada a las agrestes condiciones del clima y cuyo desarrollo se basa en el consumo de pastos naturales que se ofertan, así como en el control y vigilancia de acciones de caza furtiva, permite contar con una mayor población animal y por lo tanto de una mayor y mejor producción de fibra de vicuña.

En la exportación de la fibra de vicuña, los precios son variables según el estado del producto a ofertar y la cantidad ofertada. Esta especie, sin embargo, tiene un potencial de aprovechamiento sostenido con un impacto social, económico y ecológico positivo (MINAG, 2012).

Las comunidades campesinas que cuidan y preservan a la vicuña han llegado a tener ingresos muy importantes por la venta de fibra, pues se ha llegado a tener precios de US\$ 560 por kilo de fibra sin descender (ONUDI, 2010).

Según la SNCV (Sociedad Nacional de Criadores de Vicuña) en el 2007, al año se exportó aproximadamente dos toneladas y media de fibra, lo cual representa una ganancia de US\$ 1'200,000. La fibra de vicuña se comercializaba a razón de US\$ 308 por kilogramo, pero se sabe que en algunos mercados europeos la cotización bordeaba los US\$ 600.

De acuerdo al exjefe de la Dirección General Forestal y Fauna Silvestre (DGFFS) del MINAG, Jorge Ugaz (2011), existen tres variedades de producción y comercialización de fibra, la que concentra el 90 por ciento de las exportaciones es la denominada fibra sucia, cuyo precio en el 2011 era US\$ 350 por kilo. Las otras variedades son, pre deshebrado y deshebrada.

Un ejemplo claro del manejo de la fibra de vicuña y los ingresos que se pueden obtener, se refleja en Cusco, donde cerca de 72 comunidades campesinas de los valles andinos de Anta, Canchis, Canas, Espinar, Chumbivilcas, Paucartambo, Acomayo, Quispicanchis y Paruro, se han organizado para manejar y aprovechar sosteniblemente el recurso vicuña. La Asociación de Comunidades Campesinas Criadoras de Vicuñas de la Región Cusco (ACRIVIRC), en el año 2014, exportó directamente y sin intermediarios 96 kg de fibra lavada y deshebrada a US\$ 1,000 el kilo. En el año 2015, ellos mismos, comercializaron la fibra sucia a US\$ 500 dólares el kilo, uno de los mejores precios del mercado. En los últimos 11 años la obtención de fibra de vicuña, en el Cusco, se ha incrementado, de 148.70 kg, obtenidos de 681 vicuñas esquiladas vivas en el 2004, a 405.50 kg de fibra obtenidos de 2,235 vicuñas esquiladas en el 2015 (SERFOR, 2016).

### **3.4. Teoría del censo**

De acuerdo al documento El Censo de la Vicuña Silvestre (Hofmann y Otte, 1977), para estudiar a una población, los componentes básicos que deben tenerse en cuenta son: tasas de nacimientos y muertes, composición respecto al sexo, estructura por edades y abundancia numérica. Al no poder tener toda esta información en un mismo lapso de

tiempo, se prefiere basar los estudios en métodos de conteo o estimaciones de poblaciones para la vicuña.

Se entiende como Censo al conteo completo representativo de animales. El objetivo principal para un censo de vicuñas es obtener una expresión cuantitativa de la composición y distribución de la población considerada. Tales cifras, mayormente expresadas en términos de la densidad animal (número de vicuñas por unidad de superficie), facilitan, a quien maneja la fauna silvestre en un área determinada, tomar las decisiones más correctas respecto a la protección y utilización racional de esta especie.

La misión principal de las brigadas o equipos de censo es contar todos los animales ubicados dentro de cada sitio, separándolos en grupos familiares, tropillas de machos solteros e individuos no identificados; además machos territoriales, hembras y crías. Las brigadas deben disponer para su trabajo de una cartografía básica que les permita orientarse en el campo e identificar los límites de cada sitio.

Se distinguen dos clases de censos que podrían aplicarse para evaluar vicuñas: Directos e Indirectos (Hofmann *et al.*, 1983).

**3.4.1. Censos Directos:** en donde el observador toma contacto visual directo con el animal.

- **Censos Localizados:** son los censos directos completos por territorios. Requiere que la especie tenga un comportamiento territorial y que tenga una distancia de fuga inferior a la distancia de su visibilidad. Este tipo de censo, no era el más recomendado debido a que en el momento en que se estaba dando todo el impulso al manejo de la vicuña, había muchas áreas despobladas.
- **Censo Temporal:** para este tipo de censo, la dimensión del área debe estar reducida en un punto fijo y se debe contar todos los animales que pasen por ese sitio durante un tiempo determinado. No se pudo aplicar a la vicuña por ser una especie migratoria.
- **Censo por Muestreo:** para este censo, la región debe estar poblada en su totalidad hasta su límite natural y las áreas de muestreo deben ser escogidas representativamente. Así mismo, se puede utilizar el método llamado King's Strip Census o censo por fajas.

- Censo Nocturno: este tipo de censo no es aconsejable, ya que origina disturbios entre la población de vicuñas, muchos animales huyen y no pueden ser contados y el terreno en sí es muy difícil para recorrerse durante la noche. Así mismo, el frío es intenso durante las noches y las vicuñas se retiran a las colinas de los alrededores. Los conteos repetidos o la falta de los mismos, serían inevitables. Otra desventaja es que se requiere usar faros muy potentes que utilizan baterías que pesan mucho y solo duran de tres a cuatro horas, para después volver a cargarlas durante seis a ocho horas o renovar las baterías, lo que incrementaría el peso de la carga durante la noche al llevar baterías adicionales.
- Censos Directos y Completos por conteo individual.
- Censos Directos Aéreos

**3.4.2. Censos Indirectos:** en donde se cuentan las manifestaciones de la actividad del animal a evaluar, pero se debe poder descontar las excesivamente viejas. Para esto se tiene que contar con un método que permita calcular la edad de las manifestaciones. Se buscó aplicar este censo enfocado en:

- Estercoleros: muy laborioso.
- Gritos: resultados negativos, al ser emitidos solo en caso de alarma y peligro.
- Huellas: resultados negativos por la dureza y presencia de piedras en el hábitat.
- Restos de lana: no guardaban ninguna relación con el número de individuos.

Existe gran variedad de censos debido a que evaluar poblaciones de animales silvestres siempre es difícil. La mayoría de los problemas metodológicos de un censo se origina del hecho, que las vicuñas no se distribuyen de manera homogénea sobre el área disponible. En el caso contrario, bastaría escoger cualquier sitio, conveniente y cómodo y determinar su densidad animal, que a la vez sería la densidad general (Hofmann *et al.*, 1983).

### **3.5. Manejo de la vicuña en el Perú**

Durante el incanato existía en Perú gran número de vicuñas eficientemente manejadas por los incas por el sistema de *chaku* o rodeo. Existía pena de muerte por la caza ilegal y el *chaku* se realizaba por orden real cada tres o cuatro años. La carne de las vicuñas matadas se repartía entre los pobladores para hacer *charqui* y la fibra era destinada al Inca y a la nobleza. A la llegada de los españoles existían dos millones de vicuñas en Perú y se inició el camino que casi llevó a la extinción de la especie (Lichtenstein *et al.*, 2002).

#### **3.5.1. Proyecto Piloto**

En el año 1964 quedaban en Perú entre 5,000 y 10,000 vicuñas debido a la caza por su valiosa fibra y a la competencia con el ganado doméstico (Grimwood, 1968). Ese año comenzó el Proyecto de cooperación belga con el Ministerio de Agricultura (Lichtenstein *et al.*, 2002).

Durante el año 1965 se desarrolló el proyecto piloto en Pampa Galeras y áreas aledañas cuando la población de vicuñas en el Perú atravesaba una gran baja.

