

Abordando los impactos de la

# Sarna Sarcóptica en Camélidos Sudamericanos Silvestres

a través de un paisaje  
de mitos y leyendas



## **CRÉDITOS**

Libro Blanco. Abordando los impactos de la sarna sarcóptica en camélidos sudamericanos silvestres a través de un paisaje de mitos y leyendas

### **Edición:**

Wildlife Conservation Society (WCS)  
Calle Chiclayo 1008, Miraflores, Lima - Perú  
www.wcsperu.org

### **Autores:**

Alynn Martin  
Emiliana Isasi-Catalá  
Chris Walzer  
Marília Salgado-Caxito  
Ana Gallegos  
Fabián Beltrán  
Mariana Montoya  
Steve Smith  
Catherine Dougnac  
Kaitlyn Gaynor  
Robert Wallace  
Daría Camata Salas de Condarco  
Félix de la Cruz  
José Luis Mena  
Leonardo Hostos-Olivera  
Paulo Colchao

### **Corrección de Estilo:**

Babel Translations S.A.C.

### **Traducción:**

Ana Gallegos

### **Supervisión ditorial:**

Alejandra Naganoma  
Comunicaciones WCS

### **Fotografía de portada:**

© Diego Pérez - WCS

### **Diseño y diagramación:**

Kipu Visual  
Primera edición, mayo 2023

### **Cita ugerida:**

Martin, A., Isasi-Catalá, E., Walzer, C., Salgado-Caxito, M., Gallegos, A., Beltrán-Seminario, F., Montoya, M., Smith, S., Dougnac, C., Gaynor, K., Wallace, R., Camata, D., De la Cruz, F., Mena, J.L., Hostos-Olivera, L., Colchao, P. (2023). *Libro blanco. Abordando los impactos de la sarna sarcóptica en camélidos sudamericanos silvestres a través de un paisaje de mitos y leyendas*. Wildlife Conservation Society

*Este documento es resultado del grupo de trabajo Enfermedades en Camélidos Sudamericanos Silvestres de Science for Nature and People Partnership (SNAPP). SNAPP es una asociación de The Nature Conservancy y Wildlife Conservation Society.*

# ÍNDICE

---

<b>Grupo de trabajo "Enfermedades en Camélidos Sudamericanos Silvestres" de SNAPP</b>	<b>07</b>
<b>Resumen ejecutivo</b>	<b>11</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>17</b>
<b>2. Sarna sarcóptica en camélidos sudamericanos (SAC): una revisión sistemática de la literatura</b>	<b>25</b>
2.1. METODOLOGÍA DE LA REVISIÓN	26
2.2. VIGILANCIA	29
2.2.1. Métodos de diagnóstico	29
2.2.2. Distribución espaciotemporal de los brotes de sarna en las poblaciones de CSA	31
2.2.3. Prevalencias reportadas	36
2.3. ORIGEN Y CAUSAS DE LA PROPAGACIÓN DE SARNA EN CSA	45
2.4. OPCIONES DE TRATAMIENTO PARA LA SARNA SARCÓPTICA	49
2.5. IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS EN LAS COMUNIDADES ANDINAS DEBIDO A LOS CSA INFECTADOS	54
2.6. PERCEPCIONES SOBRE LA EXTENSIÓN DEL PROBLEMA DE LA SARNA SARCÓPTICA EN CSA	56
<b>3. Vacíos de conocimiento sobre la sarna sarcóptica en CSA</b>	<b>59</b>
<b>4. Recomendaciones</b>	<b>63</b>
<b>5. Conclusiones y proyecciones futuras</b>	<b>69</b>
<b>Apéndices</b>	<b>73</b>
<b>Apéndice 1. Consultas realizadas en la estrategia de búsqueda para la identificación de literatura publicada.</b>	<b>74</b>
<b>Apéndice 2. Lista de publicaciones incluidas en la Revisión Sistemática.</b>	<b>77</b>
<b>Referencias</b>	<b>85</b>

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a las personas e instituciones que participaron y/o facilitaron el desarrollo de las actividades durante las diversas etapas de la investigación: Benito Gonzales, Brandie Fariss, Camila Germaná, Diana Zulema Quinteros Carlos, Edgar Sánchez Infantas, Jessica Gálvez-Durand, José Luis Mollericona, Martin Funes, Paul Cross, Víctor Hugo Castillo Doloriert, Yovana Murillo y a la Dirección de Gestión Sostenible del Patrimonio de Fauna Silvestre del Servicio Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR).

De manera especial agradecemos a la Comunidad Campesina de Lucanas y al Gobierno Regional de Ayacucho, por organizar y permitirnos participar del *chaccu* de vicuñas, y a *Science for Nature and People Partnership* (SNAPP), sin cuyo valioso apoyo la presente investigación no hubiera sido posible.





---

**Grupo de  
trabajo SNAPP:  
Enfermedades  
en Camélidos  
Sudamericanos  
Silvestres**



Las vicuñas (*Vicugna vicugna*) y los guanacos (*Lama guanicoe*) son dos especies de camélidos sudamericanos (CSA) silvestres cuya distribución va desde el sur de Argentina y Chile hasta el centro de Perú. Además de ser componentes clave de los ecosistemas que habitan, son parte de las cadenas alimentarias y economías locales. Catalogadas como en peligro de extinción en la década de 1960 debido a la caza furtiva, las vicuñas se fueron recuperando gradualmente hasta hace poco, cuando un brote de sarna sarcóptica comenzó a amenazar a sus poblaciones. La sarna sarcóptica es una enfermedad infecciosa de la piel, causada por el ácaro *Sarcoptes scabiei* y detectada a nivel mundial en muchas especies, que afecta a las poblaciones de guanacos y vicuñas en Argentina, Bolivia, Chile y Perú. El brote más extremo se registró en el Parque Nacional San Guillermo, en el noreste de Argentina, donde el 90% de las vicuñas y guanacos murieron de sarna entre 2016 y 2018. La sarna sarcóptica no solo amenaza a los guanacos y vicuñas, sino que también puede propagarse rápidamente a los animales domésticos, amenazando la economía de las comunidades que dependen de ellos.

Reconociendo que los mayores desafíos para la conservación y el desarrollo sostenible requieren soluciones innovadoras, la Alianza Ciencia para la Naturaleza y las Personas (<https://snapppartnership.net>) o SNAPP, por sus siglas en inglés, busca beneficios rápidos, tangibles y duraderos para la conservación y el desarrollo sostenible a través del trabajo colaborativo entre equipos de diversas organizaciones para concebir ideas, sistematizar y analizar datos, y brindar soluciones a los desafíos que enfrentan las personas y la naturaleza. En este caso, hemos formado un grupo de trabajo llamado “Enfermedades en Camélidos Sudamericanos Silvestres” para encontrar de manera colaborativa estrategias de manejo para controlar la sarna sarcóptica y promover la salud de los CSA, sus ecosistemas, el ganado que los rodea y los miembros de las comunidades andinas que dependen del manejo de estas especies. **Nuestro trabajo colaborativo busca reunir expertos de diferentes disciplinas y generar vínculos entre ellos y los representantes de organizaciones aliadas del gobierno y la sociedad civil que estén encargadas del manejo y conservación de las vicuñas y guanacos y se interesen en el tema.**





---

# Resumen Ejecutivo



Los guanacos (*Lama guanicoe*) y las vicuñas (*Vicugna vicugna*) son camélidos silvestres (denominados en este manuscrito camélidos sudamericanos o CSA) nativos de Argentina, Bolivia, Chile, Perú y Paraguay. Tienen una gran importancia cultural y económica para las comunidades andinas, especialmente por el uso de su fibra de alto valor. Sin embargo, en los últimos años, la cantidad y calidad de la fibra cosechada se ha visto afectada negativamente por infestaciones de sarna sarcóptica. La sarna sarcóptica, una enfermedad de la piel causada por el ácaro microscópico excavador *Sarcoptes scabiei*, es considerada una panzootia<sup>1</sup> emergente en la fauna silvestre que amenaza la salud y, por lo tanto, la conservación de las poblaciones de CSA donde las altas prevalencias de sarna sarcóptica han sido asociadas a importantes descensos poblacionales. Reportes recientes sugieren que la circulación e impacto de esta enfermedad han aumentado; no obstante, el origen y los factores que impulsan este proceso aún son inciertos.

En el marco del proyecto *Abordando los impactos de la sarna sarcóptica en camélidos sudamericanos silvestres a través de un paisaje de mitos y leyendas* de la Alianza Ciencia para la Naturaleza y las Personas (SNAPP), se realizó una revisión sistemática de los documentos publicados al respecto (i.e. publicaciones revisadas por pares y literatura gris) y los registros no publicados de los gobiernos de Bolivia y Perú de vicuñas manejadas en chaccus con el fin de llenar los vacíos de conocimiento y proponer recomendaciones para futuras investigaciones y estrategias efectivas de prevención y control para así mitigar el problema de la sarna sarcóptica en las poblaciones de CSA. Este estudio se ha enfocado en sistematizar y analizar la información publicada y no publicada sobre (i) la prevalencia, distribución espaciotemporal y factores de riesgo de la sarna sarcóptica en CSA, (ii) las prácticas de manejo para prevenir la enfermedad, y (iii) la oportunidad y viabilidad terapéuticas.

De acuerdo con los datos de los registros publicados, la prevalencia de sarna en CSA vivos varió del 0.9% (de 450 vicuñas de Argentina en 2005) al 64.2% (de 53 vicuñas de Perú en 2018), a pesar de la amplia variación en los tamaños de muestra de los estudios (de 12 guanacos a 25 296 vicuñas). De acuerdo con los datos no publicados de los registros gubernamentales de los chaccus, la proporción de vicuñas con lesiones compatibles con sarna respecto del total de animales manejados varió del 0% (de 5-346 individuos entre 2009 y 2019) al 28.6% (de 7 individuos en 2018) en Bolivia y del 0% (de 1-2463 individuos entre 2015 y 2018) al 100% (de 33 individuos en 2019) en Perú. Además, hubo una gran variación en el número de animales registrados por chaccu, oscilando entre 5 y 373 en Bolivia y entre 1 y 4387 en Perú. No obstante, los datos no publicados de los registros gubernamentales están limitados por la incertidumbre en los procedimientos de registro y la evaluación de animales individuales y, por lo tanto, deben interpretarse con cautela.

Se ha sugerido que la incidencia de sarna sarcóptica en las poblaciones de CSA está asociada principalmente a la transmisión entre especies debido al aumento del área compartida del hábitat con otras especies domésticas infectadas (p. ej., camélidos domésticos), aunque esta hipótesis no se ha probado explícitamente. También se ha sugerido que la forma en que se maneja a los CSA durante los chaccus es un factor de riesgo potencial para la propagación de enfermedades debido al estrés asociado con el proceso, el hacinamiento temporal de los animales y la transmisión por fómites utilizados en animales infestados. Por lo tanto, para reducir el riesgo de transmisión de enfermedades en las poblaciones manejadas, es fundamental contar con un personal capacitado tanto en técnicas de captura y esquila viva para reducir el estrés durante los chaccus como en buenas prácticas de manejo que incluyan, por ejemplo, implementar medidas higiénicas preventivas durante la esquila, administrar tratamiento

<sup>1</sup> Panzootia se define como la presentación de un número elevado de casos de una enfermedad que se propaga por varios países, un continente o a nivel mundial. Es el equivalente a una pandemia en humanos.

farmacológico solo cuando se puede completar todo el régimen de dosificación, evitar el hacinamiento de animales en áreas de manejo cercadas, y limitar la manipulación de los animales para reducir el estrés. Estas prácticas podrían disminuir tanto la transmisión directa como la susceptibilidad del huésped debido al aumento del cortisol endógeno en situaciones estresantes.

Si bien no se observaron diferencias entre las estimaciones de prevalencia de las vicuñas en silvestría y en semicautiverio en los estudios publicados, se identificó una mayor proporción promedio de vicuñas con lesiones compatibles con sarna sarcóptica en las poblaciones en semicautiverio que fueron evaluadas. Sin embargo, los datos disponibles en documentos publicados y no publicados presentaban sesgos e información incompleta, lo que limita las conclusiones sobre la relación entre el tipo de manejo y la prevalencia de la enfermedad.

Aunque la ivermectina ha sido el fármaco principal para tratar a las vicuñas infectadas de acuerdo con los documentos publicados (no había datos disponibles para los guanacos de América del Sur), la información disponible sobre las opciones de tratamiento y el seguimiento posterior al tratamiento no fue suficiente para identificar protocolos efectivos y seguros destinados a los CSA. Por ejemplo, solo dos estudios proporcionaron información sobre el seguimiento de los individuos tratados, pero no proporcionaron información completa sobre los resultados del tratamiento. En los registros gubernamentales se reportó que un número sustancial de vicuñas manejadas ( $n = 49\,569$ ) fueron tratadas durante los *chaccus*, incluyendo 45 individuos de Bolivia entre 2008 y 2019 (rango de animales tratados en 18 *chaccus*: del 0.3% de 308 individuos al 14.3% de 14 individuos) y 49 524 individuos de Perú entre 2015 y 2018 (rango de animales tratados en 296 *chaccus*: del 0% de 581 individuos al 100% de 88 individuos). Sin embargo, no había información disponible sobre el protocolo terapéutico ni el seguimiento posterior al tratamiento en los registros gubernamentales no publicados y, por lo tanto, los datos no publicados no se incorporaron en los análisis de las opciones de tratamiento. A pesar de su aparente alta eficacia, el uso extensivo de la ivermectina tiene el potencial de contribuir a la aparición de resistencia en los ácaros. Las comunidades a menudo administran tratamientos preventivos con ivermectina (tanto a los animales sintomáticos como a los aparentemente sanos), a pesar de los esfuerzos para crear conciencia entre los miembros de las comunidades sobre la improbabilidad de que esta práctica controle la sarna en las poblaciones manejadas de CSA, aumentando el riesgo de resistencia a los acaricidas. **Dados los riesgos de la resistencia antiparasitaria, destacamos la necesidad de administrar ivermectina de forma estratégica y limitada, así como encontrar estrategias terapéuticas alternativas que puedan aplicarse fácilmente durante los *chaccus*. Además, es probable que los tratamientos preventivos tengan un efecto cascada en el medio ambiente. La ivermectina eliminada puede ejercer presión de selección sobre varios parásitos y afectar la biodiversidad local. Sin embargo, se han pasado por alto los niveles de ecotoxicidad en los sitios de *chaccu* asociados con el uso de ivermectina en CSA y se necesitan con urgencia estudios que se centren en esta posible contaminación ambiental.**

Si bien este documento sirve como un recurso donde la información disponible sobre la sarna sarcóptica en CSA se ha consolidado en un solo lugar, aún quedan varios vacíos de conocimiento. Hubo discrepancias entre los resultados y reportes completos de los estudios, particularmente con respecto a las poblaciones de guanacos y CSA de Argentina y Chile, así como una escasez de información específica sobre las condiciones sanitarias de las vicuñas manejadas durante los *chaccus*. **La información disponible fue insuficiente para (i) dilucidar la relevancia clínica y las implicancias de conservación de la sarna sarcóptica en las poblaciones de CSA, (ii) evaluar la dinámica de la enfermedad y el alcance de la distribución de *S. scabiei*, (iii) identificar el origen y los causantes de los brotes, e (iv) identificar protocolos terapéuticos efectivos y buenas prácticas de manejo.** Por lo tanto, presentamos recomendaciones específicas para abordar las brechas de conocimiento restantes y controlar la carga y



expansión de la sarna en los CSA en sus países de origen con la intención de que se puedan implementar inmediatamente con un mínimo de recursos o desarrollo de capacidades, incluyendo lo siguiente:

- **Combinar diferentes métodos para mejorar el diagnóstico de la sarna**, priorizando la detección de ácaros en poblaciones con estado desconocido de la enfermedad, seguido de un monitoreo visual tras confirmar la circulación de la sarna sarcóptica.
- **Ampliar la vigilancia para comprender mejor la distribución real de la sarna en toda el área de distribución**, realizando censos nacionales e internacionales utilizando el mismo protocolo en todos los países e implementando programas integrados de vigilancia en camélidos domésticos y silvestres, así como en animales domésticos, otras especies silvestres (p. ej., carnívoros) y sus ambientes.
- **Involucrar a las comunidades locales para que contribuyan en la investigación multifacética de la sarna (p. ej., epidemiología participativa)**, mejorando el diálogo entre las comunidades andinas y las partes interesadas involucradas en la gestión de CSA.
- **Promover el uso de “buenas prácticas” durante los chaccus de los CSA**, como usar una sola aguja por animal al administrar inyectables, desinfectar tijeras o cuchillas entre animales, prestar atención veterinaria a los animales heridos, evitar el hacinamiento de animales en áreas de manejo cercadas, limitar el tiempo de manipulación, evitar la administración preventiva de ivermectina para minimizar el riesgo de resistencia de los ácaros y realizar los tratamientos solo cuando se pueda completar la posología correcta (p. ej., mínimo dos dosis separadas por un intervalo de 14 días, no siendo recomendable para tratar CSA en silvestría). Esto también requiere apoyar la capacitación de los grupos locales de manejo en técnicas de captura y esquila, enfatizando la importancia de seguir las pautas sanitarias y de manejo durante los chaccus y en las evaluaciones sanitarias de los

CSA. Además, la capacitación en la identificación de la infección por sarna (p. ej., cómo se ve la piel infectada con sarna, qué parte del cuerpo se debe revisar, etc.) reforzará la confianza en los reportes de sarna en los *chaccus*.

- **Estandarizar los informes de sarna sarcóptica para reducir la heterogeneidad en la información disponible para la rápida identificación de brotes y la implementación de estrategias de prevención y control**, particularmente en los registros gubernamentales, mejorando las colaboraciones multisectoriales existentes y promoviendo otras nuevas entre las autoridades gubernamentales (p. ej., la autoridad de salud animal y la autoridad de vida silvestre), comunidades andinas, académicos y partes interesadas para sistematizar la recolección de datos y el reporte de la sarna sarcóptica en CSA.
- **Fomentar futuras investigaciones** enfocadas en evaluar la eficiencia de los tratamientos actuales y futuros, dilucidar la relevancia clínica de los ectoparásitos entre los CSA, identificar tratamientos alternativos para limitar la resistencia de los parásitos y la toxicidad ambiental, e investigar el panorama socioeconómico y sociopolítico de la conservación de la vicuña y su uso sostenible en todos los países del área de distribución.

Además, también presentamos recomendaciones generales para lograr objetivos a largo plazo sobre cómo abordar la sarna sarcóptica en los CSA, como fomentar estudios para desarrollar métodos de diagnóstico y dilucidar la interacción entre sarna y huésped y la dinámica de la enfermedad, incentivar una mayor inversión pública y privada en la conservación de los CSA (para aliviar esta carga de costos de las comunidades locales), y promover más estudios centrados en los factores ecológicos como agentes de propagación de la sarna sarcóptica dentro y entre las poblaciones de CSA.



# 01

---

## Introducción



Los guanacos (*Lama guanicoe*) y las vicuñas (*Vicugna vicugna*) son ungulados medianos muy sociables que habitan de forma natural en los ecosistemas áridos y semiáridos de Argentina, Bolivia, Chile y Perú (habiendo también poblaciones introducidas en Ecuador) (Baldi et al., 2016; Acebes et al., 2018; Acebes, Vargas y Castillo, 2022). Estos camélidos silvestres (referidos en este manuscrito como camélidos sudamericanos o CSA) tienen una prominente importancia cultural y económica para las comunidades andinas, donde destacan las prácticas históricas y actuales de las comunidades para recolectar y utilizar la fibra de estas especies durante eventos de esquila de animales vivos llamados *chaccu* (Vilá and Arzamendia, 2022). **El *chaccu* es una tradición precolombina que consiste en un “método comunitario” para agrupar y encerrar a las vicuñas en un área determinada mediante el sistema del embudo (es decir, un método que usa barreras temporales para canalizar animales hacia la zona de trabajo).** Los participantes del *chaccu* caminan aproximadamente 3 km en línea recta agarrados de una cuerda con banderolas de colores, formando una “barrera humana” que evita que las vicuñas escapen y que se cierra progresivamente, dirigiendo a los animales hacia un corral. Luego, los animales se sujetan manualmente, se revisan externamente para detectar enfermedades y se seleccionan para esquilarlos.

Actualmente, los *chaccus* se realizan en Bolivia y Perú –en Argentina y Chile ya no esquilan fibra de CSA a gran escala. En Bolivia solo se puede obtener fibra de vicuñas en silvestría, mientras que en Perú se realizan esquilas en vivo tanto de animales en silvestría como en semicautiverio. Los manejos en semicautiverio se implementaron en Perú en 1996, a través de los Módulos de Uso Sostenible de la Vicuña o MUS. Con el fin de promover la conservación de la vicuña, se creó este tipo de manejo para aumentar el monitoreo y reducir la caza furtiva mediante la creación de áreas permanentemente cercadas con corrales donde se realiza la captura, evaluación de la salud animal, control sanitario y selección para la esquila (Coaquira et al., 2015). Los *chaccus* son regulados por las autoridades gubernamentales locales y nacionales a través de autorizaciones de manejo, actualmente conocidas como declaraciones de manejo o DEMA en países como Perú. Como parte de estos acuerdos de manejo, la información general del *chaccu* (es decir, fecha, hora de inicio y geolocalización, incluido el nombre del lugar y sus coordenadas/altitud), así como los datos individuales de los animales manejados (es decir, edad, sexo y peso) deberán registrarse obligatoriamente, incluso si son animales no seleccionados para la esquila. El proceso de gestión y registro en Bolivia solo lo realizan miembros de la comunidad local, mientras que en Perú esta actividad también puede ser realizada por empresas privadas (aprox. un 30%), pero suele ser supervisada por autoridades gubernamentales.