#### **3.5.2. Proyecto Especial de Utilización Racional de la Vicuña (PEURV)**

A partir de los años 1967 a 1980, se desarrolló el Proyecto Especial de Utilización Racional de la Vicuña (PEURV), financiado por la Cooperación Alemana al Desarrollo (GTZ), realizándose trabajos de conservación de la vicuña aplicando métodos y tipos de censo para estimar la población. Se practicaron los siguientes tipos de censo:

- Censo Localizados
- Censo Temporal
- Censo Representativo
- Censo por Muestreo

Así mismo, también se aplicaron una serie de técnicas conocidas, como el censo directo y en algunos casos los censos indirectos. Estas técnicas se usan hasta la actualidad, pero mejoradas con el uso de imágenes satelitales (Injante, 2008).

En 1977 y 1978 se decidió hacer saca (extracción) de machos para controlar la crisis de la población ya que se esperaba que ésta siguiera disminuyendo. La saca llevó a

enconados debates públicos entre el Sr. Felipe Benavides, un influyente conservacionista a ultranza, y el Dr. Antonio Brack, quien era director del PEURV. El debate llevó a la participación de expertos internacionales de UICN, WWF y la Universidad de Cambridge para realizar censos. Finalmente fue apoyada la saca y se mataron 1,484 machos y se llevaron 121 vicuñas a Huancavelica y 40 a Arequipa. El proyecto de la GTZ terminó en 1981 (Lichtenstein *et al.*, 2002).

### **3.5.3. Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos (CONACS)**

En 1992 se creó el CONACS como organismo público descentralizado del sector Agricultura, encargado de promover, asesorar y supervisar el desarrollo, conservación, manejo, mejoramiento y aprovechamiento a nivel nacional de todas las especies que conformaban los Camélidos Sudamericanos y sus híbridos (DS N°026-92-AG).

A partir del año 1994, se empieza con los censos nacionales de vicuñas cubriendo un área mayor a todos los censos realizados años anteriores. En base al censo de 1994, se realizaron los censos posteriores. Este mismo año, las vicuñas de todo el Perú pasaron al Apéndice II de CITES, permitiendo así que todas las comunidades campesinas registradas, poseedoras de vicuñas puedan comercializar su fibra.

En 1995, el Gobierno le otorgó la propiedad de hatos de vicuña a las comunidades campesinas asegurando más beneficios a su favor, y se establecieron severas penas a la caza furtiva para garantizar la preservación de esta especie (Lichtenstein *et al.*, 2002).

### **3.5.4. Absorción del CONACS y entidad responsable actualmente**

En 2007, las direcciones y unidades del CONACS encargadas de normar el desarrollo, conservación, manejo, mejoramiento y aprovechamiento a nivel nacional de todas las especies que conforman los camélidos sudamericanos, se fusionan en la Dirección General de Promoción Agraria del MINAG. Así mismo, las direcciones y unidades del CONACS encargadas de coordinar, concertar y supervisar las actividades y procedimientos relacionados a los procesos de conservación, producción, comercialización interna y externa de camélidos sudamericanos, tanto de animales vivos como de fibra y otros productos; así como las encargadas de conducir la capacitación y transferencia de tecnología para el desarrollo de la conservación, el manejo y

aprovechamiento de los camélidos sudamericanos, se fusiona con el Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA (DS N°012-2007-AG).

En 2008, se aprueba la fusión del INRENA en el MINAG, siendo este último el ente absorbente. Así mismo, se establece como funciones de la Dirección de Gestión de la Dirección Forestal y de Fauna Silvestre (DGFFS), entre otras, asesorar, concertar y supervisar las actividades y procedimientos relacionados a la conservación y aprovechamiento sostenible de los camélidos sudamericanos silvestres entre ellos la vicuña (RM N°0343-2012-AG).

### **3.6. Censos nacionales en Perú a partir de 1994**

En el Perú se han realizado cuatro censos nacionales oficiales abarcando todo el territorio nacional (1994, 1997, 2000 y 2012), usando la metodología del conteo directo y completo. De acuerdo al MINAG-DGFFS (2012) se realizaron de la siguiente manera:

El censo de 1994 fue realizado por el MINAG, a través del INRENA, bajo la supervisión internacional del Grupo de Especialistas en Camélidos Sudamericanos de la UICN.

En el censo de 1997, el MINAG autorizó a través de una resolución ministerial al CONACS y a la Sociedad Nacional de la Vicuña en el Perú para realizar el censo, bajo la supervisión de la Convención CITES y el Convenio para la Conservación y Manejo de la Vicuña, en representación de organismos no gubernamentales.

El censo del año 2000 lo realizó el CONACS autorizado por una resolución ministerial. La evaluación se realizó con los Comités Comunales de Manejo de Vicuñas. El INRENA en su condición de Autoridad Administrativa y Científica CITES Perú hizo la supervisión, solicitando representantes de la Convención CITES y del Convenio para la Conservación y Manejo de la Vicuña y de la UICN.

Para el censo del 2012, el MINAG a través de una Resolución Ministerial, autoriza a la DGFFS a realizar el censo nacional de vicuñas, con el apoyo de los 16 gobiernos regionales en cuyas áreas se realizaría el censo (RM N°0343-2012-AG).

### **3.7. Metodologías para el desarrollo del censo de vicuñas**

#### ***3.7.1. Evaluación por micro cuencas***

El conteo directo, con las microcuencas como unidad muestral, ha sido empleado en el Perú desde 1965, para determinar el tamaño de la población de vicuñas. En 1977, este método era el más aconsejable y exacto bajo las condiciones ofrecidas por las vicuñas y su hábitat, haciendo además la salvedad, que era el más recomendable para la disponibilidad tecnológica en esos años.

El método era sencillo, se identificaba y delimitaba la microcuenca. El equipo evaluador entonces se desplazaba por la parte baja de la microcuenca (definida generalmente por una quebrada), contando a todos los individuos que se observaba dentro de ella (MINAG, 2012a).

**Figura N°1.** Representación de la evaluación por micro cuencas (no está a escala).



Fuente: MINAG, 2012a.

Debido a que el tamaño (largo y ancho) de la microcuenca, era altamente variable de una a otra microcuenca, resultaba difícil estimar el tiempo que el equipo evaluador requeriría para llevar a cabo su evaluación, lo que complicaba los procesos logísticos para este tipo de Censo basado en muestreo.



De acuerdo al informe de Norton y Torres (1980), las zonas de evaluación deberían coincidir con los límites de las zonas de alimentación para cada grupo de vicuñas, los cuales se situaban en pendientes, laderas y tierras bajas y solían estar limitadas por líneas de drenaje y caminos.

### **3.7.2. Evaluación por transectos (fajas)**

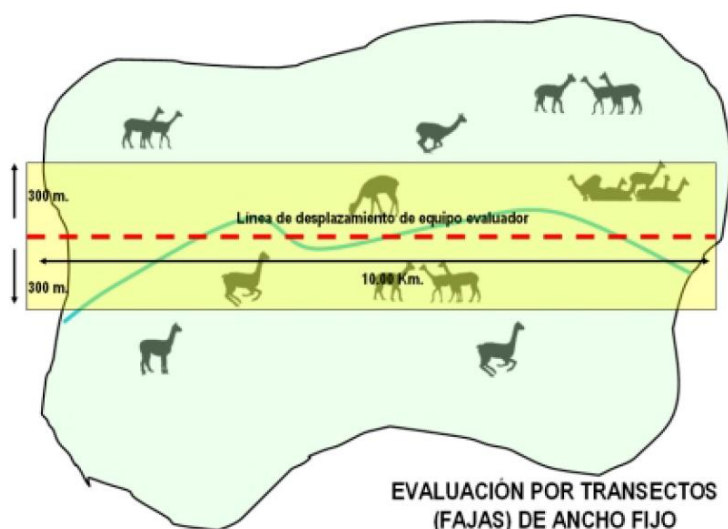
Para el caso de la vicuña, se describen dos métodos: transectos de ancho fijo y transectos de ancho variable o “fajas King”. Ambas recomendadas para evaluaciones de poblaciones en praderas altoandinas como las que ocupan las vicuñas (MINAG, 2012a). El método de conteos en transectos lineales, ha sido ampliamente utilizado para estimar la densidad de animales silvestres, desde aves, primates y varios ungulados, tanto en ambientes mediterráneos y desérticos, como tropicales. Este método ha sido útil para especies similares a la vicuña en tamaño y tipos de hábitat, como las gacelas mongolianas y más recientemente ha sido utilizado para estimar densidad de vicuñas en Argentina (Gallardo *et al.*, 2010).

#### **3.7.2.1. Evaluación por transectos (fajas) de ancho fijo.**

Los transectos o fajas de ancho fijo, son considerados por muchos investigadores de fauna silvestre como el método más simple (y en consecuencia con menos fuentes de sesgo), para el cálculo de densidad y es bastante utilizado para el estudio de mamíferos.

Consiste en recorrer un transecto (faja) observando y anotando todos los individuos observados, hacia ambos lados del transecto o faja. De este modo el observador avanza a lo largo del transecto, contando sólo a los animales que observe dentro de la faja de ancho fijo. Cualquier otro individuo observado fuera del ancho fijo estimado para el transecto, queda fuera del conteo (MINAG, 2012a).

**Figura N°2.** Representación de la evaluación por transectos (fajas) de ancho fijo (no está a escala)



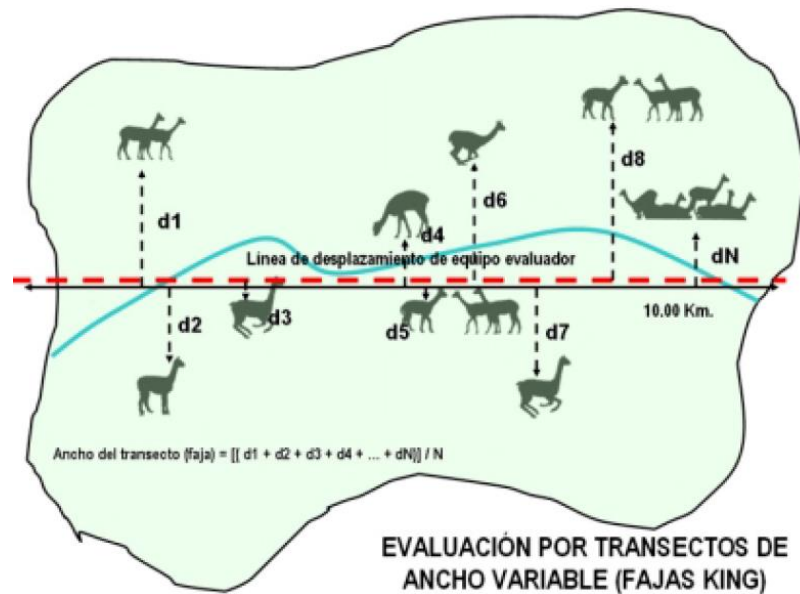
Fuente: MINAG, 2012a.

### 3.7.2.2. *Evaluación por transectos de ancho variable (fajas King)*

Es el método más preciso para la determinación de densidad de grandes mamíferos. A diferencia del ancho fijo, este método no utiliza un ancho de transecto o faja establecido, por el contrario el observador debe anotar todos los avistamientos a lo largo de su recorrido en el transecto.

Este método se basa en la probabilidad de observación de los animales. El observador tendrá más probabilidad de detectar los animales cerca del mismo transecto y menos probabilidad lejos del transecto. La visibilidad será del 100% sobre la trocha (todos los animales son observados) y conforme se aleje de la línea del transecto (trocha) la visibilidad disminuye hasta llegar a 0% de visibilidad, donde ningún animal será observado, debido a la distancia y la vegetación. Además de contar el número de animales vistos, es necesario determinar la distancia perpendicular desde el transecto hasta el animal. En caso de ser una especie gregaria (que anda en grupos), se toma la distancia perpendicular del primer animal observado y el número de individuos del grupo (MINAG, 2012a).

**Figura N°3.** Representación de la evaluación por transectos de ancho variable o fajas King (no está a escala)



Fuente: MINAG, 2012a.

A esta metodología, también se le conoce como “Fajas DISTANCE”, pues en los últimos años, el procesamiento de esta información se ha venido elaborando a través del programa DISTANCE©5 (MINAG, 2012a).

Esta característica, representan una fortaleza adicional ya que facilita el procesamiento final de los resultados por medio de este software (de distribución gratuita), ampliamente empleado por científicos a nivel mundial, permitiendo así reducir los tiempos necesarios para el procesamiento de la información. Para el programa DISTANCE, Painter *et al.* (1999) mencionan que el mínimo de encuentros por cada especie debería ser 40, y sugieren de 60 a 80 para obtener una estimación fiable. Sin embargo, mencionan que se podría usar DISTANCE con menos encuentros, usando el límite de confianza de las estimaciones mucho más alto.

### **3.8. Censo directo y completo por conteo individual**

Según Hofmann y Otte, 1977, para la realización de este tipo de censo, se deben conocer las características de la especie, en este caso de la vicuña, tales como:

- Dimorfismo sexual
- Edad y organización social
- Actividades diarias de las vicuñas
- Posibles confusiones con otros animales silvestres

Con la realización de los censos, además de sacar datos cuantitativos, también se puede obtener más información, como alteraciones en el comportamiento de las vicuñas, los cuales se llevarán a análisis posterior para poder determinar las posibles causas. Así mismo, se puede anotar los rastros que se observan de la presencia de vicuñas y de los cadáveres en caso se encontrara alguno, pero únicamente para poder determinar conclusiones cualitativas.

#### ***3.8.1. Equipos y materiales de campo***

De acuerdo a Injante (2008), es muy importante que se cuente con los requerimientos necesarios para poder realizar un buen trabajo.

- Largavistas: de 6x30 y 8x30, especiales por su tamaño y peso reducidos. Usar un forro de caucho es mucho mejor para asegurar una mayor protección al equipo. Una vez calibrada la visión, no es recomendable volver a manipular el equipo. Se debe tener en cuenta que los largavistas solo se usan para identificar un objeto y no para buscarlo.
- Útiles de escritorio: formatos impresos, tableros, lápices.
- Cartas Nacionales: para ubicar las áreas a evaluar y poder programar el mejor recorrido de evaluación.
- Brújulas: para ubicación.
- GPS: para ubicación, marcado de coordenadas de los lugares de evaluación, inicio y fin de los recorridos, marcado de lugares que se deban resaltar.
- Contómetro: para evitar errores durante el conteo y registro.

- Vestuario: botines, vestuario cómodo que facilite la movilización como chompas delgadas en varias capas y pantalones de corte amplio, lentes de sol, sombreros o gorras, mochila.
- Radios handys o *walky-talkys*: para la comunicación entre brigadas y evitar el posible doble conteo de animales.

### ***3.8.2. Época del Censo directo y completo por conteo individual***

Puede realizarse entre los meses de junio a setiembre para evitar tener dificultad en la diferenciación de edades entre individuos. Debería ser imprescindible que los censos anuales se realicen durante la misma época o mejor aún, durante el mismo mes de evaluación (Hofmann y Otte, 1977).

### ***3.8.3. Trabajo durante la realización del Censo***

El trabajo se realiza durante todo el día desde las 7:00 am hasta el atardecer, con un descanso al medio día.

Se deben hacer croquis de las zonas en las que se censará, así como la parcelación de las mismas, programando todo un recorrido que asegure un buen ritmo de trabajo con una velocidad aceptable (ni muy lenta ni muy rápida, evitando que canse en demasía a los evaluadores). La parcelación debe dar como resultado áreas más pequeñas de lo que una persona puede recorrer en un día y con límites bien definidos como carreteras, valles, caminos de herradura, etc.