**El comercio de fibra de alto valor de CSA es una fuente importante de ingresos para las comunidades andinas. Un individuo adulto puede aportar hasta 200 g de fibra cada tres años. Si bien las comunidades reciben alrededor de \$280-\$300 USD/kg por la fibra cruda (comunicación personal, datos oficiales de las autoridades peruanas, 2022), el precio de venta de la fibra procesada de los fabricantes puede alcanzar entre \$300-\$500 USD/kg** (Acebes, Vargas y Castillo, 2022; Vilá y Arzamendia, 2022). Por ello, la cantidad de fibra obtenida de cada animal es un elemento fundamental en el éxito de este proceso. Sin embargo, la producción de fibra puede verse afectada por la presencia de sarna sarcóptica, enfermedad que reduce la cantidad de fibra cosechada en los *chaccus* debido a las consecuencias directas de la infestación y la prohibición de esquilas de animales infestados (Sahley, Vargas y Valdivia, 2007; Bujaico Mauricio, 2018; Acebes, Vargas y Castillo, 2022; Vilá y Arzamendia, 2022). La sarna sarcóptica –causada por el ectoparásito generalista *Sarcoptes scabiei*– es una enfermedad de la piel altamente contagiosa que produce una morbilidad significativa entre humanos y especies de animales domésticos y salvajes en todo el mundo, y recientemente se ha agregado a la lista de enfermedades tropicales desatendidas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Arlan y Morgan, 2017).

A pesar de que varios estudios destacan el impacto económico que la sarna sarcóptica podría representar para las comunidades andinas locales que utilizan CSA, no se ha realizado ninguna investigación que examine explícitamente la relación entre la prevalencia de la enfermedad y la pérdida económica. Esta falta de información puede deberse a que no se reportan datos de los chaccus. Aunque los registros son obligatorios durante los *chaccus*, los datos de la enfermedad solo comenzaron a solicitarse después de 2015. Antes de 2015, toda la documentación de la presencia de sarna era opcional, y el informe estaba sujeto a la voluntad del coordinador del chaccu. Por lo tanto, los datos de la enfermedad antes del informe obligatorio son escasos y confusos (p. ej., ¿un *chaccu* sin informes de sarna sarcóptica sugiere que la enfermedad no estuvo presente o que estuvo presente pero no fue registrada?). Sin embargo, con base en informes anecdóticos (p. ej., testimonios de miembros de la comunidad local), se han observado casos de sarna desde 1998, y una posible extirpación de vicuñas podría haber ocurrido entre 2000 y 2004 en Huanacopampa, Santa Ana de Aucaará (Ayacucho, Perú), debido a esta enfermedad.

Además del impacto económico, la sarna sarcóptica también se ha considerado una de las principales amenazas para la salud y conservación de los CSA (Baldi et al., 2016; Acebes et al., 2018; Montecino-Latorre et al., 2020; Acebes, Vargas y Castillo, 2022). Aunque las vicuñas y los guanacos actualmente están clasificados por la UICN como de “Preocupación Menor” (es decir, no están en peligro de extinción) dada su creciente abundancia y su amplia presencia en varias áreas protegidas (Baldi et al., 2016; Acebes et al., 2018), una reciente revisión sistemática exploratoria ha reportado sarna sarcóptica en poblaciones de vicuñas en todos los países comprendidos en su área de distribución natural (Acebes, Vargas y Castillo, 2022). Además, los datos actualmente disponibles demuestran una baja variabilidad genética de los ácaros de *S. scabiei* muestreados en guanacos y vicuñas, lo que sugiere un único evento de introducción seguido de una rápida propagación geográfica (Acebes, Vargas y Castillo, 2022). Así, aunque las poblaciones de camélidos parecen estables, la sarna sarcóptica está presente en todas sus distribuciones geográficas y sus brotes podrían suponer una amenaza a nivel poblacional, dada la dificultad de controlar la enfermedad en animales en silvestría (Acebes, Vargas y Castillo, 2022).



La sarna sarcóptica se ha descrito recientemente como una panzootia emergente en la fauna silvestre debido a su distribución mundial y a su capacidad para parasitar a una gran variedad de especies (Escobar et al., 2022). *S. scabiei* es reconocido como un ácaro predominantemente específico del huésped con variantes distintas que afectan a aproximadamente 148 especies domésticas y silvestres en todo el mundo (Acebes, Vargas y Castillo, 2022; Escobar et al., 2022). La dinámica y los impactos de esta enfermedad en la fauna silvestre a nivel poblacional siguen siendo poco conocidos (Arlan y Morgan, 2017; Astorga et al., 2018; Acebes, Vargas y Castillo, 2022). **Aunque los reportes sobre el impacto a largo plazo de la enfermedad de la sarna en las poblaciones varían según la especie, muchos estudios han mostrado preocupación por la conservación de las poblaciones afectadas por la sarna debido a que se han observado reducciones en la densidad de las poblaciones y cambios en el comportamiento de los animales** (Astorga et al., 2018; Escobar et al., 2022). Por ejemplo, la sarna sarcóptica se ha asociado a la mortalidad de guepardos en Kenia (Gakuya et al., 2012), zorras norteñas en California (Cypher et al., 2017) y wombats en Australia (Martin, Fraser, et al., 2018). Además, se ha cuestionado la especificidad del huésped después de que algunos análisis genéticos mostraron evidencias de transmisión entre especies (p. ej., por contacto entre depredadores y presas); (Fazal et al., 2016; Matsuyama et al., 2019; Escobar et al., 2022). **En el sistema de CSA, es probable que la sarna sarcóptica circule entre camélidos domésticos y silvestres, pero el potencial de transmisión entre los CSA y otras especies aparte de los camélidos (p. ej., carnívoros domésticos, ganado vacuno, ganado ovino o seres humanos) aún es incierto.**



Robert Wallace - WCS

El ciclo de vida del *S. scabiei* (incluyendo las fases de huevo, larva, protoninfa, tritoinfa y adulto) se completa en aproximadamente 2 semanas (Arlan y Morgan, 2017). Las hembras adultas de *S. scabiei* pueden producir más de 40 huevos a lo largo de su vida de hasta 40 días (Arlan y Morgan, 2017). Los ácaros buscan huéspedes a través de estímulos que incluyen receptores olfativos y térmicos (olor corporal y calor) y la detección de emisiones de CO<sub>2</sub> (es decir, la respiración), y la infestación se asocia positivamente con la cercanía entre el ácaro y el huésped (la detección de estímulos por parte de los ácaros está limitada por la distancia) (Arlan y Morgan, 2017). Una vez en el huésped, los ácaros cavan en la epidermis de la piel del huésped, dando lugar a infecciones agudas o crónicas. Ninguna herramienta de diagnóstico puede predecir si un huésped infectado desarrollará la fase crónica y más grave de la enfermedad (Astorga et al., 2018), caracterizada por una dermatitis severa que produce una pérdida distintiva de pelo. La fase crónica se asocia a menudo con infecciones bacterianas secundarias y una respuesta inflamatoria exacerbada, con casos extremos que progresan hasta la sepsis o la muerte (Escobar et al., 2022). Las manifestaciones clínicas no se limitan a las lesiones cutáneas y los huéspedes afectados pueden presentar trastornos inmunológicos, fisiológicos (p. ej., parámetros hematológicos y termorregulación corporal) y conductuales (p. ej., alteración de los movimientos) (Carvalho et al., 2015; Cross et al., 2016; Martin, Fraser, et al., 2018). **La mortalidad inducida por la infestación de *S. scabiei* es común, y en algunas poblaciones vulnerables se ha observado una extirpación localizada (p. ej., en el wombat, la vicuña andina y la cabra montés;** (León-Vizcaíno et al., 1999; Martin, Burrridge, et al., 2018; Monk et al., 2022).

El contacto directo con huéspedes infestados es el principal modo de transmisión, lo que sugiere que se puede esperar una mayor incidencia entre las especies gregarias, poblaciones con altas densidades o especies que participan en interacciones directas (p. ej., los sistemas depredador-presa) (Almberg et al., 2012; Arlian y Morgan, 2017). No obstante, la transmisión también puede producirse de forma indirecta. Los ácaros de *S. scabiei* pueden sobrevivir y permanecer infecciosos durante al menos una semana en entornos con baja temperatura (entre -25 y 15°C) y alta humedad relativa (por encima del 75%). Mientras se encuentran en los reservorios naturales, los ácaros buscan activamente nuevos huéspedes utilizando señales de olor y temperatura (Arlan et al., 1984). Los reservorios naturales adecuados pueden incluir áreas de descanso, guaridas y madrigueras, y pueden servir como una vía de transmisión para las especies que suelen ser solitarias (Montecino-Latorre et al., 2019; Escobar et al., 2022). La persistencia ambiental de los ácaros en condiciones climáticas específicas también podría explicar la estacionalidad de los brotes de sarna registrados en algunas especies (Vander Haegen, Orth y Linders, 2013). Sin embargo, estas tendencias no se han observado en los CSA, ya que se ha registrado una alta prevalencia de sarna tanto en otoño e invierno (es decir, en el periodo frío y seco) (Bujaico Mauricio, 2018) como en verano (periodo cálido y húmedo) (Ferreya et al., 2022).

**La amenaza de la sarna sarcóptica para la salud y conservación de los CSA ha suscitado nuevas preocupaciones tras los informes sobre la enfermedad en los CSA de varias comunidades andinas y el colapso de una población de vicuñas silvestres tras un brote de sarna sarcóptica** (Acebes, Vargas y Castillo, 2022; Ferreyra et al., 2022). Sin embargo, no existe la información necesaria para comprender la amenaza potencial de la sarna en los CSA. Se desconocen los factores que promueven la propagación de la sarna sarcóptica en los CSA, aunque se presume que las infecciones graves serían más probables en individuos que no hayan sido expuestos previamente a la enfermedad (Montecino-Latorre et al., 2020; Acebes, Vargas y Castillo, 2022; Ferreyra et al., 2022; Gomez-Puerta et al., 2022). Hasta donde sabemos, ningún estudio ha documentado la recuperación natural (es decir, sin intervención farmacéutica) de los CSA de la sarna sarcóptica; sin embargo, esto no excluye la posibilidad. Además, no existe información sobre la gravedad de la enfermedad asociada a las primeras infecciones en relación con las segundas exposiciones.

No obstante, la reciente documentación de la extinción localizada en las poblaciones de vicuña (Ferreyra et al., 2022; Monk et al., 2022) sugiere que, bajo condiciones específicas, los CSA pueden no recuperarse de la infección sin intervención. La interacción entre las comunidades andinas y los CSA (p. ej., el uso de la fibra de los CSA) también puede influir en la aparición de la sarna sarcóptica en las poblaciones de CSA (Vilá y Arzamendia, 2022). Después de participar en un chaccu como parte de un taller facilitado por Wildlife Conservation Society en octubre de 2022 en Perú, las autoridades gubernamentales y expertos académicos que asistieron han destacado la necesidad de contar con personal capacitado en técnicas de captura y esquila viva durante los chaccus para reducir el riesgo de transmisión de enfermedades en las poblaciones manejadas. Además, las buenas prácticas de manejo (p. ej., implementar medidas higiénicas durante la esquila para reducir la transmisión, administrar tratamiento farmacológico solo cuando se pueda completar toda la posología, evitar el hacinamiento de animales en las zonas de manejo cercadas, y limitar la manipulación de los animales para reducir el estrés) pueden disminuir tanto la transmisión directa como la susceptibilidad del huésped. Por último, los factores que han influido en la supuesta propagación geográfica de la sarna sarcóptica (aunque, sobre todo, se carece de registros históricos con datos observados de la sarna) a lo largo de las distribuciones de los CSA siguen siendo poco conocidos. Una de las hipótesis es que el aumento de la densidad poblacional de CSA haya facilitado la transmisión por contacto directo, lo que puede verse exacerbado por el aumento en el uso compartido del hábitat con especies domésticas huéspedes de la enfermedad (p. ej., camélidos domésticos, ganado, animales de compañía callejeros) (Montecino-Latorre et al., 2020; Acebes, Vargas y Castillo, 2022; Escobar et al., 2022).

A pesar del gran esfuerzo realizado por las autoridades gubernamentales, las comunidades locales y los colaboradores académicos, los conocimientos sobre la sarna sarcóptica en CSA son limitados y la información está distribuida en muchas plataformas, lo que dificulta el acceso a los datos. Además, las discrepancias en los informes entre organizaciones limitan las inferencias que se pueden hacer e impiden tomar decisiones informadas sobre el manejo. El proyecto *Abordando los impactos de la sarna sarcóptica en camélidos sudamericanos silvestres a través de un paisaje de mitos y leyendas* en el marco de la Alianza Ciencia para la Naturaleza y las Personas (SNAPP) es una iniciativa multisectorial para comprender mejor los impactos de la sarna sarcóptica en los CSA. Aunque existen varios ejemplos en los que la sarna sarcóptica ha tenido un gran impacto a nivel poblacional en los CSA, sigue habiendo un conocimiento limitado de la dinámica, las causas y las consecuencias de la enfermedad en estas poblaciones. En particular, aún se desconoce la prevalencia de la enfermedad en diferentes países, su aumento o disminución en el tiempo, los factores de riesgo para su aparición, la eficacia del tratamiento, y las buenas prácticas de manejo para prevenir la enfermedad. Hemos llevado a cabo una revisión sistemática para resumir lo que se sabe actualmente sobre la sarna en CSA –con información procedente de distintos organismos– con el fin de aclarar estas cuestiones y recopilar todos los datos sobre la sarna en CSA en un solo lugar. **Específicamente, nos propusimos abordar cuatro preguntas principales de investigación: (i) ¿Cuál es la prevalencia de la sarna en los camélidos sudamericanos? / (ii) ¿El manejo mediante la esquila de animales vivos incrementa la prevalencia de sarna en los CSA? / (iii) ¿Existe alguna correlación entre las condiciones ambientales y la prevalencia de la sarna? / (iv) ¿Cuál es la eficacia de los tratamientos farmacológicos?** Utilizamos publicaciones revisadas por pares, literatura gris e informes gubernamentales no publicados sobre la sarna sarcóptica en CSA para describir la extensión geográfica de los brotes de sarna sarcóptica, evaluar la eficacia de las estrategias de prevención y control para mitigar el problema de la sarna sarcóptica, identificar los vacíos de conocimiento restantes y discutir las recomendaciones para futuras investigaciones.





# 02

---

**Sarna sarcóptica  
en camélidos  
sudamericanos  
(CSA): una revisión  
sistemática de la  
literatura**



## 2.1. METODOLOGÍA DE LA REVISIÓN

### *Estrategia de búsqueda para la identificación de literatura publicada*

La revisión sistemática se realizó siguiendo la metodología establecida por el Center for Evidence-Based Conservation (Sutherland et al., 2004). Buscamos en Google Scholar y en la base bibliográfica del Grupo de Especialistas en Camélidos Sudamericanos de la UICN entre julio y noviembre de 2021, utilizando algoritmos que consistían en múltiples combinaciones de palabras clave: nombres científicos y comunes de las especies (por ejemplo, guanacos y vicuñas), el tipo de información buscada (por ejemplo, prevalencia de la sarna) y los posibles orígenes e impulsores (véase la Tabla 1 para las palabras clave). Complementamos los resultados de nuestra búsqueda con documentos proporcionados por los actores involucrados en la investigación, manejo y conservación actual de los SAC.

Tabla 1. Palabras clave utilizadas en múltiples combinaciones para crear los algoritmos de búsqueda.

Especies	Enfermedad	Tipo de información	Orígenes impulsores	Otros
Vicuñas Guanacos Camélidos Sudamericanos Camélidos Altoandinos <i>Vicugna vicugna</i> <i>Lama guanicoe</i>	Sarna	Prevalencia Lesiones Mortalidad	Clima Hábitat Áreas protegidas Actividades humanas Factores ambientales Esquila Manejo Chaccu Cercos Fibra Tratamientos Fármacos	Percepción local

Todos los documentos incluidos en la revisión se organizaron en una base de datos bibliográfica utilizando Zotero. Los datos extraídos de los registros se introdujeron en una base de datos de Microsoft Excel diseñada exclusivamente para este estudio. Este formulario contenía variables predeterminadas: características de las publicaciones (algoritmo, fuente, título, primer autor, año, país), tipo de estudio, especies animales incluidas en el estudio, metodología llevada a cabo, características y calidad del estudio y fuentes de heterogeneidad junto con los datos cualitativos y cuantitativos para responder a las preguntas de investigación.

### *Base de datos y evaluación de la calidad de los documentos publicados*

**Se identificaron 212 documentos, publicados en inglés (n= 22) y español (n= 190) entre 1966 y 2021.** Los documentos incluyeron publicaciones revisadas por pares (revisiones, artículos de investigación originales, comunicaciones breves, libros y capítulos de libros; n= 61) y literatura gris (resúmenes y pósteres de conferencias, resúmenes de proyectos, tesis y disertaciones académicas, directrices, informes gubernamentales, documentos políticos, comunicados de prensa, vídeos e infografías; n= 151). Todos los documentos se sometieron a un proceso de selección realizado de forma independiente por dos autores (L. Hostos and A. Gallegos), y verificados

independientemente por un autor (E. Isasi-Catalá). Tras seleccionar los documentos pertinentes por el título y el resumen, se realizó un segundo proceso de selección a través de la lectura del texto completo para comprobar su elegibilidad. Para su inclusión en esta revisión, los documentos debieron proporcionar información cuantitativa para estimar el impacto de la sarna en las poblaciones de CSA o información cualitativa/descriptiva para comprender mejor la gravedad de la sarna sarcóptica en CSA. Para ello, los documentos se clasificaron individualmente en las categorías definidas por (Pullin and Knight, 2001, 2003) (Table 2).

Tabla 2. Criterios para clasificar el nivel de evidencia de los documentos o estudios según Pullin and Knight (2001) y Pullin and Knight (2003).

Nivel de evidencia	Enfermedad
I	Evidencias sólidas de un estudio bien diseñado (experimento conceptualmente bien diseñado, aleatorizado y controlado) con un tamaño de muestra adecuado.
II-1	Evidencia procedente de un estudio bien conceptualizado y controlado, pero sin aleatorización.
II-2	Evidencia procedente de un estudio basado en la comparación de diferencias entre lugares o situaciones, buscando correlacionar factores con la variable independiente.
II-3	Evidencias derivadas de varias series temporales o resultados robustos de experimentos no controlados.
III	Opiniones de expertos basadas en resultados cualitativos de campo, estudios descriptivos e informes de comités de expertos.
IV	Pruebas inadecuadas debido a problemas metodológicos (indicadores, muestras, duración, etc.) o pruebas sin apoyo o explicación.

Los documentos o estudios clasificados en las categorías I y II se consideraron para los análisis cuantitativos, los estudios clasificados en la categoría III se consideraron para el análisis cualitativo, y los estudios clasificados en la categoría IV o que no contribuyen a responder al menos una pregunta de investigación se excluyeron de la revisión. Se incluyeron en la revisión un total de 122 documentos que contenían datos cuantitativos, cualitativos o de percepción que podían ser relevantes para responder a las preguntas de la investigación (véase el Apéndice 2). Además, los documentos que contenían datos cuantitativos (categorías I y II) se sometieron a una segunda evaluación de calidad para valorar su diseño de estudio. Los criterios utilizados para evaluar estos documentos incluyeron: preguntas científicas claras, variables o indicadores coherentes para responder a la(s) pregunta(s) propuesta(s), recolección de datos satisfactoria (p. ej., aleatoria), diseño del estudio y tamaño de la muestra adecuados, ausencia de sesgos o medidas para reducirlos, uso de condiciones controladas, y tratamiento estadístico apropiado. Los documentos se clasificaron de 0 a 10 según los 10 criterios, y se consideró que los documentos con una puntuación de 6 o más tenían la calidad suficiente para ser incluidos en los análisis cuantitativos.

**El objetivo de esta revisión sistemática era reunir información de Argentina, Bolivia, Chile y Perú. La estrategia de búsqueda se centró en estudios en guanacos y vicuñas, pero también se incluyó información sobre camélidos domésticos (es decir, alpacas y llamas) y otros animales domésticos (p. ej.,**

perros y ganado) para evaluar el posible origen de la enfermedad en CSA, así como las opciones de tratamiento realizadas en otros lugares, incluidos otros países como Alemania y Grecia. Además de los datos sobre las estimaciones de prevalencia, las variaciones espaciotemporales, las medidas preventivas y las opciones de tratamiento, también se extrajeron las percepciones de los autores sobre la sarna en CSA en relación con las tendencias de prevalencia, los factores climáticos, la influencia del manejo en la aparición y frecuencia de los brotes, y la eficacia y utilidad de los tratamientos veterinarios (n= 66 documentos).

### **Registros gubernamentales del manejo y condiciones sanitarias de los CSA de Bolivia y Perú**

También analizamos datos de 1408 registros gubernamentales no publicados de Perú (n= 1243) y Bolivia (n= 165) sobre las condiciones sanitarias de las vicuñas manejadas. Los datos fueron registrados en su mayoría por personal local (Bolivia) y autoridades gubernamentales (Perú) durante los chaccus desde 2008 hasta 2019, siendo la mayoría de registros de 2015 en adelante (n= 1371 registros que incluyen todo Perú y 128 de Bolivia; Figura 1).