El registro de resultados de campo debe ser claro para todos, bajo un mismo sistema conciso de anotación. Deben registrarse todas las vicuñas censadas, así como la observación de cadáveres y otros rastros de la especie encontrados durante los recorridos (Injante, 2008).

## **3.9. Censo aéreo en Perú**

El muestreo aéreo es ampliamente utilizado para poblaciones animales que se desplazan o desarrollan en terrenos con escasa cobertura, como es el caso de las praderas

norteamericanas y las praderas y sabanas africanas. Ha sido utilizado también con vicuñas.

En casi todos estos casos el conteo lo realizan observadores (uno a cada lado del avión), mientras el piloto mantiene el rumbo y la altitud deseada, generalmente baja, para una buena visibilidad de conteo. Estos dos últimos parámetros son difíciles de mantener en las condiciones de la pradera altoandina. Sin embargo, la tecnología de instrumentos para el vuelo como las cámaras de video de alta definición ha desarrollado muchísimo en los últimos años (MINAG, 2012a).

Este tipo de censo se practicó en el año 1979, se realizó en las inmediaciones de la RNPGBA, y se tuvo consideraciones importantes como la metodología por transecto lineal, el área a censar, la velocidad del vuelo y altura de la aeronave con el suelo y se requirió de mucha práctica para que el piloto y el observador se comprendan. Dentro de las consideraciones más importantes, se tienen las características técnicas del avión a utilizar. Para bajar los altos costos se utilizó la metodología por *Strip Census* o Censo por Muestreo. Este tipo de censo tuvo resultados poco aproximados y no reflejó alta precisión, no se realizaron repeticiones y fue solo una experiencia histórica (Injante, 2008).

En el informe de la WWF/IUCN realizado por Norton y Torres (1980), se comparan los resultados del censo aéreo de Eltringham con los resultados del censo de 1979 (censo directo), obteniéndose que solo el 25% de los animales fue registrado. Analizando a más detalle la información, se obtuvo que el error era generado en gran parte por la falta de visualización de grupos completos de animales que por contar menos animales dentro de los grupos que se lograban ver. Sólo el 33% de los grupos familiares fue registrado. Así mismo, la proporción de vicuñas hembras con crías fue de 11.6% inferior a la proporción de hembras con crías registrada en el censo general anterior (setiembre/octubre) a este conteo aéreo, que fue de 31.7%. En base a esto, se infirió que en el conteo aéreo de Eltringham, hizo falta visualizar un número significativo de animales jóvenes. Debido a este gran margen de error se realizaron dos vuelos de verificación para averiguar si era posible reducir las fuentes de error del censo aéreo.

**Cuadro N°3.** Características de los censos aéreos realizados en Perú

Responsable(s) del conteo	Año de ejecución	Modelo de aeroplano usado	Velocidad prom (kph)	Altura promedio de vuelo (m)	Ancho de las fajas observadas en total (m)	N° de observadores
Eltringham	1979	Twin Otter	240	152.4	558	1
Norton-G, M. y Torres, H. (vuelo de prueba)	1980	Cessna 206 equipado con un turbo alimentador STOL	200	152.4	500	2
Norton-G, M. y Torres, H. (vuelo de prueba)	1980	Cessna 206 equipado con un turbo alimentador STOL	200	60.96	200	2

Fuente: Elaboración propia.

En el vuelo de prueba a mayor altura, el error que se obtuvo fue aún mayor, pues faltó registrar más grupos de animales. Sin embargo, a 60.96 m de altura de vuelo, el error fue mucho menor, y únicamente entre el 10% y 15% de los grupos de animales no fueron registrados (Norton y Torres, 1980). En este mismo documento se concluye que realizar un segundo conteo aéreo en la Reserva, no es necesario por las siguientes razones:

**Cuadro N°4.** Razones para no realizar censos aéreos (según Norton y Torres, 1980)

<b>Razones que justifican no realizar más censos aéreos</b>
El área es ideal para conteos en tierra.
El Censo General está bien organizado.
Poco margen de error.
Costoso, pues debe traerse expertos de otros países para capacitar al personal (pilotos y observadores).
Una serie de costosos vuelos de prueba deberían realizarse para estandarizar el margen de error que se podría tener.
Se deberían comprar equipos costosos, pues localmente no se cuenta con lo necesario.
Las correcciones que se podrían obtener, tendrían que ser comparadas con los conteos en tierra, obteniéndose los mismos resultados, por lo que se haría doble trabajo para generar la misma información.

Fuente: Elaboración propia.

### **3.10. Censos muestrales**

De acuerdo a la DGFFS, MINAG (2012b), para la aplicación de los métodos anteriormente descritos, en áreas que corresponden a toda una región o al país en su conjunto, es posible recurrir al uso del muestreo y de personal experimentado de modo que el tiempo de la evaluación poblacional sea suficientemente breve como para que la población se comporte como una población cerrada; es decir, no se vea afectada por procesos de natalidad y mortandad.

Los detalles de una evaluación poblacional se hacen por muestreos y se refieren básicamente al modo en el que se seleccionan las unidades muestrales que serán incluidas en el conteo. Cuando todas las unidades muestrales tienen la misma probabilidad de ser seleccionadas se habla de un muestreo aleatorio simple. Cuando se subdivide el universo muestral en subunidades homogéneas, éstas toman la condición de estratos y el diseño se convierte entonces en muestreo estratificado. En ambos casos, el número total de unidades muestrales incluidas en el conteo constituye el tamaño de muestra.

Hofmann *et al.* (1983), mencionan que la estratificación es un método muy útil para reducir el sesgo del censo; sin embargo, para ello, se requiere de información básica y de cierta experiencia en trabajos de censo para que resulte positivo. Mediante el muestreo se subdivide la población total en un número determinado de subpoblaciones, de las cuales se escogen al azar cierto porcentaje para el censo, presumiendo su carácter representativo para el total. Se debe tener en cuenta, que en estas áreas muestreadas se ejecutará un censo completo, por lo cual, todos los requisitos para éste deben ser satisfechos, para cada una de las muestras. Más aún, cualquier negligencia se multiplicará sobre el total.

Recalcan que, durante cualquier censo, se originan sesgos por el hecho que los animales silvestres no se distribuyen uniformemente sobre el área de su hábitat. Por otro lado, uno de los requisitos para la aplicación de un censo por muestreo abarca justamente esta condición de uniformidad. Para minimizar los errores debidos al citado hecho, se divide al área total en una serie de subregiones o estratos. Es decir, el principio de la estratificación consiste en la creación de sub-áreas de censo, en las cuales la densidad animal es aproximadamente igual. Pero también se deben tomar en cuenta las diferentes formaciones ecológicas presentes.



Una vez cumplida la estratificación, el problema siguiente consiste en la adjudicación adecuada de los esfuerzos de conteo dirigidos a cada uno de los estratos. En la fórmula correspondiente se involucra la densidad animal, principalmente, y en segundo lugar la superficie del respectivo estrato. De tal manera se obtienen algunas pautas para la realización del censo, las que se ajustan mejor a la realidad.

### ***3.10.1. Estratificación con afijación proporcional y con afijación óptima***

Se refiere al modo en que se distribuyen las unidades muestrales entre los diferentes estratos cuando el diseño que se emplea es el Muestreo Estratificado. En el caso de la afijación proporcional, la fracción del tamaño de muestra que le toca a cada estrato es proporcional al tamaño de cada estrato. En el caso de la afijación óptima, el tamaño de muestra que le toca a cada estrato es proporcional tanto al tamaño como a la varianza de cada estrato. Esta última afijación es la que suele dar mayor precisión (DGFFS, MINAG, 2012b).

### ***3.10.2. Muestreo por conglomerados***

Cuando la población se encuentra dividida, de manera natural, en grupos que se supone que contienen toda la variabilidad de la población; es decir, la representan fielmente respecto a la característica a elegir, pueden seleccionarse solo algunos de estos grupos o conglomerados para la realización del estudio (DGFFS, MINAG, 2012b).

## **IV. COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS PARA CENSO DE VICUÑAS EN PERÚ**

### **4.1. Comparación de metodologías**

En base a los tres censos (censo directo completo nacional, censo aéreo y censo muestral) descritos anteriormente, se presenta una comparación en relación a los siguientes aspectos:

#### **4.1.1. Tiempo de ejecución**

##### ***Censo directo y completo nacional***

Las áreas de evaluación abarcan grandes extensiones, por lo que los recorridos dentro de cada área toman más tiempo en comparación a los otros métodos.

##### ***Censo muestral***

Al ser, como su mismo nombre lo dice, muestral, de toda el área o áreas de estudio se escogen solo muestras representativas, lo que disminuye en sí el área o áreas a evaluar en campo. El tiempo de evaluación es menor si se compara con el censo nacional, pues en este caso, solo se evalúan muestras representativas y no toda el área que se registra actualmente (más de seis millones de hectáreas).

##### ***Censo aéreo***

Si bien este tipo de censo no tuvo buenos resultados, se puede considerar como una opción a desarrollar y mejorar. Toma menos tiempo durante la evaluación en campo, ya que por el mismo vehículo que se utiliza, se recorre mucha mayor cantidad de hectáreas en un tiempo reducido.

#### **4.1.2. Precisión de los resultados**

##### ***Censo directo y completo nacional***

Los resultados que se obtienen en base a este tipo de censo, son los más precisos que se pueden obtener hasta el día de hoy. Al evaluarse todas las áreas posibles de encontrar vicuñas, se reduce al mínimo el porcentaje de omisiones. Además, los

resultados de por sí ya muestran las poblaciones locales, haciendo falta análisis estadísticos sencillos para generar toda la base de datos.

Las áreas que se registran en cada censo nacional, son las mismas, de modo que los resultados pueden ser comprobables estadísticamente y sirven para estimar datos poblaciones.

### ***Censo muestral***

Los resultados que se obtienen de este tipo de censos, deben pasar por análisis estadísticos para poder calcular la población total del área de estudio. Se debe tener en cuenta que el número y tamaño de las muestras está relacionado con los límites de confianza que se desean obtener con la evaluación. Generalmente, a mayor tamaño de las muestras, menor amplitud entre los límites de confianza y mayor precisión.

A pesar de que estadísticamente, los resultados de este tipo de censos, pueden ser precisos, si no se cuentan con datos anteriores que corroboren esto, los resultados deben compararse con un censo directo completo de la misma área a fin de poder determinar la precisión del método.

### ***Censo aéreo***

Los resultados que se obtuvieron con las pruebas que se hicieron con este tipo de censo, fueron poco precisos, con gran rango de error. Hubo errores por no ver grupos enteros de viciñas y por no poder distinguir entre individuos de una misma familia. Sin embargo, no se puede decir que este tipo de censo no pueda llegar a ser preciso. Hace falta realizar mayores pruebas, con personal capacitado, para verificar si estos márgenes de errores pueden bajar.

Los resultados del censo aéreo realizado, se compararon con los datos del censo completo que se tenía para el área en estudio de ese mismo año. Razón por la cual, se puede afirmar que, al igual que para el censo muestral, es necesario contar con una base de datos actual con la cual poder comparar los resultados y determinar el grado de error y precisión de la evaluación.

#### **4.1.3. Costos de realización**

##### ***Censo directo y completo nacional***

Al tener que evaluarse áreas a nivel nacional, el costo de planeamiento, operación y análisis de resultados se encarece. El personal que se necesita para poder llevarlo a cabo es grande, tanto desde el personal administrativo, como el personal evaluador de campo así como todos los apoyos locales que se requieren.

Así mismo, todos los equipos y materiales también elevan los costos, pues se necesita mayor cantidad en relación a otros tipos de censos. Los costos por movilidad también son mayores.

##### ***Censo muestral***

Dependiendo de las unidades muestrales a evaluar, los costos pueden variar. Sin embargo, este tipo de censo es menos costoso que el censo completo nacional y el censo aéreo.

La cantidad de personal es menor, así como todos los equipos y materiales. El costo por la movilización del personal y la estadía en campo es menor.

##### ***Censo aéreo***

Los costos son mayores que en los censos completos nacionales y los censos muestrales, debido a que se debe utilizar un avión y personal altamente especializado; además del costo por combustible y las pruebas que deben desarrollarse antes de realizar el censo en sí.

#### **4.1.4. Personal requerido**

##### ***Censo directo y completo nacional***

Necesita de gran número de personas para poder realizarlo:

- Personal administrativo que elabore toda la programación del censo en coordinación con el personal técnico, tanto de la oficina sede central del censo, como de las oficinas en cada una de las Regiones donde se desarrollan las evaluaciones.
- Personal para realizar el censo en campo.

- Personal de apoyo, como guías locales.
- Personal que se encargue de toda la parte estadística una vez se vayan obteniendo los datos de la evaluación en campo (podría ser el personal que hizo las programaciones del censo).
- Todo el personal y servicios extra que servirán de apoyo durante las movilizaciones del personal de campo.

### *Censo muestral*

El número de personal es menor al que se necesita para el censo nacional. En este caso, se necesita:

- Personal que diseñe el censo, en base al área total y el número de muestras que se evaluarán; y que además, procese toda la información obtenida en campo.
- Personal de campo que realice las evaluaciones. Los cuales pueden ser también los que diseñen y procesen toda la información. Depende de las extensiones a cubrir.
- Personal de apoyo, como guías locales.
- Personal y servicios extra que servirán de apoyo durante las movilizaciones del personal de campo.

El tiempo en el que se necesita al personal involucrado en la fase de campo es menor al tiempo requerido para el censo nacional.

### *Censo aéreo*

El personal que se requiere para este tipo de censo es altamente especializado y reducido. Solo se necesitan:

- Personal que diseñe el censo y procese los datos obtenidos en campo.
- Piloto de avión.
- Personal observador y contador para la evaluación en sí.

Se debe tener claro que solo alguien muy experimentado en este tipo de censos puede realizar esta labor, ya que si no se cuenta con los conocimientos suficientes, el margen de error de los resultados puede ser considerablemente mayor al que ya de por sí puede estar sujeto este censo.

#### **4.1.5. Áreas que pueden ser evaluadas**

##### ***Censo directo y completo nacional***

Todas las áreas que sean potenciales para encontrar vicuñas y sean accesibles por el personal evaluador en campo. Se excluyen todas las áreas con glaciares, lagunas, centros poblados y cultivos agrícolas, en donde no se espera encontrar vicuñas.

##### ***Censo muestral***

Todas las áreas que sean potenciales para encontrar vicuñas y sean accesibles por el personal evaluador en campo. Se excluyen todas las áreas con glaciares, lagunas, centros poblados y cultivos agrícolas, en donde no se espera encontrar vicuñas.

Así mismo, se debe tener en cuenta que el área de estudio debe estar ocupada hasta sus límites naturales por vicuñas y que las muestras a elegir deben ser representativas.

##### ***Censo aéreo***

Deben ser áreas con pistas de aterrizaje relativamente cercanas, abiertas, que faciliten el vuelo del avión a una altura determinada tanto para lograr una buena visibilidad como para asegurar la integridad del piloto y observador. Por lo tanto, áreas muy encañonadas no podrían ser evaluadas usando este tipo de censo.

Así mismo, se debe tener una buena visibilidad, no solo referida a la altura de vuelo; si no, también a la neblina que pudiera haber en el área de evaluación.

#### **4.1.6. Diferenciación social que se logra**

##### ***Censo directo y completo nacional***

La distancia que se tiene entre el observador y el animal permite la diferenciación en sexo, edades y organización social más precisa en comparación con los otros tipos de censos. Así mismo, los resultados que se obtienen durante la evaluación, son directos y no es necesario estimar después.