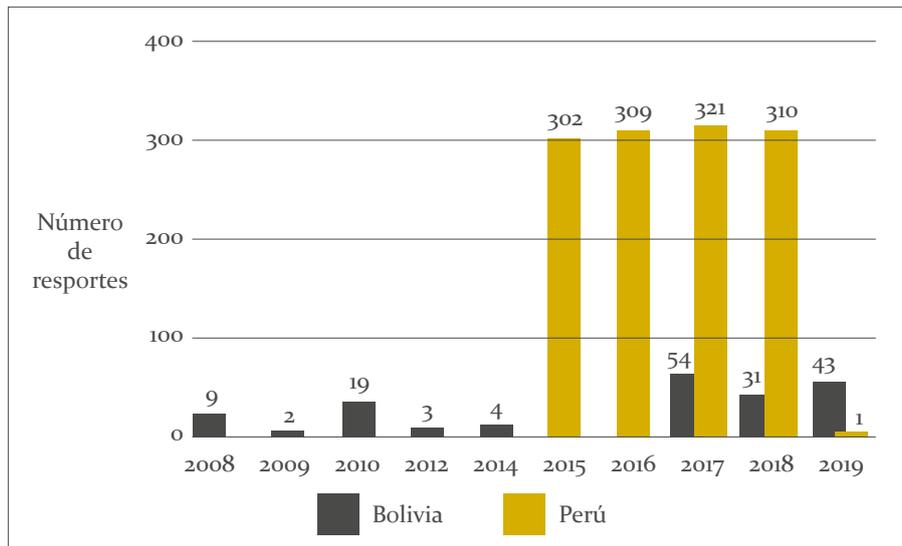


Figura 1. Número de informes gubernamentales no publicados de *chaccus* registrados cada año desde 2008 hasta 2019 para Bolivia (azul) y Perú (rojo).

Los registros de Bolivia incluyeron 3 departamentos, 16 provincias y 22 distritos, y los de Perú incluyeron 13 departamentos, 60 provincias y 173 distritos. Todos los registros de Bolivia corresponden a vicuñas en silvestría, mientras que el 39% (489/1243) de los registros de las autoridades peruanas se referían a poblaciones en silvestría, seguido del manejo mixto (19%, 234/1243) –que incluye individuos en silvestría y en semicautiverio– y el menor número de informes corresponde a las poblaciones en semicautiverio (17%, 205/1243). El tipo de manejo no se documentó en el 25% (315/1243) de los registros de Perú.

Los datos obtenidos incluyeron el tamaño de la población manejada; el número de individuos esquilados, capturados o muestreados; la ubicación y el año del evento de manejo; el número de individuos registrados con lesiones compatibles con sarna, caspa, piojos o garrapatas; el número de individuos tratados; y el número de individuos muertos observados. También se obtuvo información detallada de las vicuñas manejadas, incluyendo la proporción macho-hembra, el rango de edad y la condición corporal general.



## 2.2. VIGILANCIA

### 2.2.1. Métodos de diagnóstico

De un total de 122 estudios que cumplían nuestros criterios de calidad, 41 (34%) informaban de la búsqueda de sarna sarcóptica en CSA vivos o muertos (incluyendo 4 publicaciones de noticias). Solo 23 de las 41 publicaciones (56%) describieron el método utilizado para evaluar a un animal como infectado o sospechoso de estarlo (a los que nos referiremos a partir de ahora como “individuos sospechosos”), aunque los criterios utilizados para considerar a un animal como sospechoso no estaban claros. La detección de ácaros a partir de lesiones compatibles con la sarna se utilizó para detectar la sarna en 17 estudios (74%), y en 6 de ellos se informó de la variante *S. scabiei* (var. *aucheniae*) sin describir el método utilizado para identificarla. En los 6 estudios restantes (26%) sólo se utilizó la identificación visual de las lesiones compatibles con la sarna, 5 en animales vivos y 1 en animales vivos y muertos.

La sarna sarcóptica en vicuñas manejadas durante *chaccus* en Bolivia y Perú (en referencia a los datos no publicados de los registros gubernamentales) se evalúa casi exclusivamente mediante la identificación visual de lesiones compatibles con la sarna a través de un rápido examen físico mientras se mide su peso (CSA\_0066). La rapidez de este proceso es para reducir el tiempo de manipulación de las vicuñas manejadas, y no se utilizan métodos de identificación más rigurosos debido al limitado número de veterinarios (u otros profesionales capacitados) presentes para recoger muestras de los animales afectados (aunque los raspados pueden ser necesarios en casos específicos; por ejemplo, para investigación o vigilancia activa). Además, la notificación de la enfermedad en los registros de esquila no fue obligatoria hasta 2015, y antes de este periodo no se registraba sistemáticamente la presencia de sarna para apoyar el diagnóstico de sarna sarcóptica. Dado que en los registros evaluados por nuestro estudio no se dispone de información individual sobre los signos clínicos para corroborar la presencia de infección por *Sarcoptes*, todos los individuos con sarna sarcóptica notificada en estos *chaccus* se consideran aquí como “individuos sospechosos”.

La identificación de los ácaros de *S. scabiei* suele realizarse mediante un raspado cutáneo –utilizando una hoja de bisturí para raspar profundamente la periferia de la

piel o las lesiones infectadas– seguido de una identificación visual mediante microscopía óptica. Sin embargo, adquirir el ácaro y localizarlo en una muestra de raspado de piel puede ser difícil, ya que el ácaro es microscópico y se introduce en la epidermis. A pesar de tener la mayor especificidad, el diagnóstico por raspado de piel es extremadamente variable y depende del número de ácaros que se obtenga en la muestra, lo cual puede variar en función del estadio de la infección (p. ej., bajo número de ácaros en los estadios iniciales). Un estudio reciente por Fraser et al. (2018) ha demostrado que el método de detección con mayor sensibilidad es la PCR en raspados de piel, la cual podría ser una prueba alternativa o complementaria para identificar animales con bajos niveles de infestación por ácaros. Aunque es más eficaz, esta técnica puede ser costosa en comparación con la microscopía y puede no ser útil si no hay financiación.

**La observación visual debería utilizarse como método para identificar a los individuos con “sospecha” de sarna, seguida de un diagnóstico de laboratorio para confirmarla (p. ej., detección de ácaros); sin embargo, en las poblaciones en las que ya se ha confirmado la presencia de sarna, podría realizarse una evaluación sistemática de las lesiones mediante la observación visual como forma no invasiva de vigilar la aparición o los brotes de sarna en los CSA silvestres** (Ferreira et al., 2022). No se pueden descartar los diagnósticos erróneos cuando solo se realizan observaciones visuales, especialmente en el caso de animales asintomáticos (p. ej., animales en las primeras fases de la infección que son preclínicas). Además, otras enfermedades dermatológicas pueden tener presentaciones clínicas similares, como otras enfermedades parasitarias, enfermedades dermatológicas inmunomediadas, reacciones de hipersensibilidad, afecciones similares al pénfigo, trastornos nutricionales/metabólicos, u otras dermatitis por patógenos bacterianos o fúngicos (Foster, Jackson y D’Alterio, 2007; Valldeperes et al., 2019).

De los seis estudios que identificaron animales infectados mediante la visualización sistemática, tres describieron la lesión, las condiciones y los comportamientos que eran diagnósticos de sarna. Estas condiciones incluían pérdida de pelo, reducción del movimiento, heridas en el vientre y en las extremidades (CSA\_0033); heridas en la piel sin dar mayores detalles (CSA\_0155); prurito intenso, reducción del movimiento, hiperqueratosis (lesiones con costra) y pérdida significativa de pelo (CSA\_0211). Este último también clasificó la enfermedad en estadios, con descripciones para el estadio temprano (solo prurito), el avanzado (movimiento reducido o lesiones visibles en las extremidades del cuerpo) y el severo (todos los signos clínicos y pérdida de pelo extrema que se extiende a varias partes del cuerpo), y utilizó solo un observador para evitar sesgos. Los demás estudios no encontraron animales afectados (CSA\_0055) o no proporcionaron los signos clínicos buscados para identificar a los animales positivos para sarna (CSA\_0086; CSA\_0129).

La precisión de las observaciones visuales para determinar la presencia y prevalencia de la sarna dependerá en gran medida de la experiencia del observador. Además de un Plan Nacional de 5 años que maneja SENASA para el control de la sarna sarcóptica en vicuñas, las autoridades peruanas han publicado un protocolo nacional para ayudar al diagnóstico y clasificación de la enfermedad durante los *chaccus* (CSA\_0066). **Los animales sospechosos pueden ser identificados por la presencia de dermatitis (inflamaciones de la piel), lesiones con costra, pérdida de pelo y picor. La gravedad de la enfermedad debe evaluarse por la ubicación (es decir, las orejas y las zonas infraorbitarias, las regiones axilares, inguinales y perineales, el vientre y las extremidades anteriores y posteriores) y la extensión (área de piel lesionada en función de la pérdida de pelo) de las lesiones observadas, así como por los signos clínicos y su intensidad en los animales afectados** (Tabla 3). Por último, el protocolo también recomienda la identificación de las vicuñas afectadas en semicautiverio para seguir evaluando la eficacia de las estrategias aplicadas para controlar la enfermedad.

Tabla 3. Clasificación de la sarna sarcóptica en vicuñas manejadas, recomendada por las autoridades gubernamentales de Perú: SERFOR, SENASA, INIA y SERNANP.

Gravedad de la enfermedad	Extensión de la pérdida de pelo	Tipo de lesiones	Signos clínicos
Leve o en fase inicial	< 10% del cuerpo	Inflamación de la piel (dermatitis) y pequeñas lesiones costrosas	Picor y rascado leves
Moderada	10 – 40% del cuerpo	Hiperqueratosis y aparición de lesiones costrosas	Picor y rascado intensos
Severa	40 – 60% del cuerpo	Hiperqueratosis severa, lesiones costrosas importantes, dermatitis con bordes evidentes y otitis externa	Picor y rascado extremos
Etapa muy avanzada	60 – 100% del cuerpo		

\* Tabla adaptada, extraída del protocolo elaborado por SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre), SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria), INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria), y SERNANP (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado) (CSA\_0066).

Promover la correcta identificación de los casos de sarna sarcóptica es un esfuerzo multinacional. Argentina, Bolivia y Chile también cuentan con lineamientos para la correcta identificación de animales infectados que incluyen figuras de animales con lesiones compatibles con sarna para ayudar en la identificación de vicuñas infectadas. Todos los protocolos están dirigidos a las partes interesadas en el monitoreo y conservación de CSA e incluyen las particularidades de su propio país. En Argentina, con base en el estudio realizado en el Parque Nacional San Guillermo (Ferreyra et al., 2022), dos investigadores (M. Uhart y H. Ferreyra) han desarrollado la *Guía de acciones ante la detección de sarna en camélidos silvestres. Dirección Nacional de Conservación - Administración de Parques Nacionales*, en la que describieron los principales signos clínicos de los animales con sarna sarcóptica en cada etapa de infección (muy similares a los presentados en la Tabla 3) e incluyeron un “Árbol de decisiones” para orientar las acciones necesarias a adoptar al detectar CSA con lesiones compatibles con sarna. Chile cuenta con un documento con instrucciones sobre la categorización de los estadios de la enfermedad, la evaluación de la condición corporal de los CSA, y el procedimiento y materiales para la toma de muestras, el cual se desarrolló a partir de la guía argentina. El protocolo boliviano señala que los animales con lesiones compatibles con sarna que se pueden observar a larga distancia (p. ej., durante un censo) y con trastornos del movimiento (p. ej., dificultad para caminar con las piernas abiertas) deben clasificarse como moderada a severamente afectados (MMAyA et al., 2021; MMAyA, SERNAP y ACOFIV, 2021), además de recomendar y dar instrucciones técnicas para el muestreo de animales muertos durante censos, monitoreos anuales de poblaciones de vicuñas, o hallazgos casuales.

### 2.2.2. Distribución espaciotemporal de los brotes de sarna en las poblaciones de CSA

El 33% (40/122) de las publicaciones y el 82% (1162/1408) de los registros gubernamentales no publicados de Bolivia y Perú (cada uno de ellos correspondiente a un *chacchu*) informaron de la existencia de una infección confirmada o sospechosa de sarna sarcóptica en CSA vivos o muertos. La ubicación de los casos (es decir, provincia y/o departamento del país) fue identificada en el 95% (38/40) de los estudios publicados, incluyendo 2 provincias de Argentina entre 2005 y 2018, 9 provincias de 3 departamentos de Bolivia entre 2006 y 2018, 4 provincias de 3 departamentos de Chile entre 1978 y 2018, y 7 provincias de 7 departamentos de Perú entre 2009 y 2019 (Tabla 4). Adicionalmente,



Tabla 4. Distribución espaciotemporal de los casos de sarna sarcóptica en CSA vivos y muertos, considerados como infectados o sospechosos de estarlo, a partir de 39 registros publicados y 234 datos no publicados de los registros gubernamentales proporcionados por las autoridades bolivianas y peruanas.

País	Provincia	Especies	Estado de la enfermedad (estado del animal) <sup>a</sup>	Periodo <sup>b</sup>	Referencia de los documentos publicados	Registros gubernamentales <sup>c</sup>
Argentina	Jujuy	Vicuñas	infectados (vivos y muertos)	2005-2014	CSA_0053; CSA_0177	-
	San Juan	Guanacos	infectados (vivos) y sospechosos (muertos)	2017-2018	CSA_0211	-
		Vicuñas	infectados (vivos) y sospechosos (muertos)	2017-2018	CSA_0211	-
		No especificado <sup>d</sup>	sospechosos (muertos)	2014	CSA_0114	-
	No reportado <sup>e</sup>	No especificado	sospechosos (vivos)	2017	CSA_0129	-
Bolivia	Antonio Quijarro	Vicuñas	sospechosos <sup>+</sup>	2019	-	1
	Bautista Saavedra	Vicuñas	infectados (vivos) y sospechosos <sup>+</sup>	2008-2018	CSA_0209	3
	Cercado	Vicuñas	infectados (vivos) y sospechosos <sup>+</sup>	2010	CSA_0209	3
	Franz Tamayo	Vicuñas	infectados (vivos) y sospechosos <sup>+</sup>	2006-2018	CSA_0011; CSA_0028; CSA_0209	10
	Ladislao Cabrera	Vicuñas	infectados (vivos) y sospechosos <sup>+</sup>	2010-2013	CSA_0028; CSA_0209	1
	Modesto Omiste	Vicuñas	infectados (vivos) y sospechosos <sup>+</sup>	2017-2018	CSA_0159; CSA_0209	1
	Nor Lipez	Vicuñas	sospechosos <sup>+</sup>	2018-2019	-	2
	Pacajes	Vicuñas	sospechosos <sup>+</sup>	2010	-	1
	Sajama	Vicuñas	infectados (vivos) y sospechosos (vivos y muertos) <sup>+</sup>	2008-2018	CSA_0028; CSA_0209	8
	Sacar	Vicuñas	infectados (vivos)	2009	CSA_0209	-
	Sud Lipez	Vicuñas	infectados (vivos) y sospechosos <sup>+</sup>	2012-2014	CSA_0209	3
	Sur Carangas	Vicuñas	infectados (vivos) y sospechosos <sup>+</sup>	2009-2012	CSA_0209	8
	La Paz*	Vicuñas	infectados (vivos)	2008-2018	CSA_0048; CSA_0209	-
	Oruro*	Vicuñas	infectados (vivos)	2009	CSA_0209	-

Sarna sarcóptica en camélidos sudamericanos (CSA):  
una revisión sistemática de la literatura

Chile	Copiapó	Vicuñas	sospechosos (vivos)	2012-2013	CSA_0086	-
	Huasco	Guanacos	sospechosos (vivos)	2017	CSA_0073	-
	Parinacota	Vicuñas	sospechosos (vivos y muertos)	2013-2016	CSA_0019; CSA_0086	-
	Tierra del Fuego	Guanacos	infectados (muertos) y sospechosos (vivos y muertos)	1978-2003	CSA_0063; CSA_0072; CSA_0075; CSA_0170	-
	Arica y Parinacota*	Vicuñas	sospechosos (vivos)	2018	CSA_0033	-
	Atacama*	Guanacos	sospechosos (vivos)	2011-2014	CSA_0207	-
		Vicuñas	sospechosos (vivos)	2012	CSA_0207	-
Perú	Abancay	Vicuñas	sospechosos +	2015	-	1
	Andahuaylas	Vicuñas	infectados (vivos) y sospechosos +	2015-2017	CSA_0013	3
	Antabamba	Vicuñas	sospechosos +	2018	-	1
	Apurímac	Vicuñas	sospechosos +	2018	-	1
	Aymaraes	Vicuñas	infectados (vivos) y sospechosos +	2015	CSA_0013	1
	Azangaro	Vicuñas	sospechosos +	2017-2018	-	3
	Canchis	Vicuñas	sospechosos +	2015-2018	-	5
	Cangallo	Vicuñas	sospechosos +	2015	-	1
	Carabaya	Vicuñas	sospechosos +	2015-2017	-	2
	Chincha	Vicuñas	sospechosos (vivos) +	2017-2019	CSA_0173	1
	Chucuito	Vicuñas	sospechosos +	2015-2018	-	8
	Churcampa	Vicuñas	infectados (vivos) y sospechosos (vivos) +	2015-2019	CSA_0017; CSA_0021; CSA_0155	1
	Cotabambas	Vicuñas	sospechosos +	2015-2018	-	6
	El Collao	Vicuñas	sospechosos +	2015-2018	-	5
	Espinar	Vicuñas	sospechosos +	2016	-	1
	Graú	Vicuñas	sospechosos +	2017	-	1
	Huamanga	Vicuñas	sospechosos +	2017	-	1
	Huanca Sancos	Vicuñas	sospechosos +	2015-2018	-	1
	Huancavelica	Vicuñas	sospechosos +	2015-2017	-	4
	Jauja	Vicuñas	sospechosos (vivos)	2018	CSA_0017	2

Sarna sarcóptica en camélidos sudamericanos (CSA):  
una revisión sistemática de la literatura

Perú	Junín	Vicuñas	sospechosos <sup>a</sup>	2017-2018	-	-
	Lampa	Vicuñas	sospechosos <sup>a</sup>	2017	-	9
	Lucanas	Vicuñas	infectados (vivos) y sospechosos (vivos) <sup>a</sup>	2012-2019	-	2
	Mariscal Nieto	Vicuñas	sospechosos <sup>a</sup>	2016	CSA_0004; CSA_0005; CSA_0017; CSA_0088; CSA_0140; CSA_0179; CSA_0189; CSA_0202; CSA_0205	95
	Parinacochas	Vicuñas	sospechosos <sup>a</sup>	2015	-	1
	Paruro	Vicuñas	sospechosos <sup>a</sup>	2015	-	1
	Quispicanchi	Vicuñas	sospechosos <sup>a</sup>	2015	-	1
	San Antonio de Putina	Vicuñas	sospechosos <sup>a</sup>	2015-2018	-	11
	Sánchez Cerro	Vicuñas	sospechosos <sup>a</sup>	2016	-	1
	Sandia	Vicuñas	sospechosos <sup>a</sup>	2018	-	1
	Santiago De Chuco	Vicuñas	sospechosos <sup>a</sup>	2016	-	2
	Sucre	Vicuñas	sospechosos <sup>a</sup>	2017	-	1
	Tarma	Vicuñas	sospechosos <sup>a</sup>	2016-2018	-	5
	Victor Fajardo	Vicuñas	sospechosos <sup>a</sup>	2015-2017	-	4
	Yauli	Vicuñas	sospechosos <sup>a</sup>	2015-2018	-	6
	Yauyos	Vicuñas	infectados (vivos) y sospechosos (vivos y muertos) <sup>a</sup>	2013-2016	CSA_0153; CSA_0188; CSA_0190; CSA_0203	2
	Apurímac, Ayacucho, Puno, Junín*	Vicuñas	infectados (vivos) y sospechosos (vivos) <sup>a</sup>	2015-2019	CSA_0132; CSA_0206	5
	No reportado	Vicuñas	sospechosos (vivos)	2009	CSA_0047	-

- a Se refiere a si los animales afectados fueron declarados como infectados o sospechosos de estar infectados por sarna sarcóptica. Entre paréntesis si los estudios incluyeron individuos muertos o vivos y el símbolo + se refiere a la inclusión de vicuñas manejadas durante chaccus.
- b Indica el año o el intervalo de años entre el informe más antiguo y el más reciente.
- c Datos de vicuñas manejadas que presentan lesiones compatibles con sarna sarcóptica registradas en los informes gubernamentales no publicados. Los valores se refieren al número de registros, cada uno correspondiente a un chaccu.
- d No se proporcionaron datos por especie de CSA por separado.
- e No se proporcionó la provincia ni el departamento del país.
- \* Departamento(s) del país donde se realizaron uno o más estudios, ya que no se facilitó la provincia.

### 2.2.3. Prevalencias reportadas

#### **Número de publicaciones que reportaron la prevalencia**

Se han realizado pocos estudios para estimar la prevalencia de la sarna en los CSA. Sin embargo, identificamos 20 documentos que informaban sobre el número de individuos infectados (vivos o muertos) con sarna sarcóptica confirmada y el número total de animales muestreados. De esos registros, 14 (70%) cumplieron los criterios para ser incluidos en el análisis cuantitativo, incluyendo 7 (50%) de Perú, 4 (29%) de Bolivia, 2 (14%) de Argentina y 1 (7%) de Chile (Tabla 5). Los estudios incluidos fueron publicados entre 2003 y 2019, siendo la mayoría publicados en la última década.

También se calculó la proporción de vicuñas manejadas en chaccus sospechosas de estar infectadas con sarna sarcóptica (Tabla 5). Los datos resumidos de los reportes gubernamentales no publicados de Bolivia y Perú corresponden a 220 215 vicuñas esquiladas, capturadas o muestreadas ( $n= 210\ 934$  de Perú y  $n= 9281$  de Bolivia) durante 1159 chaccus entre 2008 y 2019 (principalmente después de 2015), aunque la tasa de recaptura fue indeterminada, ya que es poco común identificar a los animales. Se excluyeron dos registros porque el número registrado de animales afectados era superior al número total de animales manejados.

Se detectó una importante heterogeneidad entre los registros publicados y no publicados. Por lo tanto, las siguientes estimaciones de prevalencia, incluso con intervalos de confianza bajos, deben interpretarse con cautela. Además, las estimaciones de prevalencia fueron muy variables según los métodos de diagnóstico, la ubicación geográfica y a lo largo del tiempo. También se investigó si el tipo de manejo de los CSA estaba asociado a la prevalencia de la sarna sarcóptica. Sin embargo, esta hipótesis no pudo confirmarse debido a las limitaciones de los datos.

#### **Heterogeneidad de las estimaciones de prevalencia entre los estudios y los registros gubernamentales no publicados**

En general, las estimaciones de prevalencia basadas en vicuñas vivas variaron considerablemente a lo largo de los años (del 0.9% al 64.2%). El número de muestras para estimar la prevalencia también varió mucho entre los estudios (rango: 36-25 296 individuos). Solo un estudio de Argentina estimó la prevalencia de sarna sarcóptica en guanacos vivos en un 33.3% con un número muy limitado de animales muestreados (12 individuos). Se usaron datos sobre la infección en CSA muertos de dos estudios, incluyendo uno sobre guanacos ( $n= 30$  animales) y vicuñas ( $n= 124$  animales) de Argentina (CSA\_0211) y otro sobre guanacos ( $n= 371$  individuos) de Chile (CSA\_0063). Ferreyra et al. (2021) no encontraron infección ni en guanacos ni en vicuñas utilizando métodos de observación (es decir, confirmación de lesiones compatibles con la sarna), mientras que la prevalencia de *S. scabiei* se estimó en un 33.7% de guanacos según Alvarado Gamez et al. (2004). Además, se reportó una alta prevalencia de sospecha de infección por sarna sarcóptica en guanacos muertos (88.2% en 2017, aunque solo un 15.4% en 2018, CSA\_0211) y vicuñas muertas (94.9% en 2017 y 88% en 2018, CSA\_0211) de Argentina, así como en vicuñas vivas de Perú (61.8% en 2018, CSA\_0132), aunque no se describieron las razones para considerar a estos animales como “sospechosos” y las conclusiones de estos resultados pueden ser inexactas.

Según datos no publicados (p. ej., datos de *chaccus*), la prevalencia de la sarna sarcóptica en vicuñas sospechosas osciló entre el 0% y el 28.6% en Bolivia y entre el 0% y el 100% en Perú, junto con una gran variación en el número de animales registrados por evento (rango: 5-373 en Bolivia y 1-4387 en Perú). Aunque el número total de vicuñas manejadas se registra en cada *chaccu* y se realiza una inspección visual de todos los animales antes de la esquila o liberación debido al registro obligatorio de todos los casos de sarna y caspa, no está claro si se detectan todas las vicuñas con

lesiones compatibles con sarna debido al poco tiempo que tienen los miembros de la comunidad para realizar el manejo y la esquila. Por lo tanto, no está claro si los datos que faltan corresponden a la ausencia de la enfermedad. Además, es probable que las proporciones de animales afectados por la sarna notificados sean imprecisas debido a sobreestimaciones y subestimaciones. Finalmente, los registros gubernamentales corresponden a poblaciones específicas de CSA (solo manejadas), y estos resultados no podrían extrapolarse a todo el país.

Tabla 5. Estimaciones de la prevalencia y proporción de sarna sarcóptica basadas en datos publicados de CSA infectados y sospechosos (n= 14 estudios revisados por pares) y en datos no publicados extraídos de los registros gubernamentales de vicuñas sospechosas (n= 1159chaccus) por país, año y método de diagnóstico.

País	Año	Diagnóstico	Especies (estado del animal)	Prevalencia/ Proporción (N, [95% CI]) <sup>a</sup>	Referencia de los documentos publicados	Registros gubernamentales <sup>b</sup>
Argentina	2005	Identificación de <i>S. scabiei</i>	Vicuñas (vivas)	0.9% (450, [0 - 2%])	CSA_0177	-
	2017	Lesiones compatibles con sarna	Vicuñas (vivas)	28.5% (347, [24 - 34%])	CSA_0211	-
			Vicuñas (vivas)	0% (99, [0 - 4%]); 94.9% (99, [88.4 - 98.1%]) <sup>*</sup>	CSA_0211	-
			Guanacos (vivos)	36.4% (11, [15 - 65%])	CSA_0211	-
			Guanacos (muertos)	88.2% (17, [64 - 0.98%]) <sup>*</sup>	CSA_0211	-
	2018	Lesiones compatibles con sarna	Vicuñas (vivas)	12.2% (131, [8 - 19%])	CSA_0211	-
			Vicuñas (muertas)	0% (25, [0 - 16%]); 88% (25, [69.2 - 96.7%]) <sup>*</sup>	CSA_0211	-
			Guanacos (vivos)	0% (1, [0 - 83%])	CSA_0211	-
			Guanacos (muertos)	0% (13, [0 - 27%]); 15.4% (13, [3.1 - 43.5]) <sup>*</sup>	CSA_0211	-
Bolivia	2006	Identificación de <i>S. scabiei</i>	Vicuñas (vivas)	5.6% (36, [1 - 19%])	CSA_0011	-
	2008	Lesiones compatibles con sarna	Vicuñas	0.9% (1694, [0.6 - 1.5%]) <sup>†</sup>	-	9
	2009	Lesiones compatibles con sarna	Vicuñas	0% (67, [0 - 6.5%]) <sup>†</sup>	-	2
	2010	Lesiones compatibles con sarna	Vicuñas	5.5% (671, [4 - 7.5%]) <sup>†</sup>	-	19

Sarna sarcóptica en camélidos sudamericanos (CSA):  
una revisión sistemática de la literatura

Bolivia	2012	Lesiones compatibles con sarna	Vicuñas	1.8% (219, [0.5 - 4.8%]) <sup>†</sup>	-	3
	2013	Identificación de <i>S. scabiei</i>	Vicuñas (vivas)	14.3% (84, [8 - 23%])	CSA_0028	-
	2014	Lesiones compatibles con sarna	Vicuñas	1.8% (166, [0.4 - 5.4%]) <sup>†</sup>	-	4
	2017	Lesiones compatibles con sarna	Vicuñas	0% (1896, [0 - 0.2%]) <sup>†</sup>	-	54
	2018	Identificación de <i>S. scabiei</i>	Vicuñas (vivas)	9.8% (92, [5 - 18%]); 5.1% (78, [2 - 13%])	CSA_0048; CSA_0159	-
		Lesiones compatibles con sarna	Vicuñas	1% (1481, [0.6 - 1.7%]) <sup>†</sup>	-	31
		Lesiones compatibles con sarna	Vicuñas	0.1% (3087, [0 - 0.3%]) <sup>†</sup>	-	43
Chile	2003	Identificación de <i>S. scabiei</i>	Guanacos (muertos)	33.7% (371, [29 - 39%])	CSA_0063	-
Perú	2013	Identificación de <i>S. scabiei</i>	Vicuñas (vivas)	4% (3929, [3 - 5%])	CSA_0140	-
	2014	Identificación de <i>S. scabiei</i>	Vicuñas (vivas)	1.7% (4012, [1 - 2%])	CSA_0140	-
	2015	Identificación de <i>S. scabiei</i>	Vicuñas (vivas)	36.3% (9811, [35 - 37%]); 9.4% (733, [7 - 12%]); 5% (3795, [4 - 6%]); 37.4% (107, [29 - 47%])	CSA_0004; CSA_0013; CSA_0140; CSA_0153	-
		Lesiones compatibles con sarna	Vicuñas	0.5% (54 834, [0.4 - 0.5%]) <sup>†</sup>	-	252
	2016	Identificación de <i>S. scabiei</i>	Vicuñas (vivas)	2.4% (9346, [2 - 3%]); 3.1% (3622, [3 - 4%])	CSA_0004; CSA_0140	-
		Lesiones compatibles con sarna	Vicuñas	0.5% (50 228, [0.4 - 0.6%]) <sup>†</sup>	-	246
	2017	Identificación de <i>S. scabiei</i>	Vicuñas (vivas)	3.4% (6139, [3 - 4%]); 1.7% (3706, [1 - 2%]); 1.7% (3700, [1 - 2%])	CSA_0004; CSA_0140; CSA_0202	-
		Lesiones compatibles con sarna	Vicuñas	0.4% (58 276, [0.4 - 0.5%]) <sup>†</sup>	-	260
	2018	Identificación de <i>S. scabiei</i>	Vicuñas (vivas)	64.2% (53, [51 - 76%]); 61.8% (102, [52 - 71%])*	CSA_0132	-

Perú		Lesiones compatibles con sarna	Vicuñas	0.8% (47 563, [0.7 - 0.9%]) †	-	235
	2019	Lesiones compatibles con sarna	Vicuñas (vivas)	22.8% (101, [16 - 32%]); 100% (33, [87.6 - 100%]) †	CSA_0155	1

- a Proporción de animales infectados sobre el total de individuos muestreados. Los valores entre paréntesis se refieren al tamaño de la muestra (N) del estudio y al intervalo de confianza (IC del 95%) calculado mediante la función binom. confint (método de Agresti-Coull) en el paquete binom de R 3.6.1 (R Core Team, 2022). El símbolo † se refiere a las proporciones del número de vicuñas registradas con lesiones compatibles con sarna sobre el total de vicuñas esquiladas, capturadas o muestreadas en chaccus.
- b Datos extraídos de los registros gubernamentales. Los valores se refieren al número de registros, cada uno de los cuales corresponde a un chaccu.
- \* Prevalencia basada en el número de animales declarados como sospechosos de estar infectados de sarna sarcóptica en los estudios publicados, aunque los criterios utilizados no estaban claros.

### Prevalencia de la sarna según los métodos de diagnóstico

La prevalencia difirió según el método utilizado para el diagnóstico de la sarna en los CSA vivos, la cual tendía a ser mayor cuando la positividad se había basado en la presencia de signos clínicos (p. ej., prurito, hiperqueratosis, eritema y ausencia de folículos pilosos). El hallazgo de ácaros muchas veces puede perjudicar la detección de la sarna en una población debido a la baja sensibilidad del raspado o de técnicas similares para extraer e identificar el parásito (véase el tema 2.2.1), lo que da lugar a una alta posibilidad de resultados falsos negativos. Además, asumimos que la sobreestimación de casos debida a un diagnóstico erróneo es poco probable debido a las lesiones visuales características asociadas a la sarna sarcóptica.

*Variabilidad espaciotemporal de las estimaciones de prevalencia basadas en datos publicados, extraídos de estudios revisados por pares y que han diagnosticado sarna mediante la identificación de *S. scabiei**

Para evaluar si la prevalencia de la sarna en los CSA podría diferir según la localidad e identificar las variaciones temporales existentes de la misma, se compararon 22 estimaciones de 10 (71%) estudios con diseños similares (es decir, individuos vivos infectados que fueron diagnosticados mediante la identificación de *S. scabiei*) a lo largo de los años. Los resultados se refieren a vicuñas vivas de Argentina, Bolivia y Perú, ya que no se dispone de datos de Chile ni de guanacos (Tabla 6).

Sobre la base de 6 estudios en Perú y 4 en Bolivia, el promedio de las estimaciones de prevalencia de *S. scabiei* en Bolivia (11.9%, desviación estándar [DE]: 0.147, rango 0-38.9%) fue más alto en comparación con Perú (10.4%, DE: 0.134, rango 0.3-37.4%) y con la prevalencia estimada de un estudio realizado en animales vivos en Argentina (0.9% en la provincia de Jujuy). Cabe destacar que, a pesar de la baja prevalencia observada en Argentina, un estudio reciente reportó una dramática reducción de las poblaciones de CSA en el Parque Nacional San Guillermo asociada a un brote de sarna (Ferreira *et al.*, 2022). Este estudio no ha sido considerado en esta sección, ya que utilizan la observación sistemática como método de diagnóstico, lo que podría llevar a comparaciones engañosas. Sin embargo, si no consideráramos el método de diagnóstico, Argentina mostraría una prevalencia media mayor (15.6%, DE: 0.164) que ambos países.

Franz Tamayo (38.9% de 18 vicuñas) y Ladislao Cabrera (30.8% de 13 vicuñas) fueron las provincias bolivianas con mayores estimaciones de prevalencia. La mayor prevalencia de Perú (64.2% de 53 vicuñas) se estimó a partir de un estudio realizado en las provincias de Huarccoy y Huaquirca, San Juan de Ondores y Trapiche de los departa-

mentos de Apurímac, Junín y Puno, respectivamente. Sin embargo, no se ha proporcionado información especificada por cada provincia (CSA\_132).

Bautista Saavedra (Bolivia), Franz Tamayo (Bolivia) y Lucanas (Perú) fueron las únicas 3 provincias con más de una estimación. En la provincia boliviana de Bautista Saavedra no se observó ningún caso a lo largo de los años, mientras que en Franz Tamayo la prevalencia aumentó más del 30% en la última década. La mayoría de las estimaciones de Lucanas fueron inferiores al 5%, con un aumento pronunciado en 2015. En general, a pesar del número limitado de estudios, observamos picos en las estimaciones de prevalencia (> 30%) en 2013, 2015 y 2018. Aunque estas observaciones podrían representar la variación temporal de la sarna en vicuñas, no podemos excluir la posibilidad de sesgos debido a un aumento de las publicaciones o al diseño de los estudios centrados en las poblaciones infectadas en estos años.

Se observaron resultados contradictorios entre 2 estudios realizados en el mismo año (2015) y localidad (provincia de Lucanas en Perú). Bujaico Mauricio et al. (2015) reportaron una alta prevalencia basada en 2111 vicuñas infectadas bajo el sistema de manejo en semicautiverio y cercos permanentes, las cuales fueron muestreadas durante 36 chaccus en el año. Se observó una disminución significativa en los años siguientes (2016 y 2017), la cual se asoció a un programa de control y tratamiento (es decir, 0.2 mg/kg de ivermectina) para la sarna llevado a cabo en 2015 (Bujaico y Zuñiga, 2016; Bujaico Mauricio, 2018). Por el contrario, Chipana y Flores (2018) citaron una menor prevalencia en esta misma región (5%), pero el estudio se limitó a los individuos de la Reserva Nacional Pampa Galeras – Barbara D’Achille y no especificó el número de eventos incluidos. Por lo tanto, las razones de las grandes diferencias entre los resultados de estos estudios no están claras.

Tabla 6. Estimaciones de la prevalencia por provincias a lo largo de los años a partir de datos publicados, extraídos de 11 estudios revisados por pares de vicuñas vivas diagnosticadas de sarna sarcóptica por identificación de *S. scabiei*.

País	Provincia	Año	Prevalencia (N, [95% CI]) <sup>a</sup>	Referencia de los documentos publicados
Argentina	Jujuy	2005	0.9% (450, [0.3 - 2.3%])	CSA_0177
Bolivia	Bautista Saavedra	2006	0% (10, [0 - 32.1%])	CSA_0011
		2013	0% (22, [0 - 17.5%])	CSA_0028
	Franz Tamayo	2006	7.7% (26, [1 - 25.3%])	CSA_0011
		2013	38.9% (18, [20.2 - 61.5%])	CSA_0028
	Ladislao Cabrera	2013	30.8% (13; [12.4 - 58%])	CSA_0028
	Modesto Omiste	2018	5.1% (78, [1.6 - 12.8%])	CSA_0159
	Sajama	2013	3.2% (31, [0 - 17.6%])	CSA_0028
	La Paz <sup>b</sup>	2018	9.8% (92, [5 - 17.8%])	CSA_0048
Perú	Andahuaylas	2015	16.9% (402, [13.6 - 20.9%])	CSA_0013
	Aymaraes	2015	0.3% (331, [0 - 1.9%])	CSA_0013
	Lucanas	2013	4% (3929, [3.4 - 4.6%])	CSA_0140

Sarna sarcóptica en camélidos sudamericanos (CSA):  
una revisión sistemática de la literatura

Perú		2014	1.7% (4012, [1.3 - 2.1%])	CSA_0140
		2015	36.3% (9811, [35.4 - 37.3%]); 5% (3795, [4.3 - 5.7%])	CSA_0004; CSA_0140
		2016	2.4% (9346, [2.1 - 2.7%]); 3.1% (3622, [2.6 - 3.7%])	CSA_0004; CSA_0140
		2017	3.4% (6139, [3 - 3.9%]); 1.7% (3706, [1.3 - 2.2%]); 1.7% (3700, [1.3 - 2.2%])	CSA_0004; CSA_0140; CSA_0202
	Yauyos	2015	37.4% (107, [28.8% - 46.8%])	CSA_0153
	Huaccco y Huaquirca (Apurímac), San Juan de Ondores (Junín), and Trápiche (Puno) <sup>c</sup>	2018	64.2% (53, [50.7 - 75.7%])	CSA_0132

- a Se refiere al número de animales infectados sobre el total de vicuñas muestreadas. Los valores entre paréntesis se refieren al tamaño de la muestra (N) del estudio y al Intervalo de Confianza (IC 95%) calculado mediante la función `binom.confint` (método Agresti-Coull) del paquete `binom` en R 3.6.1 (R Core Team, 2022).
- b Departamento(s) del país donde se realizaron uno o más estudios, ya que no se facilitó la provincia.
- c La información no fue especificada por provincia o departamento.

*Variabilidad en la proporción de sospecha de infección por sarna en vicuñas manejadas según datos no publicados de los registros gubernamentales de chaccus*

También investigamos las variaciones espaciotemporales en la proporción de vicuñas manejadas con lesiones compatibles con sarna registradas durante los chaccus (n= 1159). **A lo largo de los años, el promedio de la proporción de registros de vicuñas con lesiones compatibles con sarna aumentó en Perú y pareció variar en Bolivia, incluyendo picos cada 2 años seguidos de reducciones (Figura 3).**

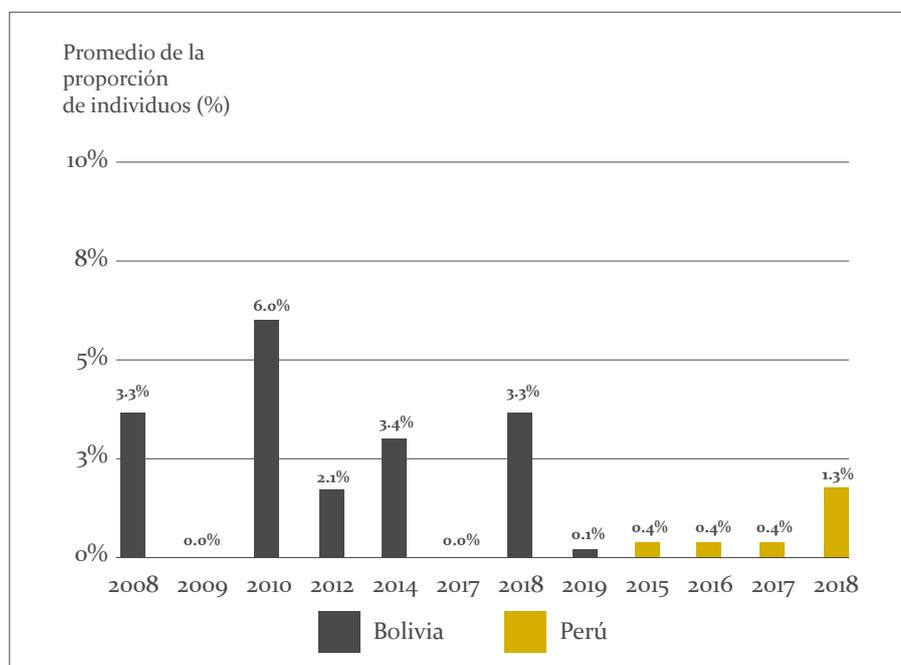


Figura 3. Proporción media de vicuñas registradas con lesiones compatibles con sarna durante los chaccus entre 2008 y 2018. La estimación de 2019 se omitió porque incluyó un solo evento que mostró una proporción del 100% de 33 animales.

La proporción media fue más alta en La Paz en Bolivia (8.4%, DE: 0.09), seguido por los departamentos peruanos de Apurímac (1.8%, DE: 0.11) e Ica (1.8%, DE: 0.05) (Figura 4). A nivel de provincia, la mayor proporción de vicuñas afectadas registrada en Bolivia fue del 28.6% (de 7 individuos) en Franz Tamayo (La Paz) en 2018. En Perú, el 100% de las 33 vicuñas manejadas fueron registradas con sospecha de infección por sarna sarcóptica en el único chaccu analizado de la provincia de Lucanas (Ayacucho) en 2019.