Se logra gran detalle con este tipo de censo y se pueden registrar diversos datos adicionales tales como rastros indirectos de la presencia de vicuñas y otros animales, el estado de los pastizales, actividades ganaderas, etc.

### *Censo muestral*

La distancia que se tiene entre el observador y el animal permite la diferenciación en sexo, edades y organización social. Sin embargo, los resultados que se obtienen durante la evaluación, deben pasar por un proceso de estimación estadística para poder calcular las poblaciones totales y diferenciadas. Dependiendo de dónde se ubiquen las muestras, los datos adicionales que se pueden registrar varían. Los resultados no son tan detallados como lo son en el censo nacional.

### *Censo aéreo*

Se necesita de gran experiencia y habilidad para poder diferenciar el sexo, las edades y la organización social durante los vuelos de evaluación. Sin embargo, se podría tener una idea general del estado de las áreas sobrevoladas, pues se tiene un panorama total. El detalle de los registros es menor al del censo muestral y censo nacional.

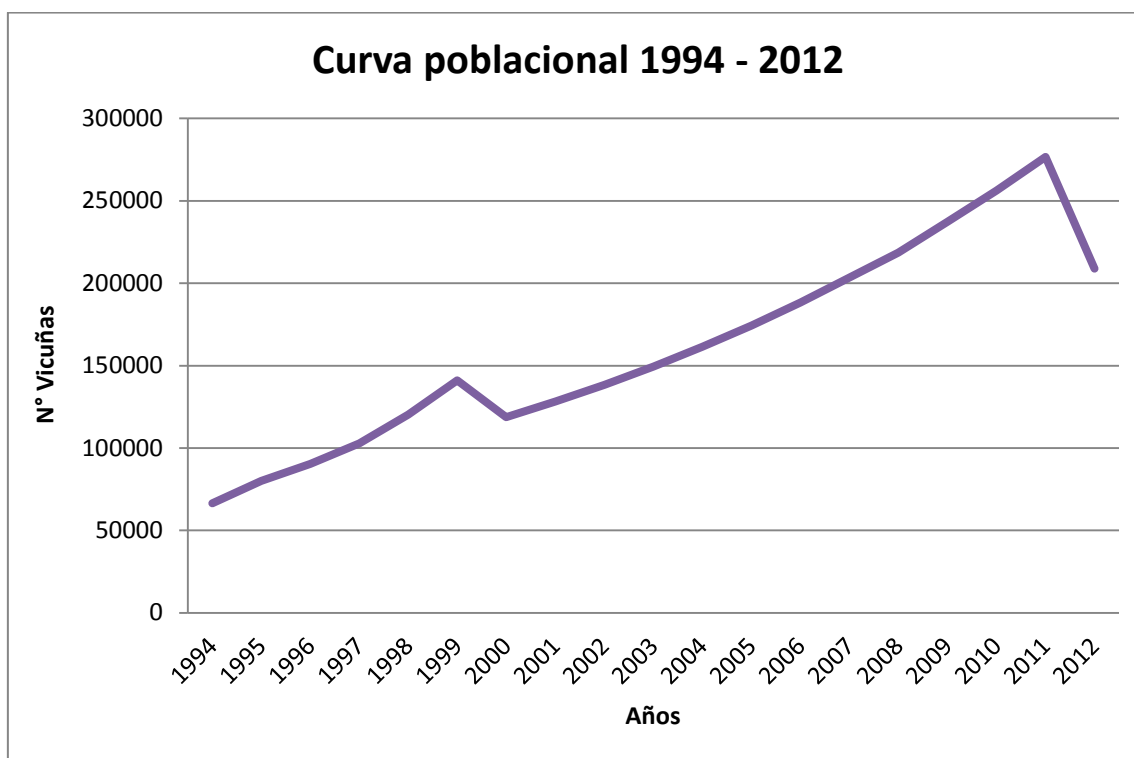
## **4.2. Comparación entre censos nacionales y parciales**

Para poder desarrollar esta comparación, se usaron los datos poblacionales de vicuñas de los censos parciales desde 1980 hasta 1993, así como los datos de los censos nacionales a partir de 1994.

### ***4.2.1. Curva de crecimiento poblacional***

Los datos poblacionales que se usaron pertenecen al INEI 2015. Las poblaciones con las que se construyó la curva poblacional fueron las pertenecientes a los años 1994 hasta el 2012. Dentro de este rango de datos están incluidos los resultados de los 4 censos nacionales realizados en Perú y todas las estimaciones basadas en estos censos para completar todos los años en los que no hubo censos nacionales.

**Figura N°4.** Curva poblacional de vicuñas a nivel nacional



Fuente: Cálculos en base a los datos de INEI, 2015.

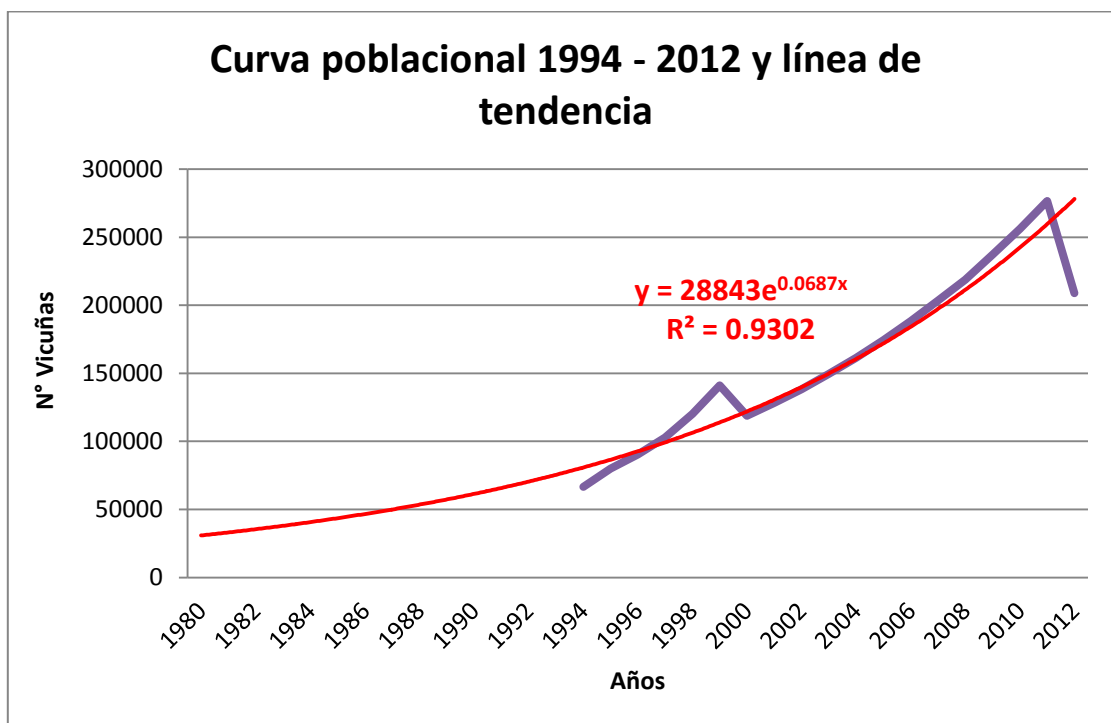
#### **4.2.2. Línea de tendencia exponencial**

Una vez hecha la curva de crecimiento poblacional (utilizando únicamente los datos de los censos nacionales y sus estimaciones), se pudo ver la línea de tendencia y de acuerdo al valor de  $R^2$ , el que más se acercaba a uno (1) fue el  $R^2$  perteneciente a la línea de tendencia exponencial.

Como lo que se buscaba era analizar los datos de las poblaciones pasadas a 1994, se prolongó la línea de tendencia hasta el año 1980 para poder obtener la ecuación de toda la línea de tendencia exponencial desde 1980 hasta 2012.



**Figura N°5.** Curva poblacional de 1994 hasta 2012 con la línea de tendencia proyectada desde 1980



Fuente: Cálculos en base a los datos de INEI, 2015.