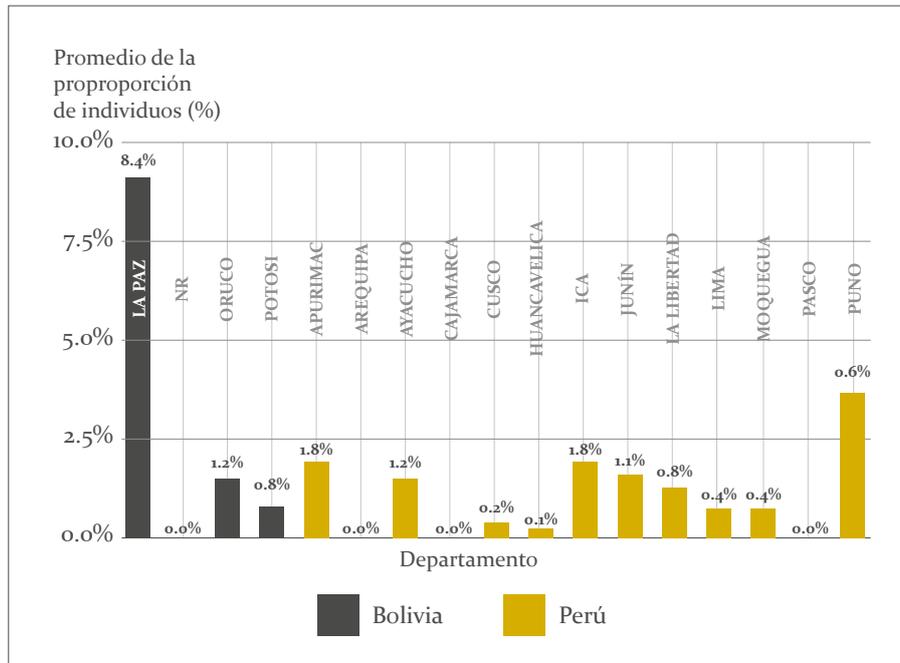


Figura 4. Proporción media de vicuñas registradas con lesiones compatibles con sarna durante los chaccus de Bolivia y Perú. NR se refiere a los registros en los que no se especificó el departamento o la provincia.

También comparamos las proporciones de vicuñas sospechosas a lo largo de los años entre las provincias de los departamentos con mayores proporciones medias (Tabla 7). **Observamos que la mayoría de las localidades han mostrado un aumento en la proporción de animales afectados después de 2017. Se observaron pocas excepciones en las provincias de Bautista Saavedra (Bolivia) y Andahuaylas (Perú) con proporciones más altas en 2008 y 2015, respectivamente.**

Tabla 7. Promedio de la proporción de vicuñas con lesiones compatibles con sarna registradas en los registros gubernamentales no publicados (n= 99) de chaccus.

País	Departamento	Provincia	Año	Promedio de la proporción (Desviación estándar) <sup>a</sup>	No. de eventos <sup>b</sup>
Bolivia	La Paz	Bautista Saavedra	2008	11% (DE: 0.05)	2
			2018	7.7% (DE: N/A)	1
		Franz Tamayo	2008	0.7% (DE: 0)	5
			2018	13.9% (DE: 0.11)	5
			2010	14.3% (DE: N/A)	1

Sarna sarcóptica en camélidos sudamericanos (CSA):  
una revisión sistemática de la literatura

Perú	Apurímac	Abancay	2015	6.7% (DE: N/A)	1
		Andahuaylas	2015	0.8% (DE: 0.02)	9
			2016	0% (DE: 0)	7
			2017	0.1% (DE: 0)	9
			2018	0% (DE: 0)	5
		Antabamba	2016	0% (DE: N/A)	1
			2017	0% (DE: N/A)	1
			2018	3.7% (DE: N/A)	1
		Apurímac	2018	22.7% (DE: N/A)	1
		Aymaraes	2015	0% (DE: 0)	6
			2016	0% (DE: 0)	6
			2017	0% (DE: 0)	6
			2018	0% (DE: 0)	6
		Cotabambas	2015	1.8% (DE: 0.02)	3
			2016	0% (DE: 0)	2
			2017	0.3% (DE: 0.01)	3
			2018	31.6% (DE: 0.55)	3
		Grau	2015	0% (DE: 0)	2
			2016	0% (DE: 0)	2
			2017	0.7% (DE: 0.01)	2
			2018	0% (DE: 0)	2
	Ica	Chincha	2015	0% (DE: 0)	2
			2016	0% (DE: 0)	2
			2017	6.4% (DE: 0.09)	2
			2018	0% (DE: N/A)	1

a Se refiere al número de vicuñas registradas con lesiones compatibles con sarna sobre el total de vicuñas esquiladas, capturadas o muestreadas utilizando datos extraídos de registros gubernamentales no publicados. Los valores entre paréntesis se refieren a la desviación estándar de las estimaciones de las proporciones. N/A: No aplicable.

b Se refiere al número de chaccus incluidos por año.

### Prevalencia según el tipo de manejo

Además de los datos espaciales y temporales, se analizaron los datos de 8 estudios (57%) con diseños similares (es decir, individuos vivos infectados que fueron diagnosticados mediante la identificación de *S. scabiei*) que informaban sobre los tipos de manejo utilizados en las vicuñas infectadas (Tabla 8).

Las estimaciones de prevalencia de vicuñas infectadas en silvestría oscilaron entre el 0.9% (de 450 individuos de Argentina) y el 37.4% (de 107 animales de Perú). Se obtuvieron resultados similares con los datos de 2 estudios sobre vicuñas infectadas en semicautiverio, con estimaciones de prevalencia que oscilaron entre el 0.3% (de 331 individuos, CSA\_0013) y el 36.3% (de 9811 individuos, CSA\_0004).

A partir de los registros gubernamentales no publicados de *chaccus* en Perú, se identificó un mayor promedio de la proporción de vicuñas con lesiones compatibles con sarna entre las poblaciones en semicautiverio (20.3% de 43 116 individuos de 170 *chaccus*, DE: 0.44) y hubo una ligera diferencia entre el manejo en silvestría (0.7% de 73 725 individuos de 392 eventos, DE: 0) y el manejo mixto (0.6% de 56 804 individuos de 202 *chaccus*, DE: 0). Todas las vicuñas de Bolivia eran animales en silvestría y la proporción media de vicuñas afectadas fue del 1.4% (DE: 0.02). La proporción de vicuñas afectadas registradas con lesiones compatibles con sarna también varió según el tipo de manejo, incluyendo una disminución del 0.8% entre los animales en silvestría de Bolivia en los últimos 10 años y un aumento del 0.6% en Perú (Tabla 8). Asimismo, se observó un aumento de la proporción de vicuñas afectadas tanto en semicautiverio como en manejo mixto.

Tabla 8. Estimaciones de la prevalencia de sarna sarcóptica según el tipo de manejo a lo largo de los años, utilizando los datos de 8 estudios revisados por pares (datos publicados) sobre vicuñas vivas infectadas con sarna sarcóptica diagnosticada por identificación de *S. scabiei* y de los registros gubernamentales no publicados de vicuñas sospechosas con lesiones compatibles con sarna en los *chaccus*. No se incluyen los registros en los que no se registró el tipo de manejo.

País	Tipo de manejo	Año	Prevalencia (N, [95% CI]) <sup>a</sup>	Referencia de los documentos publicados	Registros gubernamentales <sup>b</sup>
Argentina	Silvestría	2005	0.9% (450, [0.3% - 2.3%])	CSA_0177	-
Bolivia	Silvestría	2006	5.6% (36, [0.6% - 19.1%])		-
		2008	0.9% (1694, [0 - 1.5%])		9
		2009	0% (67, [0 - 6.5%])		2
		2010	5.5% (671, [4 - 7.5%])		19
		2012	1.8% (219, [0.5 - 4.8%])		3
		2013	14.3% (84, [8.2% - 23.5%])	CSA_0028	-
		2014	1.8% (166, [0.4 - 5.4%])		4
		2017	0% (1896, [0 - 0.2%])		54
		2018	9.8% (92, [5% - 17.8%]); 5.1% (78, [1.6% - 12.8%])	CSA_0048; CSA_0159	-
			1% (1481, [0.6 - 1.7%])	-	31
		2019	0.1% (3087, [0 - 0.3%])	-	43

Perú	Silvestría	2015	16.9% (402 [13.6 - 20.9%]); 37.4% (107, [28.8% - 46.8%])	CSA_0013; CSA_0153	-
			0.3% (17 545, [0.2 - 0.4%])	-	88
		2016	0.7% (19 764, [0.6 - 0.8%])	-	104
		2017	0.7% (19 374, [0.6 - 0.8%])	-	105
		2018	0.9% (17 042, [0.8 - 1.1%])	-	95
	Semicautiverio	2015	36.3% (9,811, [35.4% - 37.3%]); 0.3% (331, [0 - 1.9%])	CSA_0004; CSA_0013	-
			0.3% (10 560, [0.2 - 0.4%])	-	42
		2016	2.4% (9346, [2.1% - 2.7%])	CSA_0004	-
			0.4% (8438, [0.2 - 0.5%])	-	38
		2017	3.4% (6139, [3% - 3.9%])	CSA_0004	-
			0.1% (13 535, [0.1 - 0.2%])	-	45
		2018	0.6% (10 550, [0.5 - 0.8%])	-	44
		100% (33, [87.6 - 100%])	-	1	
	Mixto	2015	0.4% (12 422, [0.3 - 0.6%])	-	49
		2016	0.4% (15 650, [0.3 - 0.5%])	-	55
		2017	0.6% (15 735, [0.5 - 0.7%])	-	52
2018		0.9% (12 997, [0.7 - 1%])	-	46	

- a Se refiere al número de animales infectados sobre el total de vicuñas muestreadas utilizando datos publicados o al número de vicuñas registradas con lesiones compatibles con sarna sobre el total de vicuñas esquiladas, capturadas o muestreadas utilizando datos extraídos de registros gubernamentales no publicados. Los valores entre paréntesis se refieren al tamaño de la muestra (N) del estudio y al intervalo de confianza (IC 95%) calculado mediante la función *binom.confint* (método Agresti-Coull) del paquete *binom* en R 3.6.1 (R Core Team, 2022).
- b Se refiere al número de *chaccus* realizados en el año.

Aunque el manejo en semicautiverio y en cercos se señala con frecuencia como un factor de riesgo importante para la propagación de la sarna sarcóptica entre CSA, los datos limitados o ausentes de los estudios publicados y de los registros gubernamentales no publicados impidieron encontrar posibles asociaciones entre el manejo y la prevalencia de la sarna sarcóptica. **Por lo tanto, nuevos estudios con el mismo diseño experimental, muestreo aleatorio y en condiciones controladas ayudarían a comprender mejor la influencia de los distintos tipos de manejo en la prevalencia de la sarna sarcóptica en estos CSA manejados durante los *chaccus*.**

### 2.3. ORIGEN Y CAUSAS DE LA PROPAGACIÓN DE SARNA EN CSA

Hasta la fecha, ningún estudio ha presentado pruebas del origen, el establecimiento o la diseminación de la sarna sarcóptica en las poblaciones de CSA, y los datos extraídos no fueron suficientes para identificar patrones o variabilidades de los brotes entre poblaciones. Sin embargo, la mayoría de los 33 documentos publicados que contenían datos cualitativos destacaban el contacto con animales domésticos y el manejo de las poblaciones de CSA como las principales causas de la aparición de la sarna sarcóptica en estas especies. Otras razones fueron la reubicación de animales (actividades de repoblación), las situaciones de estrés nutricional por la reducción de la calidad de las



zonas de pastoreo, y la superpoblación/sobrepastoreo en regiones con alta densidad de animales. A continuación, se discuten brevemente las principales causas y factores que presentan estos documentos publicados.

### **Contacto con animales domésticos**

Es común que las vicuñas y los guanacos se superpongan y compitan por las áreas de pastoreo con los camélidos domésticos en algunas regiones (Beltrán-Saavedra et al., 2011), aumentando los riesgos de sarna sarcóptica para los CSA. **Según la UICN, la creciente incidencia de la sarna sarcóptica entre las poblaciones de CSA está asociada a la introducción de camélidos domésticos en su territorio sin controles sanitarios** (Baldi et al., 2016; Acebes et al., 2018). Además, los criadores de llamas y alpacas suelen trasladar a sus camélidos domésticos en busca de mejores pastos, lo que podría favorecer la propagación de la sarna si no se controla adecuadamente en estos animales. Por lo tanto, el mantenimiento de alpacas y llamas sanas podría mitigar la transmisión de la sarna entre especies en las poblaciones de CSA. Por otra parte, se ha sugerido que los CSA son el origen de enfermedades infecciosas en camélidos domésticos (Beltrán-Saavedra et al., 2011; Ruiz Hurtado, 2016). Estudios anteriores mostraron una mayor prevalencia de la sarna sarcóptica en las CSA en silvestría en comparación con las poblaciones en cautiverio, asociando esta observación a mejores condiciones sanitarias y una mayor atención sanitaria preventiva en los individuos en cautiverio (Angulo-Tisoc et al., 2021) (que puede incluir el uso de acaricidas, seguimiento posterior al tratamiento y detección temprana de enfermedades; Angulo-Tisoc et al., 2021; CSA\_0013). En cambio, no hay estudios que informen de la transmisión de camélidos silvestres o domésticos al ganado vacuno u ovino. **Hasta donde sabemos, ningún estudio ha abordado plenamente la dirección de la transmisión cruzada entre camélidos silvestres y domésticos.**



### *Manejo de las poblaciones de CSA*

También se ha sugerido que la actividad humana es la causante de la aparición de la sarna sarcóptica. Esto incluye eventos de contacto impulsados por humanos, incluida la gestión de esquila de individuos vivos en áreas cercadas y poblaciones con mayor densidad. Además, los tratamientos administrados a los CSA durante los eventos de esquila no suelen completarse (una sola dosis de acaricida), y es poco probable que se monitoreen los individuos debido a la falta de identificación y la dificultad asociada con la recaptura de los animales tratados. Estas prácticas de tratamiento pueden promover la resistencia antiparasitaria y no permiten que los administradores comprendan la eficacia de los tratamientos y las tasas de recurrencia o identifiquen posibles enfermedades subyacentes que interfieren en la recuperación (p. ej., infecciones bacterianas secundarias). Desde un punto de vista evolutivo, el tratamiento puede interferir en los procesos de selección natural, por lo que los individuos menos resistentes o resilientes pueden sobrevivir debido a la interferencia del tratamiento, a pesar de ser inmunológicamente menos competentes.

### *Características ecológicas y conductuales*

Las características ecológicas pueden aumentar las probabilidades de brotes de sarna sarcóptica en CSA (Tompkins et al., 2015; Acebes, Vargas y Castillo, 2022; Escobar et al., 2022). **Las causas naturales de estrés, como los inviernos difíciles o las sequías, podrían hacer que estas poblaciones fueran más vulnerables al aumentar la susceptibilidad de los CSA inmunodeprimidos a la sarna sarcóptica debido a la limitación de recursos.**

El cambio climático podría exacerbar la expansión geográfica de los brotes. Junto con otros factores, la distribución de los CSA está normalmente asociada a la disponibilidad de alimentos y agua (CSA\_0055). Los cambios en la temperatura, la humedad y las precipitaciones podrían reducir la gran cantidad de fuentes de agua y la calidad

nutricional de las zonas de pastoreo. La mala calidad del suelo y de los pastos compromete negativamente la nutrición de los animales, dando lugar a animales inmunodeprimidos que podrían ser más susceptibles a la sarna. Además de la mala nutrición, la reducción de la disponibilidad de agua y pastos puede promover el aumento de la densidad de animales (es decir, la superpoblación), aumentando la frecuencia de transmisión directa. Por ejemplo, un estudio previo demostró una asociación entre los brotes de sarna en poblaciones de ardilla gris (*Sciurus griseus*) en una zona urbana de Washington (EE.UU.) con la pérdida y fragmentación del hábitat debido a una mayor densidad de hospedadores y, en consecuencia, una mayor probabilidad de transmisión directa. (Vander Haegen et al., 2018). Asimismo, el sobrepastoreo puede empeorar la disponibilidad de alimentos (CSA\_0028, CSA\_0187, CSA\_0188). Estos factores han sido destacados en un estudio previo de Ruiz Hurtado (2016) realizado en diferentes localidades de Bolivia, en el que describió una asociación entre la presencia de sarna y una disminución de los recursos alimenticios causada por la gran pérdida de hábitat debido a los cambios en el uso de la tierra (es decir, el cultivo de quinua) y el sobrepastoreo con llamas (CSA\_0028). El aumento de la densidad de animales también se observa en los CSA en semicautiverio. En este sentido, los cercos pueden ser considerados como una forma de facilitar el manejo, pero es necesario un monitoreo regular de la calidad de los pastos y de las fuentes de agua para asegurar buenos niveles nutricionales.

También se ha planteado en estudios anteriores la posibilidad de que otras variantes de *S. scabiei* más patógenas, procedentes de otras especies animales, estén infectando a poblaciones libres de sarna (Andrews, 1983; Rachowicz et al., 2005; Tompkins et al., 2015; Escobar et al., 2022; Monk et al., 2022). **El cambio climático, el aumento de la densidad de animales y otros factores que afectan la disponibilidad de alimentos y agua podrían promover el contacto interespecífico y aumentar la oportunidad de transmisión entre especies (aunque los ejemplos de transmisión entre especies en la literatura son limitados).**

El movimiento antropogénico de animales es otra vía para la transmisión y propagación de enfermedades a poblaciones no afectadas anteriormente. El movimiento de animales, ya sea con fines recreativos (p. ej., comercio de mascotas), económicos (p. ej., agricultura) o de conservación (p. ej., reintroducciones al área de distribución histórica), puede resultar en la expansión del área de distribución de enfermedades de la fauna silvestre (Gerhold y Hickling, 2016; Beckmann et al., 2022), y se ha pensado mucho en reducir estos riesgos al trasladar animales (Sainsbury y Vaughan-Higgins, 2012). **Es importante tener en cuenta la relación entre el movimiento humano de los animales y la transmisión de la sarna sarcóptica al realizar translocaciones de CSA, es decir, reubicar guanacos o vicuñas en regiones con baja densidad poblacional o áreas de distribución de donde han sido extirpados localmente** en el pasado. Estos eventos de reubicación son supervisados por autoridades nacionales que solo permiten seleccionar animales sin signos clínicos de enfermedades (SERFOR, 2016). Sin embargo, aun asegurando que sea personal experimentado quien participe en la identificación de sarna sarcóptica durante la inspección de los animales, no podemos excluir la posibilidad de que se transporten animales asintomáticos (p. ej., etapas tempranas de infección) que podrían ser una fuente de brotes en áreas libres de sarna.

**Por último, un importante factor de riesgo para la propagación de la sarna sarcóptica y el establecimiento de la enfermedad dentro de una población es el comportamiento gregario de los CSA, el cual facilita la transmisión directa.**

Además, estos animales comparten revolcaderos y estercoleros, lo que puede aumentar la probabilidad de transmisión. Este comportamiento también puede verse agravado por el cambio climático, ya que el aumento de la temperatura puede favorecer la persistencia ambiental de los ácaros, lo cual representa un importante obstáculo para el control de la enfermedad.



#### 2.4. OPCIONES DE TRATAMIENTO PARA LA SARNA SARCÓPTICA

##### *Protocolos terapéuticos existentes para CSA y otras especies*

Diecisiete documentos (8%, 17/212) incluían información sobre el tratamiento de camélidos contra la sarna sarcóptica en todo el mundo, de los cuales 3 (18%) se realizaron en vicuñas de Perú entre 2013 y 2016. Las 14 publicaciones restantes se referían a estudios realizados en camélidos domésticos de Sudamérica (n= 6), CSA pero sin información sobre el fármaco o dosis utilizada (n= 6), y camélidos silvestres o domésticos ubicados fuera de Sudamérica (n= 2). No se realizó ningún estudio en guanacos de Sudamérica. Aunque 49 569 vicuñas han sido tratadas durante 18 chaccus en Bolivia –a pesar de que las autoridades bolivianas han prohibido tratar vicuñas silvestres– y 296 en Perú (rango de animales tratados: del 0.3% de 308 individuos al 14.3% de 14 individuos en Bolivia y del 0% de 581 individuos al 100% de 88 individuos en Perú), no se dispone de datos del protocolo terapéutico, se desconoce la posología utilizada, y no se sabe si todos los tratamientos se referían a la administración de endectocidas. Por lo tanto, en esta sección solo se han considerado los datos de los documentos publicados.

Los tres estudios centrados en vicuñas trataron a los animales con ivermectinas parenterales (ivermectina o doramectina), siendo la ivermectina subcutánea el protocolo más utilizado. La dosis de ivermectina osciló entre 0.1 y 0.63 mg/kg, y la frecuencia de su administración incluyó 3 dosis vía subcutánea, cada una separada por 30 o 40 días (Tabla 9). **Entre los protocolos existentes para el tratamiento de la sarna sarcóptica en la fauna silvestre en cautiverio, las dosis múltiples de 0.2-0.4 mg/kg de ivermectina subcutánea parecen ser el tratamiento más eficaz para eliminar completamente los signos clínicos** (Rowe, Whiteley y Carver, 2019). Las dosis elevadas se asociaron a un periodo de recuperación menor (21 días) en la cabra montés (León-Vizcaino et al., 2001). Del mismo modo, la ivermectina es el principal

fármaco utilizado en la fauna silvestre en silvestría con un rango de dosis más elevado (0.17-0.8 mg/kg), el cual puede administrarse por vía subcutánea mediante dardos o por vía oral como alimento medicado en los animales capturados (Rowe, Whiteley y Carver, 2019; Moroni et al., 2022).