Con el dato de la fórmula de la línea de tendencia exponencial, se pudo calcular los valores correspondientes a los años anteriores al Censo Nacional de 1994. La fórmula con la que se calculó estos datos fue la siguiente:

$$Y = 28849e^{0.0687X} \quad \text{con un } R^2 = 0.9302$$

Usando la ecuación de la línea de tendencia exponencial, se calcularon las poblaciones para los años desde 1993 hasta 1980.

**Cuadro N°5.** Población estimada en base a la fórmula de línea de tendencia exponencial

<b>Año</b>	<b>Población calculada (fórmula línea de tendencia exponencial)</b>
1980	30,901
1981	33,098
1982	35,452
1983	37,973
1984	40,673
1985	43,566
1986	46,664
1987	49,983
1988	53,537
1989	57,344
1990	61,422
1991	65,790
1992	70,469
1993	75,481

Fuente: Elaboración propia en base a los datos del INEI, 2015.

Siendo un modelo exponencial, es de esperar que la curva empiece en valores menores para luego ir en ascenso, por lo que se tuvo que determinar desde qué año sería posible hacer confrontaciones con los datos poblacionales parciales que se tenían como data histórica.

#### **4.2.3. Confrontación de datos numéricos de poblaciones totales**

Se debe señalar que no se pretende comparar ambas datas de información poblacional ya que en los años 1980 a 1993 solo se contaba con delimitaciones y representaciones cartográficas de sitios en forma parcial, lo que limitaba el diseño y aplicación de muestreos y por ende, limitaba la estimación de población nacional a partir de los censos parciales que se ejecutaban (INRENA, 1994).

Teniendo en cuenta que los datos que se tenían de las poblaciones de vicuñas a partir de 1980 hasta 1991 eran datos parciales, además de las diversas causas que pudieron haber influenciado los conteos poblacionales en esos años, se eligieron a los años 1990, 1991, 1992 y 1993 para confrontar sus datos con los resultados calculados en base a la línea de tendencia exponencial obtenida anteriormente.

**Cuadro N°6.** Poblaciones parciales y poblaciones estimadas

Año	Población (datos parciales)	Superficie (ha)	Población calculada (fórmula línea de tendencia exponencial)	Superficie estimada (ha)
1980	61,150	2 449 976	30,901	Mayor a 6.6 millones
1981	69,063	3 146 360	33,098	Mayor a 6.6 millones
1982	25,472	279 915	35,452	Mayor a 6.6 millones
1983	44,516	3 006 032	37,973	Mayor a 6.6 millones
1984	51,252	2 371 393	40,673	Mayor a 6.6 millones
1985	53,310	2 892 914	43,566	Mayor a 6.6 millones
1986	61,224	2 701 601	46,664	Mayor a 6.6 millones
1987	63,223	2 985 757	49,983	Mayor a 6.6 millones
1988	53,979	2 501 222	53,537	Mayor a 6.6 millones
1989	33,173	2 732 074	57,344	Mayor a 6.6 millones
<b>1990</b>	<b>15,412</b>	<b>761 976</b>	<b>61,422</b>	<b>Mayor a 6.6 millones</b>
<b>1991</b>	<b>20,931</b>	<b>920 106</b>	<b>65,790</b>	<b>Mayor a 6.6 millones</b>
<b>1992</b>	<b>26,450</b>	<b>1 078 236</b>	<b>70,469</b>	<b>Mayor a 6.6 millones</b>
<b>1993</b>	<b>31,969</b>	<b>1 236 366</b>	<b>75,481</b>	<b>Mayor a 6.6 millones</b>

Fuente: Elaboración propia en base a los datos del INEI, 2015.

Estos años fueron elegidos porque al revisar la data histórica, había una gran diferencia entre los datos de los años anteriores y áreas censadas en relación con las áreas censadas y poblaciones de los años 1990 a 1993. Estos años coinciden con la poca seguridad y falta de condiciones adecuadas para llevar a cabo los trabajos debido al conflicto armado que se vivía en el país, especialmente en la zona de sierra donde estaban ubicadas las poblaciones de vicuñas.

#### 4.2.4. Diferencia entre datos poblaciones

**Cuadro N°7.** Poblaciones de vicuñas desde 1990 a 1993

Año	N° vicuñas	Área evaluada	Observaciones
1990	15 412	761 976	Censo parcial
1991	20 931	920 106	Censo parcial
1992	26 450	1 078 236	Estimado
1993	31 969	1 236 366	Estimado

Fuente: INEI, 2015.

**Cuadro N°8.** Poblaciones de vicuñas extrapoladas desde 1990 a 1993

<b>Año</b>	<b>N° vicuñas</b>	<b>Área</b>	<b>Observaciones</b>
1990	61 422	Más de 6.6 millones (en base a los 4 Censos Nacionales)	Dato extrapolado
1991	65 790	Más de 6.6 millones (en base a los 4 Censos Nacionales)	Dato extrapolado
1992	70 469	Más de 6.6 millones (en base a los 4 Censos Nacionales)	Dato extrapolado
1993	75 481	Más de 6.6 millones (en base a los 4 Censos Nacionales)	Dato extrapolado

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N°9.** Diferencias entre datos poblaciones parciales y extrapolados

<b>Año</b>	<b>N° vicuñas (datos parciales)</b>	<b>N° vicuñas (datos extrapolados)</b>	<b>Diferencia de individuos</b>	<b>Porcentaje de diferencia (%)</b>
1990	15 412	61 422	46 010	75
1991	20 931	65 790	44 859	68
1992	26 450	70 469	44 019	62
1993	31 969	75 481	43 512	58

Fuente: Elaboración propia

Con el porcentaje de diferencia entre las poblaciones de ambas datas, se puede apreciar que la población de vicuñas para esos 4 años, podría haber sido mayor a la que se pudo contar en aquel entonces.

Las causas que influyeron en la poca cantidad de vicuñas contadas y el área evaluada son diversas, dentro de las cuales, una de las que más sobresale es la situación convulsionada que se vivía en esos años (Lichtenstein *et al.* 2002).

Con estos datos calculados, se tiene una mayor aproximación a las poblaciones nacionales totales de vicuñas que pudo haber en esos años en el país, tomando como supuesto de trabajo el incremento exponencial poblacional de la vicuña. Como se puede apreciar, la tendencia habría sido en aumento si es que no se

hubieran tenido todos los factores que limitaban en ese entonces los censos. Por lo que se puede decir que las poblaciones de vicuñas estaban prosperando gracias a todos los esfuerzos que se hacían para poder protegerlas y recuperarlas a nivel nacional.

Se debe señalar, que tanto en los censos parciales como en los censos nacionales, se utilizó la metodología de censo directo y completo por conteo individual. La variable más heterogénea fue el área evaluada; sin embargo, la duración y la época en las cuales se realizaron estos censos también varió.