Solo un estudio se centró en 2 guanacos en cautiverio que fueron tratados exclusivamente con milbemicina parenteral (moxidectina, 2 dosis de 2 mg/kg/SC con un intervalo de 10 días entre ellas) en Grecia (Papadopoulos y Fthenakis, 2017), mostrando que las lesiones compatibles con sarna desaparecieron al cabo de 53 días en ambos individuos. La mayoría de los estudios sobre camélidos domésticos (es decir, llamas y alpacas) informó sobre el uso de múltiples dosis de avermectinas parenterales (principalmente ivermectina) y milbemicinas con una tasa de recuperación que oscilaba entre el 67% (2 de 3 llamas) y el 100% (las 10 alpacas) en un plazo medio de 55 días (Tabla 9). Tanto las avermectinas (ivermectina y doramectina) como las milbemicinas (moxidectina) son lactonas macrocíclicas muy utilizadas para el control de ectoparásitos. Incluso en dosis bajas, estos fármacos se distribuyen ampliamente en el organismo animal y su eliminación metabólica es lenta. Sin embargo, su vía de administración (p. ej., parenteral versus oral) y posible variación entre especies/individuos pueden afectar su farmacocinética. Se observó un efecto más rápido en varios conejos infectados tratados con ivermectina en comparación con los que presentaban condiciones clínicas similares pero fueron tratados con doramectina (Kaya et al., 2010). Por el contrario, estudios anteriores en animales infectados desarna han informado sobre una mayor eficacia y concentraciones plasmáticas prolongadas tras una única dosis de doramectina y moxidectina en comparación con la administración de ivermectina (El-Khodery et al., 2009; Gokbulut et al., 2010). Como la vida media de la moxidectina es más larga, se puede usar en formulaciones de acción prolongada, pero la falta de pruebas en animales silvestres limita su uso en la fauna silvestre, incluidos los CSA.

### **Resistencia a la ivermectina y tratamientos alternativos**

A pesar de su aparente alta eficacia, el uso extensivo de la ivermectina puede contribuir a la aparición de la resistencia de los ácaros. Varios factores biológicos de los ácaros podrían influir en la resistencia a la ivermectina, como la variabilidad genética de los ácaros y las tasas de recombinación (Xu et al., 1998; Prichard, 2001; Currie et al., 2004). **No obstante, el uso excesivo de ivermectina es un importante factor de riesgo que aumenta la multiplicación de ácaros resistentes que podrían extenderse con el movimiento de los animales y contaminar otros hábitats.** Se han descrito posibles estrategias terapéuticas como alternativas, aunque todavía no se han probado en CSA. Por ejemplo, una única dosis de moxidectina aplicada en forma cutánea (0.5 mg/kg) tuvo un mejor efecto en la recuperación de los búfalos y la eliminación de los ácaros en comparación con la ivermectina parenteral. Además, la administración tópica tanto de queratolíticos como de ectoparasiticidas (p. ej., el amitraz, a pesar de ser tóxico para los animales) junto con el tratamiento parenteral se han asociado a resultados satisfactorios en camélidos domésticos (Lau et al., 2007; Deak et al., 2021). Por otro lado, el uso exclusivo de selamectina tópica (6.0 mg/kg) fue ineficaz para prevenir la muerte de zorros enfermos de gravedad (Cypher et al., 2017). Los tratamientos orales con avermectinas o milbemicinas podrían ser otra opción para tratar a las poblaciones de fauna silvestre en libertad que hayan sido gravemente afectadas por la sarna sarcóptica (Rajković-Janje, Manojlović y Gojmerac, 2004; Wick y Hashem, 2019). Sin embargo, identificar fármacos con una concentración plasmática prolongada; determinar la variabilidad de la ingesta de alimentos medicados en diferentes individuos, su ecotoxicidad y resistencia antiparasitaria; y garantizar la seguridad de estos tratamientos son algunas de las principales barreras para implementar tratamientos masivos (Moroni et al., 2022) que deben abordarse en estudios posteriores. También se ha reportado el uso oral y tópico de fluralaner (clase isoxazolina) como tratamiento novedoso de la sarna sarcóptica en animales silvestres (p. ej., oso negro y wombats) debido a su vida media más larga, su seguridad y su alta rentabilidad (Wick

y Hashem, 2019; Wilkinson et al., 2021), una opción que podría explorarse para usarla en el futuro a nivel poblacional y también en CSA.

### **Evaluar la eficacia del tratamiento y los efectos secundarios**

Dos estudios realizaron el seguimiento del tratamiento en 1646 individuos (CSA\_0005-(Bujaico y Zuñiga, 2016)) y 23 individuos (CSA\_0153-Gálvez-Durand 2016). La proporción de vicuñas recuperadas varió del 9% (1 de 11 individuos infectados tratados con múltiples dosis de 0.3 mg/kg de doramectina) al 95% (1570 de 1646 individuos infectados tratados con 0.1-0.2 mg/kg de ivermectina; no se describió el número de dosis). Aunque se basa en un número muy limitado de estudios, la recuperación de las vicuñas parece asociada a 0.1-0.2 mg/kg de ivermectina. Sin embargo, ningún estudio ha utilizado un criterio sistemático de signos clínicos para evaluar la eficacia de los protocolos de tratamiento (p. ej., la presencia de fibra en las lesiones antes y después del tratamiento) ni ha informado de los hallazgos en cada periodo de evaluación posterior al tratamiento (es decir, a los 10, 31 y 42 días después del inicio del tratamiento en CSA\_0005-Bujaico y Zuñiga 2016 o al final del protocolo terapéutico en CSA\_0153-Gálvez-Durand 2016). De hecho, la información sobre el protocolo terapéutico y el seguimiento postratamiento en ambos estudios no fue suficiente, ya que no informaron (o proporcionaron información incompleta) sobre la posología utilizada (CSA\_0005-Bujaico y Zuñiga, 2016), la metodología para el diagnóstico de sarna sarcóptica (CSA\_0005-Bujaico y Zuñiga 2016), o la técnica utilizada para el seguimiento de los animales tratados (CSA\_0005-Bujaico y Zuñiga 2016; CSA\_0153-Gálvez-Durand 2016). Además, en el estudio que comparaba la ivermectina con la doramectina, solo el 26% (6 de 23) de los animales tratados con infección moderada completaron el protocolo de tratamiento (CSA\_0153-Gálvez-Durand 2016).

El estudio que reportó la mayor tasa de recuperación (95%) de los animales recapturados después de 42 días complementó el protocolo terapéutico con la administración tópica de una pomada a base de azufre y aceite quemado en las lesiones compatibles con sarna (a pesar de no tener el apoyo de los grupos académicos) y con el control ambiental del ácaro con cipermetrina (6 ml/l) en los revolcaderos (CSA\_0005-Bujaico y Zuñiga, 2016), lo cual podría limitar la (re)infección de las vicuñas al eliminar el *S. scabiei* que persiste en el ambiente. Por otra parte, no se describió el criterio utilizado para considerar a una vicuña como “recuperada”, aunque parecía ser su supervivencia tras 42 días después del tratamiento. Como no se disponía de información sobre la evaluación clínica posterior al tratamiento, se desconoce la proporción de animales tratados que mostraron recuperarse (es decir, reducción de la gravedad de la infección), y tampoco está claro si estos individuos requerirían tratamientos adicionales para una recuperación completa. Además, en este mismo estudio se notificaron 81 muertes de 349 animales gravemente afectados en un plazo de 42 días, lo que puede ser una subestimación dada la duración del seguimiento.

**Al no disponer de un grupo de control, parámetros específicos para definir la “recuperación” exitosa, y tiempo suficiente de observación pre y post administración del tratamiento, es difícil identificar los tratamientos exitosos.** Dados los retos logísticos asociados a la recaptura de animales tratados para evaluar su recuperación, los resultados del tratamiento suelen evaluarse recapturando una pequeña proporción de animales tratados o haciendo un seguimiento visual de los individuos tratados una vez liberados. Sin embargo, esto requiere que los individuos seguidos sean representativos de la población (p. ej., que hayan recibido la misma dosis de tratamiento, sean de diversas edades y sexos, la progresión de la sarna sea diferente) para evitar estimaciones sesgadas de las tasas de recuperación. **Por lo tanto, se necesita mejorar las metodologías en los estudios longitudinales de CSA tratados para determinar la supervivencia posterior a la liberación, las tasas de reinfección y el protocolo de tratamiento más eficaz.** Además, se desconocen las reacciones adversas a los tratamientos antiparasitarios en vicuñas y guanacos (o no están documentadas). Sin

embargo, los efectos secundarios de la ivermectina en animales salvajes incluyen gastroenteritis en primates no humanos (Kalema-Zikusoka, Kock y Macfie, 2002) y muerte asociada con la toxicidad del fármaco en cérvidos (Menzano et al., 2008). La información sobre la farmacocinética y la farmacodinámica de los fármacos utilizados en CSA, así como su seguridad en estas especies, debe aclararse mediante ensayos controlados aleatorios.

### **Tratamientos complementarios**

Además del tratamiento con ivermectina, dos estudios reportaron tratamientos complementarios con complejo vitamínico parenteral (CSA\_0179) y la administración tópica de un ungüento a base de azufre y aceite quemado en lesiones compatibles con sarna (CSA\_005). El uso de la pomada a base de aceite quemado está prohibido por las autoridades peruanas, que recomendaron una pasta de aplicación externa a base de triclorfón (conocido comercialmente como SARNAVET en Perú) como terapia tópica alternativa. Tampoco apoyamos el uso de aceite quemado como tratamiento tópico en animales, teniendo en cuenta los diversos estudios que demuestran las consecuencias negativas del derrame de petróleo en la vida silvestre, particularmente en los mamíferos marinos (Prabowo y Bae, 2019; Frasier et al., 2020; Wallace et al., 2020; King, Elliott y Williams, 2021). **Los aceites pueden afectar directamente la salud de la vida silvestre y tener un impacto negativo en la supervivencia y reproducción a largo plazo debido a su inhalación, ingesta y absorción dérmica (Helm et al., 2014; Tseng y Ziccardi, 2019).** En este último caso se pierde el aislamiento del pelaje y, por tanto, el proceso de termorregulación. Además, hasta donde sabemos, ningún estudio ha demostrado completamente la eficacia y los beneficios del aceite quemado para eliminar una infestación de ácaros, aunque se ha reportado que los aceites de origen natural (p. ej., extractos de plantas) alivian el prurito en enfermedades de la piel (Lee, Heo y Kim, 2010; Tabassum y Hamdani, 2014).

Las terapias de apoyo en animales en cautiverio, como el uso de antibióticos para infecciones bacterianas secundarias, los fluidos intravenosos y la nutrición alta en calorías que mejoran el estado clínico general del huésped, también son muy recomendables para tratar a los animales infectados (Kido et al., 2014; Couper y Bexton, 2016; Martin, Fraser, et al., 2018; SERFOR, 2021).

**Se han descrito prácticas de tratamiento no farmacéutico en camélidos domésticos, como plantas medicinales, remedios animales y minerales, y remedios para el cuerpo humano, así como rituales y otras técnicas tradicionales (p. ej., agitaciones y masajes) (Quiso Choque, 2014).** Sin embargo, estos tratamientos no farmacéuticos podrían presentar un grave riesgo para el bienestar de los animales debido a su uso frecuente por parte de los miembros de las comunidades locales, ya que su eficacia no ha sido establecida, ni siquiera junto con el tratamiento alopático con endectocidas.

### **Consideraciones generales**

Si bien las autoridades ambientales del gobierno boliviano prohibieron el tratamiento de las vicuñas manejadas en silvestría, la administración de compuestos de ivermectina se realiza comúnmente en vicuñas manejadas en Perú. Sin embargo, identificamos algunas limitaciones en la evaluación de la eficacia de los protocolos de tratamiento de la sarna sarcóptica en CSA. **En primer lugar, existen importantes limitaciones económicas para recapturar a las vicuñas tratadas en semicautiverio,** ya que un chaccu puede costar aproximadamente USD 2000 y las comunidades locales se resisten a coordinar un segundo *chaccu* solo con fines sanitarios (es decir, recaptura y tratamiento), donde es poco probable que los animales objetivo proporcionen cantidades rentables de fibra (ya que han sido esquilados recientemente). De hecho, esta es la razón por la que el protocolo de SERFOR sugiere un intervalo de 40 días entre dosis en lugar de los 15 días ampliamente recomendados en función del ciclo

de vida del parásito. En segundo lugar, las comunidades suelen realizar tratamientos preventivos con ivermectina (tanto a animales sintomáticos como a los aparentemente sanos), a pesar de los numerosos esfuerzos por concienciar a los miembros de la comunidad de que esta práctica no tiene resultados efectivos en el control de la sarna en la población manejada de CSA y más bien solo crea resistencia a los acaricidas. Sin embargo, debido a que las comunidades dependen de las ganancias de la esquila de fibra, existe presión a escala local para tomar medidas de manejo, incluso si las autoridades no recomiendan el método de manejo y, por lo tanto, es poco probable que estas comunidades cambien su comportamiento. Por eso, es necesario encontrar alternativas a estos métodos de tratamiento sin respaldo que puedan aplicarse fácilmente durante los *chaccus*. Finalmente, es probable que los tratamientos preventivos tengan impactos en cascada en el medio ambiente. Estudios previos han demostrado que la ivermectina administrada a animales domésticos se excreta en gran medida en su forma no metabolizada por las heces (Strong et al., 1996; O’hea et al., 2010; Mesa et al., 2017; Powell, Foster y Evans, 2018). La ivermectina eliminada no solo puede ejercer una presión de selección sobre diversos parásitos que se encuentran en el medio ambiente, sino que también puede afectar la biodiversidad que existe en estos hábitats, en particular la fauna invertebrada responsable de procesos ecológicos como la degradación del estiércol, la fertilización del suelo y la dispersión de semillas (Konopka et al., 2022). Sin embargo, hasta la fecha se desconocen los niveles de ecotoxicidad en los lugares de chaccu asociados al uso de ivermectina en CSA y se necesitan con urgencia estudios centrados en esta posible contaminación ambiental.

Tabla 9. Protocolos de tratamiento aplicados en camélidos silvestres y domésticos de todo el mundo (n= 11 registros).

País	Especie	Fármaco	Dosis <sup>a</sup>	Ruta <sup>b</sup>	No. de dosis	Intervalo entre dosis	No. de animales tratados <sup>c</sup>	Tasa de recuperación <sup>d</sup>	Referencias de los datos publicados
Alemania	Alpacas	Moxidectina	0.2	SC	8	21	4	100%	CSA_0200
	Llamas	Moxidectina	0.2	SC	8	21	3	67%	
	Alpacas y Llamas	Doramectina	0.5	C	NR	NR	7	0%	
Argentina	Llamas	Ivermectina	0.4	SC	2	14	NR	NR	CSA_0177
Grecia	Guanacos	Moxidectina	0.2	SC	2	10	2	100%	CSA_0181
Perú	Vicuña	Ivermectina	0.1 (jóvenes) 0.2 (adultos)	SC	NR <sup>e</sup>	NR	1646	95%	CSA_0005
		Ivermectina	0.4	SC	3	30 días	12	25% <sup>e</sup>	CSA_0153
		Doramectina	0.3				11	9% <sup>f</sup>	
		Ivermectina	0.2 0.63	SC	3	40 días	NR	NR	CSA_0066*

Perú	Alpacas	Ivermectina	0.2	SC	2	7	10	100%	CSA_0042
			0.2	IM	2	7	10	100%	
			0.3	SC	2	7	10	100%	
			0.3	IM	2	7	10	100%	
		Ivermectina	0.26	SC	1	NR	15	NR	CSA_0076
		Ivermectina	0.2	SC	NR	NR	NR	NR	CSA_0079
		Ivermectina	0.2	SC	NR	NR	NR	NR	CSA_0096
		Ivermectina	0.26 0.325	SC	NR	NR	2	100%	CSA_0107

- a Posología del tratamiento  
b Ruta de administración del fármaco: subcutáneo (SC), intramuscular (IM) o cutáneo (C).  
c Número de vicuñas tratadas con el mismo protocolo terapéutico y en el mismo periodo (es decir, mes y año)  
d Proporción de vicuñas declaradas como recuperadas tras el tratamiento, aunque no se facilitó la definición de “recuperación”  
e Solo 3 individuos con infección moderada completaron el protocolo de tratamiento y 1 se recuperó completamente  
f Solo 3 individuos con infección moderada completaron el protocolo de tratamiento y todos se recuperaron completamente  
\* Protocolo de tratamiento recomendado por las autoridades gubernamentales peruanas para ser aplicado en animales capturados en silvestría que presenten signos clínicos graves de sarna sarcóptica.  
NR - Información no disponible/no reportada

## 2.5. IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS EN LAS COMUNIDADES ANDINAS DEBIDO A LOS CSA INFECTADOS

Dada la importancia cultural y económica de los CSA para las comunidades andinas (p. ej., por la fibra de los CSA), la sarna sarcóptica también puede afectar la economía y cultura de las comunidades locales que interactúan con los CSA (Sahley, Vargas y Valdivia, 2007; Vilá y Arzamendia, 2022). En general, la proporción de animales esquilados es del 30% al 40% del total de animales capturados (Calmet y Calmet, 2015; Bujaiico Mauricio, 2018; Quispe Coaquira et al., 2018). Por lo tanto, **las infestaciones por sarna sarcóptica, incluso en unos pocos animales, podrían dar lugar a importantes pérdidas económicas causadas por la reducción de la fibra cosechada, ya que la esquila de los animales infestados está prohibida.** Un estudio de 3 años realizado en Lucanas (Ayacucho, Perú) reportó una media de 2896 vicuñas esquiladas (aproximadamente el 35% de los animales capturados) al año (Bujaiico Mauricio, 2018). Este mismo estudio reportó una pérdida global de más de 63.7 kg de fibra debido a la sarna sarcóptica, correspondiente a USD 22 300 dentro del periodo estudiado que incluyó 23 chaccus en 2015, 23 en 2016 y 36 en 2017.

**Por otro lado, el alto valor cultural de estas especies para las comunidades puede impedir algunas intervenciones de sanidad animal y estrategias contra la sarna.**

Por ejemplo, las vicuñas son consideradas criaturas divinas y propiedad de la Pachamama (Madre Tierra) para algunos grupos indígenas andinos que creen que algunas intervenciones en los CSA no están permitidas. Además, la ausencia de una relación estrecha entre las comunidades andinas y los investigadores locales se traduce en una escasa participación de la comunidad en los estudios epidemiológicos. Ambas situaciones pueden poner en peligro el control de la enfermedad y dificultar la realización de intervenciones preventivas.

Todo lo anterior se refiere a los efectos más inmediatos de los brotes incontrolados de sarna. Sin embargo, la expansión del *S. scabiei* podría tener consecuencias más graves a largo plazo, tanto para la conservación de guanacos y vicuñas como para la situación social de las comunidades. Si la sarna sarcóptica se convierte en un problema descontrolado que limita la calidad y cantidad de fibra cosechada, las comunidades

locales que manejan camélidos silvestres pueden abandonar esta responsabilidad si no es rentable económicamente. Sin la inversión de las comunidades, los CSA podrían enfrentar otras amenazas como la caza furtiva, que actualmente se controla a través de acuerdos de gestión para la cosecha sostenible de los CSA (en los que las comunidades se comprometen a apoyar la conservación de estas especies). Además, las comunidades locales que realizan los *chaccus* se caracterizan por una alta incidencia de pobreza total o extrema en situación de alta vulnerabilidad y solo el 1% de ellas se dedica al aprovechamiento de la fibra de CSA como su actividad principal (CSA\_0189). Por lo tanto, los miembros de estas comunidades realizan *chaccus* como una actividad extra para complementar sus ingresos personales y comunales, los cuales se invierten en desarrollo comunitario, manejo de CSA (p. ej., mantenimiento de cercos, contratación de guardaparques, equipo de esquila) y conservación de vicuñas. **En este contexto, si el aprovechamiento de la fibra ya no proporciona el rendimiento económico esperado, algunos miembros de estas comunidades podrían iniciar actividades ilegales, algunas de los cuales pueden ser incompatibles con la conservación de CSA (p. ej., minería ilegal).**



Omar Torrico - WCS

## 2.6. PERCEPCIONES SOBRE LA EXTENSIÓN DEL PROBLEMA DE LA SARNA SARCÓPTICA EN CSA

Resumimos las opiniones y percepciones de los autores relacionadas con la sarna sarcóptica en las poblaciones de CSA a partir de 49 publicaciones, utilizando principalmente literatura gris (78%). En particular, captamos la percepción de los autores sobre (i) la magnitud de la sarna sarcóptica en las poblaciones de CSA, su propagación en el espacio y tendencias temporales; (ii) las causas que perciben de su propagación (es decir, factores ambientales y prácticas de manejo); y (iii) la eficacia de los tratamientos veterinarios.

**Entre las publicaciones que informan sobre la situación de la sarna sarcóptica en guanacos (n= 11), la mayoría de los autores (55%) consideraron que las poblaciones de guanacos están “moderadamente” afectadas por la enfermedad y solo unos pocos estudios las consideraron “muy” (27%, 3/11) o “poco” (18%, 2/11) afectadas. En las vicuñas (n= 20 publicaciones), la prevalencia se describió como “alta” (40%, 8/20) o “baja” (35%, 7/20), pero pocos la han considerado como “moderada” (25%, 5/20). En ambas especies de CSA, mayormente se reportó una prevalencia “creciente” (55%, 6/11 en guanacos y 55%, 11/20 en vicuñas), seguida de “desconocida” (36%, 4/11 publicaciones de guanacos y 30%, 6/20 de vicuñas). Los registros restantes describieron la prevalencia como “estable” (9%, 1/11 en guanacos y 10%, 2/20 en vicuñas) o “en descenso” (5%, 1/20 en vicuñas).**

La percepción sobre el origen y las causas de la sarna sarcóptica en guanacos se extrajo de 5 publicaciones. Sin aportar evidencias, todos los estudios especularon que la infección es el resultado de un contacto más estrecho con animales domésticos, y la mayoría (80%, 4/5) asoció su aparición con las actividades humanas (p. ej., la obtención de fibra de CSA durante los *chaccu*). Asimismo, el establecimiento de la enfermedad en vicuñas fue percibido como una consecuencia del manejo (93%, 25/27), incluyendo la esquila de animales vivos (44%, 11/25), el manejo con cercos (12%, 3/25) y el hacinamiento (4%, 1/25) durante los *chaccus*; los revolcaderos y baños de arena de las poblaciones (8%, 2/25); y su proximidad con el ganado (32%, 8/25). Además, en 8 de 9 (89%) publicaciones sobre vicuñas, los autores afirmaron que el tipo de manejo está asociado a la expansión de la sarna en las poblaciones.

Cuatro publicaciones consideraron los tratamientos como “exitosos”, incluyendo el tratamiento alopático (75%, 3/4), como 0.2 mg/kg de ivermectina o cualquier endectocida de acción prolongada, y la administración tópica de azufre y diazinón (un insecticida organofosforado) añadido al aceite de motor quemado (25%, 1/4). El tratamiento de la población infectada de CSA en silvestría fue objeto de debate entre los científicos y otras partes interesadas. Por ejemplo, cuatro publicaciones defendían el uso de antiparasitarios para aumentar la densidad poblacional de CSA, especialmente con los compuestos de última generación en poblaciones gravemente afectadas y el tratamiento tópico que también se asoció a una reducción del 3% en la prevalencia de sarna en una población de vicuñas. Por el contrario, dos estudios consideran innecesario el tratamiento de las poblaciones de vicuñas infectadas, mostrando un estado sanitario general para no interferir en el proceso de selección natural (Beltrán-Saavedra et al., 2011; Ruiz Hurtado, 2016).

---

Sarna sarcóptica en camélidos sudamericanos (CSA):  
una revisión sistemática de la literatura



# 03

---

## **Vacíos de conocimiento sobre la sarna sarcóptica en CSA**



La Tabla 10 presenta los principales vacíos de conocimiento identificados en cada tema abordado en esta revisión sistemática.

Tabla 10. Vacíos de conocimiento identificados en esta revisión sistemática.

ID	Tema	Vacíos de conocimiento
I	Diagnóstico de la sarna sarcóptica	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La sarna sarcóptica detectada por raspado de piel y visualizada en el microscopio tiene una baja sensibilidad, mientras que la metodología de la PCR tiene una alta sensibilidad, pero requiere una formación especial y más recursos.</li> <li>-La visualización de las lesiones compatibles con sarna tiene una baja especificidad en poblaciones con baja prevalencia o poca experiencia del observador.</li> <li>-No existe una prueba altamente sensible y específica para diagnosticar la sarna sarcóptica en individuos potencialmente asintomáticos.</li> </ul>
II	Distribución espacial de los brotes	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Hay una falta de estudios centrados específicamente en la distribución de la sarna sarcóptica en vicuñas y guanacos.</li> <li>-La escasa información en Argentina y Chile impide inferir tendencias temporales o realizar comparaciones de prevalencia entre poblaciones de CSA.</li> <li>-Los datos disponibles de Bolivia y Perú se concentraron principalmente en localidades específicas (p. ej., Lucanas en Perú y Franz Tamayo en Bolivia), probablemente por razones de accesibilidad y logística.</li> </ul>
III	Estimaciones de prevalencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Los datos y la metodología que se reportan en los estudios de prevalencia no está completa o es insuficiente; por ejemplo, no se incluye una descripción de la metodología utilizada para estimar el tamaño de las muestras o el tipo de muestreo. De hecho, el método para diagnosticar la sarna sarcóptica en los CSA no fue proporcionado en el 44% de los estudios.</li> <li>-Los diferentes métodos de diagnóstico impiden la comparación directa de la prevalencia entre estudios.</li> </ul>
IV	Origen y causas	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El origen de los brotes sigue siendo desconocido, aunque la mayoría de los estudios especulan que el ganado infectado podría ser la causa de la aparición de casos en las poblaciones de CSA.</li> <li>-Sigue sin estar clara la influencia de varios factores que impulsan la dinámica de la enfermedad, como la correlación entre la prevalencia y el aumento de la densidad de animales (p. ej., en el manejo con cercos durante los chaccus), la manipulación estresante de los animales, la transmisión entre especies, la contaminación ambiental y la dispersión a través de revolcaderos/ baños de arena.</li> </ul>

V	Tratamientos eficaces	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La información que evalúa los tratamientos sobre los huéspedes y las poblaciones es limitada.</li> <li>-Los pocos estudios disponibles presentan varias limitaciones, como el pequeño tamaño de las muestras y el insuficiente seguimiento posterior al tratamiento.</li> <li>-La información sobre el tratamiento es limitada y no permite correlacionar la eficacia del tratamiento con la posología (es decir, la dosis y la frecuencia), las vías de administración (aunque la cutánea parece ser ineficaz), las terapias complementarias, el control ambiental y la proporción de la población que debe ser tratada.</li> <li>-Ningún estudio ha comprobado la eficacia de los tratamientos propuestos actualmente.</li> </ul>
VI	Impacto de la <i>sarna sarcóptica</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El impacto de los ácaros de <i>S. scabiei</i> en la salud de los CSA (p. ej., morbilidad, mortalidad) sigue siendo poco conocido.</li> <li>-Hay estimaciones muy limitadas y anticuadas del impacto económico en las comunidades locales (p. ej., el impacto de la reducción de la calidad de la fibra).</li> </ul>



# 04

---

## Recomendaciones



Basándonos en los resultados de esta revisión sistemática y en los principales vacíos de conocimiento identificados, presentamos a continuación las recomendaciones generales y específicas que se consideran prioritarias para controlar la expansión de la sarna en CSA en sus países de origen. Algunas recomendaciones pueden ser de implementación inmediata y no requerirían recursos sustanciales o del desarrollo de capacidades. Otras requerirán la colaboración entre agencias gubernamentales, institutos de investigación y comunidades locales.

### ***Combinar diferentes métodos para mejorar el diagnóstico de la sarna.***

- Las pruebas de confirmación basadas en la detección de ácaros deben ser priorizadas en las poblaciones de CSA en las que se desconoce la situación de la enfermedad, seguidas de un seguimiento mediante rastreo visual tras la confirmación de la circulación de la sarna sarcóptica.
- Además de la visualización de la sarna durante los chaccus para identificar a los animales afectados, debería seleccionarse aleatoriamente un subconjunto de los animales capturados para tomar muestras de raspado de piel para así identificar a los animales infectados mediante un método más específico (para confirmar por otros métodos, por ejemplo, PCR y microscopía). Para ello, es necesario mejorar la capacidad local para monitorear las poblaciones de CSA y realizar la identificación de los casos de sarna sarcóptica, promoviendo la capacitación del personal gubernamental y de los miembros de la comunidad con materiales didácticos para la toma de muestras y la realización de pruebas de laboratorio en forma periódica.

### ***Ampliar la vigilancia para conocer mejor la distribución real de la sarna en el área de distribución.***

- Realizar censos nacionales e internacionales utilizando el mismo protocolo en todos los países para conocer el tamaño de la población y centrarse en los focos de la enfermedad, atacando el problema con todos los recursos en esos lugares.
- Implementar programas integrados de vigilancia en camélidos domésticos y silvestres, así como en animales domésticos, otros animales silvestres (p. ej., carnívoros) y entornos, y realizar análisis genéticos de los ácaros encontrados en todos los huéspedes para identificar el origen y la propagación de los brotes de sarna. Además, se debe hacer un esfuerzo especial por investigar la presencia de sarna sarcóptica en poblaciones de CSA no estudiadas.

### ***Involucrar a las comunidades locales en la detección de animales infectados (p. ej., epidemiología participativa).***

- Realizar estudios interdisciplinarios para evaluar la relevancia clínica de la sarna sarcóptica en las poblaciones de CSA y estimar el impacto socioeconómico de la enfermedad para las comunidades locales.
- Mejorar el diálogo entre las comunidades andinas y los diferentes actores involucrados en el manejo de CSA.
- Generar mayor conciencia a nivel nacional e internacional sobre el impacto de la sarna en la conservación de los CSA y el desarrollo sostenible de las comunidades andinas.

***Promover buenas prácticas sanitarias en el manejo de las poblaciones de CSA.***

- Evaluar si los protocolos sanitarios y de manipulación se están aplicando correctamente durante los chaccus. Por ejemplo, utilizar una aguja por animal cuando se administran inyectables, aplicar medidas preventivas durante la esquila (p.ej., desinfectar las esquiladoras entre animales), disponer de un botiquín de primeros auxilios para atender a las vicuñas heridas durante los chaccus, evitar el hacinamiento de los animales en las áreas cercadas para el manejo, y limitar la manipulación de los animales para evitar generar estrés.
- Evitar la administración preventiva de ivermectina para minimizar el riesgo de resistencias. Los tratamientos solo deben realizarse cuando se pueda completar la posología correcta (p. ej., un mínimo de dos dosis con un intervalo de 14 días entre ellas). Además, no se recomienda tratar a los CSA en silvestría; si el tratamiento es inevitable (p. ej., ética animal), los animales tratados deben ser marcados y mantenidos en cautiverio. El cumplimiento de estas recomendaciones requeriría un importante esfuerzo de comunicación tanto de los efectos nocivos del uso excesivo de ivermectina como del importante valor ecológico de las vicuñas junto con el apoyo financiero.
- Apoyar la capacitación de los grupos locales de manejo con el objetivo de enfatizar la importancia de seguir los protocolos sanitarios y de manipulación durante los chaccus y en las evaluaciones sanitarias de los CSA. Además, capacitar en la correcta identificación de los animales infectados (p. ej., cómo se ve la piel infectada con sarna, en qué parte del cuerpo se debe revisar, etc.) reforzará la confianza en la sarna reportada en los chaccus, particularmente antes de las actividades de repoblación, asegurando que solo las poblaciones libres de sarna sean trasladadas a otras localidades.
- Perfeccionar la recopilación de información sobre la enfermedad durante los chaccus mediante capacitaciones a las autoridades gubernamentales y a los técnicos de las comunidades en el proceso de registro de datos. Para ello, evaluar el uso de herramientas digitales para simplificar la recopilación de datos, como aplicaciones gratuitas y fáciles de usar que no requieren conexión a Internet (p. ej., SMART, Kobotoolbox, Epicollect 5, Avenza maps).
- Documentar sistemáticamente los tratamientos realizados durante los chaccus, incluyendo información adecuada sobre los fármacos utilizados, la posología de la administración (es decir, la dosis, el número de dosis y el intervalo entre ellas) y el número de individuos tratados.

***Estandarizar los informes sobre la sarna sarcóptica para reducir la heterogeneidad de la información disponible, particularmente en los registros gubernamentales.***

- Es esencial que los futuros informes incluyan una definición clara de animales “sospechosos” e “infectados”. En los casos en que solo se utilicen observaciones sistemáticas, los autores deberían considerar como “infección” la presencia de animales con trastornos de comportamiento en poblaciones con alta prevalencia de sarna.
- El estadio de la enfermedad en los animales infectados debe incluirse en los informes de los casos de sarna en CSA, siguiendo protocolos armonizados elaborados por las autoridades de Argentina, Bolivia, Chile y Perú.
- Fomentar la colaboración entre los equipos de investigación y las autoridades públicas de los distintos países para intercambiar experiencias (p. ej., técnicas de diagnóstico de laboratorio, muestreo y toma de datos). Estos grupos de colabo-

ración también podrían diseñar estudios con metodologías estandarizadas con el apoyo de expertos internacionales (p. ej., a través de talleres o seminarios web) para estimar la prevalencia de la sarna sarcóptica a partir de muestras poblacionales representativas (p. ej., uso del método de selección aleatoria) y evaluar los protocolos de tratamiento (p. ej., definición de recuperación después del tratamiento).

***Investigaciones futuras necesarias para dilucidar los vacíos de conocimiento restantes (Tabla 10).***

- Realizar estudios de control de casos en entornos cautivos o naturales para evaluar la eficacia de los tratamientos actuales y futuros mediante la colaboración entre equipos de investigación, comunidades, e instituciones públicas y privadas. Esto también podría permitir la identificación de tratamientos alternativos para los CSA en semi cautiverio que limiten la resistencia de los parásitos (p. ej., la ivermectina) y la toxicidad ambiental.
- Realizar estudios longitudinales para determinar la relevancia clínica del ectoparásito en los CSA e investigar la frecuencia de los casos asintomáticos y las tasas de reinfección.
- Realizar estudios en animales cautivos para comprobar el potencial de usar fármacos de mayor duración con farmacocinética/seguridad/dosis desconocidas en camélidos.
- Investigar el panorama socioeconómico y sociopolítico de la conservación y el uso sostenible de la vicuña en los países del área de distribución, y realizar estudios interdisciplinarios para estimar el impacto socioeconómico de la sarna para las comunidades locales.

***Además, también presentamos recomendaciones generales para abordar el problema de la sarna sarcóptica en CSA con acciones a largo plazo:***

- Observar la evolución en el ámbito del diagnóstico.
  - \* Fomentar estudios sobre herramientas de diagnóstico (p. ej., LAMP), la respuesta inmunitaria del huésped y la variabilidad genética de los ácaros en busca de nuevos objetivos para posibles pruebas serológicas (que detecten los antígenos del ácaro o los anticuerpos del huésped) puede contribuir al desarrollo de una prueba más sensible y específica para el diagnóstico de rutina.
- Realizar estudios longitudinales para investigar la interacción sarna-huésped, la fisiopatología de la sarna en CSA y la dinámica de la enfermedad.
- Fomentar una mayor inversión pública-privada en la conservación de los CSA (para evitar este costo a las comunidades).
- Teniendo en cuenta que el estado de salud general de los huéspedes susceptibles puede ser un factor de riesgo importante para el establecimiento de la sarna sarcóptica en la fauna silvestre, se necesitan más estudios centrados en los factores ecológicos como agentes de propagación de la sarna sarcóptica dentro de las poblaciones de CSA y entre ellas (p. ej., la calidad de los pastos/hábitat).





# 05

---

## Conclusiones y proyecciones futuras



La investigación sobre la sarna sarcóptica en CSA ha aumentado en los últimos 20 años, mostrando que la enfermedad está presente en guanacos y vicuñas de todos los países en los que los CSA se distribuyen originalmente, incluyendo Argentina, Bolivia, Chile y Perú. A pesar del creciente interés, existe una considerable falta de información, sobre todo con relación a los guanacos. En primer lugar, el tratamiento de CSA infectados, así como el impacto de la sarna sarcóptica en la morbilidad y mortalidad de estas poblaciones no han sido debidamente estudiados. Estos aspectos deben ser abordados en futuras investigaciones mediante ensayos controlados aleatorios para dilucidar el protocolo terapéutico más eficaz y la relevancia clínica e implicancias para la conservación que tiene la enfermedad. En segundo lugar, el impacto económico de la sarna sarcóptica en las poblaciones de CSA para las comunidades andinas requiere una mayor investigación, que podría ser explorado mejorando la capacidad de las instituciones gubernamentales locales y la investigación participativa para estudiar la sarna sarcóptica durante los chaccus. En tercer lugar, no hay evidencias del origen o las causas de la infección de sarna sarcóptica en CSA, a pesar de su detección generalizada. Por ejemplo, los datos obtenidos de los registros publicados y no publicados fueron insuficientes para demostrar si el manejo o el tipo de manejo (p. ej., con cercos) aumentan la prevalencia de la enfermedad. Otros estudios deberían centrarse en la identificación de los factores responsables de la adquisición y difusión de la sarna sarcóptica en CSA, incluyendo la transmisión entre estas especies y el ganado. Además, técnicas innovadoras como el rastreo por satélite y la colaboración entre equipos de investigación de diferentes países podrían dilucidar si los CSA están propagando los ácaros más allá de las fronteras políticas (p. ej., a través del movimiento de animales). Por último, se necesitan más estudios centrados en los factores ecológicos como agentes de propagación de la sarna sarcóptica dentro de las poblaciones de CSA y entre ellas (por ejemplo, la calidad de los pastos/hábitat), para así entender mejor la dinámica de la enfermedad.

En esta revisión se identificó la prevalencia de la sarna sarcóptica y la distribución espaciotemporal de los brotes en guanacos y vicuñas. Sin embargo, los estudios de prevalencia son escasos y no se pudo hacer una comparación precisa de las estimaciones de prevalencia entre países o especies debido a la heterogeneidad de los resultados de los estudios, la variabilidad de los diseños de los estudios (p. ej., gran variación en el tamaño de muestra de los estudios) y el número limitado de estudios identificados sobre CSA de Argentina y Chile (especialmente sobre guanacos). Además, muchos estudios fueron excluidos debido a que los datos estaban incompletos o eran insuficientes. Por lo tanto, recomendamos la estandarización de las metodologías de estudio, las cuales podrían seguir el consenso de expertos internacionales junto con la colaboración internacional para apoyar a los equipos de investigación locales y mejorar los diseños de los estudios. En base a los documentos no publicados, la falta de pruebas de laboratorio para el diagnóstico de sarna sarcóptica en las vicuñas manejadas y los datos incompletos (y en algunas ocasiones incorrectos) que se registran destacan los chaccus como la prioridad de intervención para la mejora del registro de datos y la recolección de información sanitaria de los animales. Además de definir la metodología y los datos a recolectar durante los *chaccus*, es importante promover la capacitación de los veterinarios, funcionarios del gobierno y grupos locales de manejo en la recolección de datos para evitar errores y datos faltantes, lo cual es esencial para evaluar la magnitud del problema de sarna sarcóptica en estas poblaciones y para implementar iniciativas de control de la enfermedad. El uso de herramientas digitales podría ayudar a capturar y sistematizar la información relativa a las condiciones sanitarias de los CSA manejados. Nuestra revisión también aboga por el establecimiento de programas nacionales de vigilancia que permitan monitorear las poblaciones afectadas de CSA, identificar rápidamente los brotes y evaluar la implementación de diferentes estrategias para limitar la propagación de los ácaros, incluyendo un uso más responsable de los endectocidas tanto por parte de los veterinarios como de las comunidades locales. Por último, las estrategias eficaces de prevención requieren un enfoque multisectorial que incluya el apoyo del gobierno, la participación de la comunidad y la investigación colaborativa para generar materiales técnicos y educativos para los veterinarios, los funcionarios gubernamentales, las comunidades locales y las partes interesadas, con el fin de promover el bienestar animal y las buenas prácticas de manejo durante el aprovechamiento de la fibra de los CSA.