## V. CONCLUSIONES

- El censo directo y completo por conteo individual es el tipo de censo de vicuñas que se adecúa mejor al entorno actual del país. A pesar de que este tipo de censo requiere de mayor tiempo y uso de recursos tanto humanos como monetarios a comparación del censo muestral; es importante considerar que la precisión y el grado de detalle que se obtienen en los resultados es alta, ya que se evalúan todas las áreas accesibles al personal y el número de animales evaluados es mayor.
- El censo muestral es el más adecuado en caso se hayan realizado pruebas anteriores en una misma zona, que garanticen la precisión y márgenes de error aceptables.
- El censo muestral es una posibilidad de evaluación a nivel nacional. Hacen falta pruebas para establecer parámetros de ajuste contra los resultados de un censo completo, a fin de poder diseñar una muestra precisa y aplicarlo a todo el país.
- Conforme el número de vicuñas siga en aumento, el costo del censo directo y completo nacional, encarecerá. Razón por la cual, evaluar con mayor énfasis la posibilidad de aplicar censos muestrales a escala nacional se hace más necesario.
- El censo menos adecuado para la realidad del país es el censo aéreo, puesto que no tiene mayores beneficios que el censo completo nacional y el censo muestral.
- Hay una diversidad de metodologías que se probaron en el país, las cuales pueden seguir siendo evaluadas a fin de poder utilizar alguna en el futuro.
- Los censos que se realizan cuando se investiga una tendencia poblacional, deben ser precisos, lo que se asegura con una alta repetitividad; es decir, utilizando la misma metodología, los mismos instrumentos, las mismas áreas, la misma época de evaluación, personal experimentado o instruido adecuadamente y estrechos márgenes de variación para mantener el error lo más constante posible.
- Los resultados de los censos parciales han sido muy sesgados en relación a los datos calculados en base a los censos nacionales, con porcentajes mayores al 50% de diferencia en las poblaciones.
- Las poblaciones de vicuñas a nivel nacional estuvieron en aumento desde 1990 hasta 1993, realidad que no se refleja en los conteos que se realizaron en esos años.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir con las pruebas relacionadas a censos muestrales, pues mientras se tengan mayores datos será posible ajustar más las evaluaciones y tener resultados más precisos. Todo esto con la finalidad de lograr en el futuro, el censo nacional de vicuñas mediante un censo muestral, buscando aminorar los costos en tiempo, personal y equipos.
- Así mismo, se recomienda seguir realizando mayores estudios en relación a los censos aéreos. Si bien, en base a las experiencias pasadas se concluyó que no era favorable seguir probando este tipo de censo, actualmente se cuenta con mayor tecnología que podría hacer factible el uso de vehículos aéreos no tripulados para lograr los fines que se buscaban con el censo aéreo utilizando un avión. Para este caso, no sería necesario un contador durante los sobrevuelos, ya que todo sería fotografiado o filmado. El análisis se haría en gabinete, con software especializado que, mediante agrupación de píxeles, identificarían y contarían a las vicuñas. Se debe tener en cuenta que con esta modalidad podría llegar a tenerse el nivel de detalle de datos que se obtienen actualmente con el censo directo y completo, dependiendo del grado de análisis de cada foto o video. Únicamente la investigación utilizando esta nueva modalidad podría determinar si es útil y adecuada para la realidad de las vicuñas en el país.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MINAG (Ministerio de Agricultura). 1992. Decreto Supremo N°026. Perú.
- MINAG (Ministerio de Agricultura). 2007. Decreto Supremo N°012. Perú.
- MINAG (Ministerio de Agricultura). 2012. Resolución Ministerial N°0343. Perú.
- DGFFS (Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre), MINAG (Ministerio de Agricultura). 2012a. Plan de Evaluación para determinar el Censo Poblacional de Vicuñas (*Vicugna vicugna*) a nivel nacional 2012. Lima, Perú. 44p.
- DGFFS (Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre), MINAG (Ministerio de Agricultura). 2012b. Guía Metodológica de la Evaluación del Estado Poblacional de Vicuñas (*Vicugna vicugna*). Lima, Perú. 30p.
- DGFFS (Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre), MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2014. Censo Poblacional de Vicuñas 2012. Lima, Perú. 34p.
- Gallardo, G; Nuñez, A; Pacheco, L. 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.
- Grimwood, I. 1969. The distribution and status of some peruvian mammals, 1968. American Committee for International Wildlife Protection and New York Zoological Society 29: 69p.
- Hofmann, R; Otte, K. 1977. El Censo de la Vicuña Silvestre. MINAG (Ministerio de Agricultura) y PURV (Proyecto de Utilización Racional de la Vicuña en Estado Silvestre). Perú. 51p.
- Hofmann, R; Otte, K; Ponce, C; Ríos, M. 1983. El Manejo de la Vicuña Silvestre. GTZ (Sociedad Alemana de Cooperación Técnica). V.1, t.2, 705p.
- Injante, V. 2008. Metodología Peruana de Censo en Vicuñas (*Vicugna vicugna*) (en línea). In Seminario Internacional para la actualización de metodologías de censo de vicuñas en Sudamérica (1, La Paz, Bolivia). Convenio para la Conservación de la Vicuña. Bolivia. Consultado 01 set 2017. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_de\\_camelidos/Vicunas/183-Censo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_de_camelidos/Vicunas/183-Censo.pdf) 1-8.



- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). Encuesta Nacional de Hogares 2013 – 2015. Perú. 2015: 48-53.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2015. Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales 2015: 93-94.
- Lichtenstein, G; Oribe, F; Grieg-Gran, M; Mazzucchelli, S. 2002. Manejo Comunitario de Vicuñas en Perú. International Institute for Environment and Development. PIE (2): 1-82.
- MINAG (Ministerio de Agricultura). 2012. Evaluación del Estado Poblacional de la Vicuña. Perú. 96p.
- Norton-Griffiths, M; Torres, H. 1980. Evaluation of Ground and Aerial Census Work on Vicuna in Pampa Galeras. WWF/IUCN Evaluation Mission. The German Agency for Technical Cooperation (GTZ). Switzerland. 96p.
- ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial), Subdivisión de Servicios Empresariales de Inversiones y Tecnología. 2010. El Futuro de los Productos Andinos en la región Alta y los Valles Centrales de los andes/textiles-camélidos. Perú 2010 (3): 1-47.
- Painter, L; Rumiz, D; Guinart, R; Flores, B; Townsend, W. 1999. Técnicas de investigación para el Manejo de Fauna Silvestre. USAID/BOLIVIA. 81p.
- SERNANP (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado). 2013. Plan Maestro de la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D' Achille 2014 – 2019. Lima. 76p.
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). 2016. Fibra de vicuña del Cusco al mundo (en línea). Consultado 03 set 2017. Disponible en [http://www.serfor.gob.pe/historias\\_bosque/fibra-de-vicuna-del-cusco-al-mundo](http://www.serfor.gob.pe/historias_bosque/fibra-de-vicuna-del-cusco-al-mundo).

## VIII. ANEXOS

**Anexo N°1.** Datos poblacionales de vicuñas 1980 – 1993

<b>Año</b>	<b>Cantidad de Vicuñas</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Fuente del dato</b>
1980	61 150	2 449 976	Censo parcial
1981	69 063	3 146 360	Censo parcial
1982	25 472	279 915	Censo parcial
1983	44 516	3 006 032	Censo parcial
1984	51 252	2 371 393	Censo parcial
1985	53 310	2 892 914	Censo parcial
1986	61 224	2 701 601	Censo parcial
1987	63 223	2 985 757	Censo parcial
1988	53 979	2 501 222	Censo parcial
1989	33 173	2 732 074	Censo parcial
1990	15 412	761 976	Censo parcial
1991	20 931	920 106	Censo parcial
1992	26 450	1 078 236	Estimado
1993	31 969	1 236 366	Estimado

Fuente: INEI, 2015.

**Anexo N°2. Datos poblacionales de vicuñas 1994 – 2012**

<b>Año</b>	<b>Cantidad de Vicuñas</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Fuente del dato</b>
1994	66 559	6 598 137	Censo nacional
1995	80 062	6 668 338	Estimado
1996	90 323	6 668 338	Estimado
1997	102 780	6 668 338	Censo nacional
1998	120 210	6 668 338	Estimado
1999	141 090	6 668 338	Estimado
2000	118 678	6 661 498	Censo nacional
2001	128 172	6 661 498	Estimado
2002	138 426	6 661 498	Estimado
2003	149 500	6 661 498	Estimado
2004	161 460	6 661 498	Estimado
2005	174 377	6 661 498	Estimado
2006	188 327	6 661 498	Estimado
2007	203 393	6 661 498	Estimado
2008	219 665	6 661 498	Estimado
2009	237 238	6 661 498	Estimado
2010	256 217	6 661 498	Estimado
2011	276 714	6 661 498	Estimado
2012	208 899	6 661 498	Censo nacional

Fuente: INEI, 2015.