# Apêndices



**Apéndice 1. Consultas realizadas en la estrategia de búsqueda para la identificación de literatura publicada.**

Tema	Consulta
Prevalencia	Vicuña* AND Sarna AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Prevalencia AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Mortalidad AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Prevalencia AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Mortalidad AND “Percepción local”
	“Camélidos sudamericanos” AND Sarna AND “Percepción local”
	“Camélidos sudamericanos” AND Sarna AND Prevalencia AND “Percepción local”
	“Camélidos sudamericanos” AND Sarna AND Mortalidad AND “Percepción local”
Ambiente	Vicuña* AND Sarna AND Clima AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Hábitat AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Áreas protegidas AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Factores ambientales AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Prevalencia AND Clima AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Prevalencia AND Hábitat AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Prevalencia AND Áreas protegidas AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Prevalencia AND Factores ambientales AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Mortalidad AND Clima AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Mortalidad AND Hábitat AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Mortalidad AND Áreas protegidas AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Mortalidad AND Factores ambientales AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Clima AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Hábitat AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Áreas protegidas AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Factores ambientales AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Prevalencia AND Clima AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Prevalencia AND Hábitat AND “Percepción local”

Ambiente	Guanaco* AND Sarna AND Prevalencia AND Áreas protegidas AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Prevalencia AND Factores ambientales AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Mortalidad AND Clima AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Mortalidad AND Hábitat AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Mortalidad AND Áreas protegidas AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Mortalidad AND Factores ambientales AND “Percepción local”
Manejo	Vicuña* AND Sarna AND Esquila AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Manejo AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Chaku AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Cercos AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Fibra AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Prevalencia AND Esquila AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Prevalencia AND Manejo AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Prevalencia AND Chaku AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Prevalencia AND Cercos AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Prevalencia AND Fibra AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Lesiones AND Esquila AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Lesiones AND Manejo AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Lesiones AND Chaku AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Lesiones AND Cercos AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Lesiones AND Fibra AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Mortalidad AND Esquila AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Mortalidad AND Manejo AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Mortalidad AND Chaku AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Mortalidad AND Cercos AND “Percepción local”
	Vicuña* AND Sarna AND Mortalidad AND Fibra AND “Percepción local”
Guanaco* AND Sarna AND Esquila AND “Percepción local”	
Guanaco* AND Sarna AND Manejo AND “Percepción local”	

Manejo	Guanaco* AND Sarna AND Cercos AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Fibra AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Prevalencia AND Esquila AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Prevalencia AND Manejo AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Prevalencia AND Cercos AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Prevalencia AND Fibra AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Lesiones AND Esquila AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Lesiones AND Manejo AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Lesiones AND Cercos AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Lesiones AND Fibra AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Mortalidad AND Esquila AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Mortalidad AND Manejo AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Mortalidad AND Cercos AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Mortalidad AND Fibra AND “Percepción local”
	Tratamiento
Vicuña* AND Sarna AND Farmacos AND “Percepción local”	
Vicuña* AND Sarna AND Prevalencia AND Tratamiento AND “Percepción local”	
Vicuña* AND Sarna AND Prevalencia AND Farmacos AND “Percepción local”	
Vicuña* AND Sarna AND Lesiones AND Tratamiento AND “Percepción local”	
Vicuña* AND Sarna AND Lesiones AND Farmacos AND “Percepción local”	
Vicuña* AND Sarna AND Mortalidad AND Tratamiento AND “Percepción local”	
Vicuña* AND Sarna AND Mortalidad AND Farmacos AND “Percepción local”	
Guanaco* AND Sarna AND Tratamiento AND “Percepción local”	
Guanaco* AND Sarna AND Farmacos AND “Percepción local”	
Guanaco* AND Sarna AND Prevalencia AND Tratamiento AND “Percepción local”	
Guanaco* AND Sarna AND Prevalencia AND Farmacos AND “Percepción local”	

Tratamiento	Guanaco* AND Sarna AND Lesiones AND Tratamiento AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Lesiones AND Farmacos AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Mortalidad AND Tratamiento AND “Percepción local”
	Guanaco* AND Sarna AND Mortalidad AND Farmacos AND “Percepción local”

## Apéndice 2. Lista de publicaciones incluidas en la Revisión Sistemática.

ID	Cita
CSA_0002	WCS Perú. (2020). Sarna en el campo: un nuevo grupo de trabajo SNAPP aborda la propagación de la sarna.
CSA_0003	Ladera Sur. (2020). Alarma por posible aumento de sarna en la fauna silvestre: zorros, guanacos y vicuñas serían los más afectados.
CSA_0004	Bujaico Mauricio N. (2018). Efecto de la prevalencia de la sarna ( <i>Sarcoptes scabiei</i> var. <i>aucheniae</i> ) en la producción y comercialización de la fibra de vicuña ( <i>Vicugna vicugna</i> ) en la comunidad campesina de Lucanas - Ayacucho.
CSA_0005	Bujaico N, Zuñiga M. (2016). Control y tratamiento de sarna (Escabiosis) en vicuñas de la comunidad campesina de Lucanas – Reserva Nacional de Pampa Galeras. Ayacucho Perú.
CSA_0006	Agrariape. (2010). La Sarna: el peor enemigo de la vicuña.
CSA_0007	Corporación Nacional Forestal (CONAF). (2016). Inician tratamiento de vicuñas afectadas por sarna SAG y CONAF en Parque Nacional Nevado Tres Cruces.
CSA_0008	Pérez C, Arredondo F, Turra L. (2007). Manejo sanitario de la vicuña.
CSA_0009	TV Perú. (2016). Ayacucho: 17% de vicuñas son afectadas por sarna.
CSA_0011	Beltrán-Saavedra LF, Nallar-Gutiérrez R, Ayala G, Limachi JM, Gonzales-Rojas JL. (2011). Estudio sanitario de vicuñas en silvestría del Área Natural de Manejo Integrado Nacional Apolobamba, Bolivia.
CSA_0013	Unzueta Lancho LA. (2018). Sarna en vicuñas ( <i>Vicugna vicugna</i> ) en las provincias de Aymaraes y Andahuaylas de la región Apurímac.
CSA_0014	Agrovot Market. (s/d). Sarna en Camélidos Sudamericanos.
CSA_0015	Instituto Nacional de Tecnología Agraria (INTA). (2020). Sarna en camélidos silvestres, preocupa en la región Catamarca-La Rioja.
CSA_0016	Deutsche Welle. (2020). La lana de vicuña: “Hay una brecha entre la conservación y el desarrollo económico”.
CSA_0017	Siguas-Robles O, Zárate D, Travi G, Boza F, Esteban M, Rubio AV, Paucar R & Bonacic C. (2019). Análisis del agente causal y valores hematológicos y química sérica de vicuñas ( <i>Vicugna vicugna</i> ) con sarna en Perú.
CSA_0019	Villalon Ríos SS. (2016). Identificación de sarna en camélidos sudamericanos en Parque Nacional Lauca, Reserva Nacional Las Vicuñas y Monumento Natural Salar de Surire.
CSA_0021	Correo. (2015). Sarna en vicuñas deja grandes pérdidas económicas.
CSA_0026	Bonacic C, Bonacic D, Muñoz A, Riveros JL, Vargas S, Soto J. (2016). Estrategia Multisectorial para la Conservación de Camélidos Silvestres Sudamericanos de la Región de Atacama.

CSA_0027	RPP. (2012). Junín: Más de dos mil vicuñas afectadas por sarna y caspa.
CSA_0028	Ruiz Hurtado CR. (2016). Identificación y caracterización de la presencia de ectoparásitos y endoparásitos en vicuñas ( <i>Vicugna vicugna</i> ) en comunidades de los departamentos de La Paz y Oruro.
CSA_0029	SERNANP. (2017). Aprovechamiento de fibra de vicuña en la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D’Achille generó importantes ingresos económicos a la comunidad campesina de Lucanas en el 2017.
CSA_0030	Lichtenstein G, Oribe F, Grieg-Gran M, Mazzucchelli S. (2002). Manejo Comunitario de Vicuñas en Perú.
CSA_0033	Flores Calle S. (2019). Conservación y recuperación de las poblaciones de la vicuña del norte ( <i>Vicugna vicugna mensalis</i> ) en la región de Arica y Parinacota.
CSA_0034	Vargas S, Lapeze J, Mamani J. (2016). Manejo de vicuña ( <i>Vicugna vicugna</i> ) para esquila desde la construcción colectiva: Estudio de caso en la Cuenca de Pozuelos, Jujuy, Argentina.
CSA_0037	La República. (2015). Sarna en vicuñas: una enfermedad mortal que afecta la producción de fibra en Ayacucho.
CSA_0038	El Cimbronazo. (2017). Una Cuestión De Enfoque: sobre la muerte de vicuñas en la Reserva de Biosfera San Guillermo.
CSA_0041	Ellis V, Varela B, Fernández M, Chiaradia N, Kloster D, Mansilla A, Perrig P, Pritchard C, Middleton A, Sheriff M, Donadio E. (2017). Evolución e impacto de un brote de sarna sarcóptica en las poblaciones de camélidos del Parque Nacional San Guillermo, San Juan.
CSA_0042	Ramos Acuña H, Catrejón Valdez M, Valencia Mamani N, Sas Zevallos P. (2000). Control de sarna sarcóptica ( <i>Sarcoptes scabiei var. aucheniae</i> ) en alpacas ( <i>Lama pacos</i> ) en Perú, con Ivermectina 1 % P/P inyectable de larga acción.
CSA_0045	Quiso Choque V. (2014). La sabiduría andina en la sanidad de alpacas y llamas en las comunidades de Cangalli - Ilave - El Collao - Puno.
CSA_0046	De Lamo DA. (2016). Camélidos sudamericanos: historia, usos y sanidad animal.
CSA_0047	Torres Asmad RJ. (2016). Frecuencia y distribución geográfica de parásitos gastrointestinales en estercoleros de <i>Vicugna vicugna</i> de la Reserva Nacional Pampa Galeras Bárbara D’Achille (Lucanas-Ayacucho-Perú), febrero 2016.
CSA_0048	Mollericona JL, Beltrán F, Wallace R, Loayza O, Uruño L, Murillo J. (2019). Estudio de parásitos en vicuñas ( <i>Vicugna vicugna</i> ) del parque nacional y área natural de manejo integrado nacional (PN-ANMIN) Apolobamba, Bolivia.
CSA_0050	Córdova Bührle FA. (2013). Descripción de la situación sanitaria que afecta a la ganadería familiar campesina altiplánica aymara de Caquena y Guallatire, región de Arica y Parinacota.
CSA_0051	Soto N, Skewes O, González BA. (2018). Conservación y manejo del guanaco en Magallanes, Chile: desde la recuperación poblacional a la revalorización mediante cosecha. En: GECS News N°7.
CSA_0052	WCS Perú. (2017). Se evaluó el estado de salud y conservación de la vicuña en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochabamba.
CSA_0053	Aráoz V, Aguirre DH, Viñabal AE, Acuña F, Abalos M, Micheloud JF. (2016). Descripción clínico-patológica en brotes de sarna sarcóptica en vicuñas ( <i>Vicugna vicugna</i> ) y llamas ( <i>Lama glama</i> ) de la provincia de Jujuy, Argentina.
CSA_0054	Agrariape. (2014). Ayacucho: 12% de vicuñas de Iruro estarían infestadas con sarna.
CSA_0055	Arzamendia Y, Baldo J, Rojo V, Samec C, Vilá B. (2014). Manejo de vicuñas silvestres en Santa Catalina, Jujuy: investigadores y pobladores en búsqueda de la sustentabilidad y el buen vivir.

CSA_0057	Cajahuaman Vasquez AJ. (2018). Análisis de la crianza de vicuñas en cautiverio en el Parque Conservacionista de Wislamachay: Comunidad Campesina San Antonio de Rancas - Pasco.
CSA_0059	Instituto Nacional de Tecnología Agraria (INTA). (2016). Situación de los camélidos en catamarca.
CSA_0063	Alvarado Gamez LF, Skewes Ramm O, Brevis Ibáñez C. (2004). Estudio de sarna clínica en guanaco ( <i>Lama guanicoe</i> ) silvestre, en el sector centro-sur de Isla Tierra del Fuego, Chile.
CSA_0065	Marino A, Rodríguez V. (2016). Memoria del Taller de Síntesis “Nociones ecológicas clave para el manejo del guanaco en Patagonia”.
CSA_0066	SERFOR, SERNANP, SENASA. (2021). Protocolo Nacional para el Tratamiento y Control de la Sarna en Vicuñas.
CSA_0067	Quina Quina EY. (2015). Diagnóstico de la crianza y caracterización fenotípica de las llamas k'ara ( <i>Lama glama</i> ) en Marcapomacocha, región Junín.
CSA_0071	Camán Salazar JE. (2018). Causas de mortalidad en alpacas y su impacto económico, en la SAIS Tupac Amaru.
CSA_0072	Skewes O, Gonzalez F, Maldonado M, Ovalle C, Rubilar L. (2000). Desarrollo y evaluación de técnicas de cosecha y captura de guanacos para su aprovechamiento comercial y sustentable en Tierra del Fuego. En: González et al., Manejo sustentable de la vicuña y el guanaco.
CSA_0073	Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). (2017). Oficio: Medidas adoptadas por el SAG frente a presencia de guanacos con sarna en región Atacama.
CSA_0074	CONAF. (2021). CONAF llama a celebrar Día de la Vida Silvestre con tenencia responsable de mascotas.
CSA_0075	Puig S. (1987). Ecología poblacional del guanaco ( <i>Lama guanicoe</i> , Camelidae, Artiodactyla) en la reserva provincial de la Payunia, Mendoza.
CSA_0076	Laboratorios MIDAF. (2005). Tratamiento y Control de Sarna en Camélidos Sudamericanos ( <i>Sarcoptes scabiei</i> var. <i>aucheniae</i> ) Prueba de Eficacia contra la Sarna Sarcoptica en Alpacas.
CSA_0079	Agrovot Market. (2012). La Sarna en Alpacas y su control con Alpamec L.A.
CSA_0082	Beltrán-Saavedra et al. (2014). Estudio coproparasitario y ectoparasitario en alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> Linnaeus, 1758) de Apolobamba, con nuevos registros de Phthiraptera (Insecta) e Ixodidae (Acari), La Paz – Bolivia.
CSA_0084	Coeli E. (2012). Difusión y sistematización de buenas prácticas con énfasis en todos los eslabones de la cadena de valor de la alpaca en Ecuador.
CSA_0086	Corporación Nacional Forestal (CONAF). (2014). Informe XXXI Reunión ordinaria Comisión técnico-administradora - Convenio de la Vicuña.
CSA_0087	ANDINA. (2017). Países sudamericanos se reúnen en cusco para trabajar por la vicuña.
CSA_0088	Inforegión. (2012). Alertan epidemia de sarna en vicuñas.
CSA_0090	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2005). Situación actual de los camélidos sudamericanos en Bolivia.
CSA_0092	SENASA. (2017). Arequipa: Senasa supervisa campaña de prevención y control de sarna en alpacas.
CSA_0093	Rojas M, Lobato I, Montalvo M. (1993). Fauna parasitaria de camélidos sudamericanos y ovinos en pequeños rebaños mixtos familiares.
CSA_0096	República del Ecuador. (2013). Plan de acción nacional para el manejo y conservación de la Vicuña en el Ecuador (Anexo I).
CSA_0098	Stemmer A, Valle-Zárate A. (2016). La llama de Ayopaya: un recurso zoogenético originario de Bolivia y desafíos para su conservación.
CSA_0100	Germana Cavero C, Chaquilla O, Santos G, Ferrari M, Krusich C, Kindgard FM. (2016). Estudio socio-económico de los pastores andinos de Perú, Ecuador, Bolivia y Argentina.

CSA_0102	Zacari Ma, Pacheco LF. (2005). Depredación vs. problemas sanitarios como causas de mortalidad de ganado camélido en el Parque Nacional Sajama.
CSA_0104	Yucra Cano LE. (2017). Sistema de comercialización y situación sociocultural, económica y ambiental de la cadena de producción de la fibra de alpaca en el distrito de Macusani, provincia de Carabaya, Puno.
CSA_0105	Mamani Paredes J, Condemayta Condemayta Z, Calle Charaja L. (2009). Causas de mortalidad de alpacas en tres principales centros de producción ubicados en puna seca y húmeda del departamento de Puno.
CSA_0107	MIDAF. (2007). Demostración de la eficacia de ivermectina al 1,3% l.a. (sparmec 1,3% l.a.) en el tratamiento y control de parásitos externos en alpacas en la zona sierra, Puno, Perú.
CSA_0110	Crispín Cunya M. (2008). Productividad y distribución de fibra de alpaca en la región de Huancavelica: un análisis comparativo entre Huancavelica y Puno.
CSA_0114	Ferreira H, Donadio E, Uhart M. (2020). Un brote de sarna sarcóptica diezma las vicuñas del Parque Nacional San Guillermo, Argentina. En: González BA. La Vicuña Austral.
CSA_0120	El Federal. (2017). Hallan vicuñas muertas en una reserva natural próxima a la mina Veladero.
CSA_0121	Montecino-Latorre D, Napolitano C, Briceño C, Uhart MM. (2020). Sarcopic mange: An emerging threat to Chilean wild mammals?
CSA_0124	Torres J. (2001). Estrategia y Plan de acción de la Biodiversidad para el departamento de Ayacucho como base de su desarrollo sostenible.
CSA_0125	Choquevilca Lira W, Canales Sierra L. (2017). Proyectos Multipropósito en Agua y Gestión Integrada de Recursos Hídricos.
CSA_0126	Sumar Kalinowski J. (1997). Evolución y desarrollo de la ganadería camélida en el Altiplano de Latinoamérica.
CSA_0127	Autoridad Binacional Autónoma del Sistema Hídrico TDPS (ALT). (2004). Manejo integral de la cuenca del Rio Suchez.
CSA_0128	Pozo O. (2012). Informe pecuario en el Parque Nacional Sajama.
CSA_0129	Diario de Cuyo. (2016). Un censo arrojó que en San Guillermo hay 452 vicuñas y 272 guanacos.
CSA_0132	Murillo Vega Y, Gallegos Carrillo A, Gálvez-Durand Besnard J. (2019). Primeros alcances de la evaluación nacional de la sarna sarcóptica en Vicuñas ( <i>Vicugna vicugna</i> ) durante Chacus realizados por las comunidades campesinas en Perú.
CSA_0138	SERFOR. (2021). Se aprueba protocolo nacional de tratamiento y control sanitario para reducir sarna en vicuñas.
CSA_0140	Chipana J, Flores A. (2018). Implementación del monitoreo integral del manejo de flora y fauna silvestre en las Áreas Naturales Protegidas.
CSA_0147	Alarcón Flores OC, Beltrán Aguilar OA, Galdós Huaco Y, Valencia Carnero N. (2016). Mejoramiento de la capacidad adaptativa de los pobladores rurales de los distritos de Tisco, Callalli y San Antonio de Chuca de la provincia de Caylloma a los efectos adversos del cambio climático, región Arequipa. En: Tupia Uribe. Perfiles de proyectos de inversión pública en materia ambiental Tomo II.
CSA_0148	Mandura Crispín G. (2007). Plan de desarrollo concertado del distrito de Ocongate (2007 - 2018).
CSA_0150	Mendoza Ramírez AC. (2015). Crianza y manejo genético de llamas en las provincias de Pasco y Daniel Alcides Carrión en la región Pasco.
CSA_0151	Paniagua Cahuana JE. (2017). Efecto de las tecnologías productivas del proyecto de mejoramiento de capacidades productivas agropecuarias en la crianza de camélidos sudamericanos en las comunidades campesinas de distrito de Palca, Tacna - 2017.
CSA_0153	Jessica Gálvez-Durand Besnard. (2016). Evaluación de efectividad de dos tratamientos antiparasitarios contra sarna en vicuñas.

CSA_0154	El Tribuno. (2019). chaccu, esquila sustentable de vicuñas y para estudio.
CSA_0155	Esteban Paytan M. (2019). Niveles de proteínas totales, albúmina y componentes hematológicos en vicuñas ( <i>Vicugna mensalis</i> ) con sarna.
CSA_0156	Cafrune MM, Romero SS, Aguirre DH. (2016). Parasitosis de los camélidos sudamericanos en el Noroeste Argentino (NOA).
CSA_0157	Aued MB, Caballero J, Marinero F, Rizzetto A, Esquivel J, Godoy H, Esquivel I, Saavedra A, Sandoval AJ, Corvalan F, Palazuelos P, Montaña E, Peker A, Costa Alvarez A, Brunet J. (2018). Situación poblacional de camélidos silvestres en el Parque Nacional San Guillermo (PNSG) asociada a un brote de sarna sarcóptica.
CSA_0159	Beltrán-Saavedra LF, Mollericona JL, Uruño L, Ramos V, Murillo NJ, Loayza O, Wallace R. (2019). Niveles de abundancia parasitaria y su relación con la condición corporal de Vicuñas ( <i>Vicugna vicugna</i> , Molina 1782) en el sur de Bolivia.
CSA_0164	EbA Montaña. (2014). Ruedo en las Alturas. En: LA ONU Y LA COP 20. Boletín del Sistema de Naciones Unidas en el Perú.
CSA_0165	Corporación Nacional Forestal. (2008). Plan de manejo del Parque Nacional Lauca.
CSA_0168	OIE. (2018). Informe de la reunión del grupo de trabajo de la OIE sobre la fauna silvestre.
CSA_0169	Zárate R, Valencia JC. (2010). Enfermedades del guanaco en vida silvestre - Plan nacional de conservación del guanaco ( <i>Lama guanicoe</i> ) en Chile, 2010 - 2015.
CSA_0171	Valdebenito M. (2008). Estudio de Prevalencia de Hidatidosis en Guanacos de Tierra del Fuego Chile.
CSA_0173	Correo. (2019). Manejo de vicuñas en semi cautiverio provocarían contagio de sarna.
CSA_0174	Gobierno Regional de Ica. (2019). Ejecución del chaccu sanitario sin esquila Año 2019 Camélido Sudamericano (Vicuña) - II Audiencia Pública de Rendición de cuentas del Gobierno Regional de Ica.
CSA_0175	WCS Bolivia. (2014). Informe Anual de Actividades 2014.
CSA_0176	Casey CS, Orozco-terWengel P, Yaya K, Kadwell M, Fernández M, Marín JC, Rosadio R, Maturrano L, Hoces D, Hu Y, Wheeler JC, Bruford MW. (2018). Comparing genetic diversity and demographic history in codistributed wild South American camelids.
CSA_0177	Marín JC, Casey CS, Kadwell M, Yaya K, Hoces D, Olazabal J, Rosadio R, Rodriguez J, Spotorno A, Bruford MW, Wheeler JC. (2007). Mitochondrial phylogeography and demographic history of the Vicuña: implications for conservation.
CSA_0179	Arzamendia Y, Neder LE, Marcoppido G, Ortiz F, Arce M, Lamas HE, Vilá BL. (2012). Effect of the prevalence of ectoparasites in the behavioral patterns of wild vicuñas ( <i>Vicugna vicugna</i> ).
CSA_0180	Gomez-Puerta LA, Olazabal J, Taylor CE, Cribillero NG, Lopez-Urbina MT, Gonzalez AE. (2013). Sarcoptic mange in vicuña ( <i>Vicugna vicugna</i> ) population in Peru.
CSA_0181	Peri Lau, Peter B. Hill, Jan Rybníček and Lynne Steel. (2007). Sarcoptic mange in three alpacas treated successfully with amitraz.
CSA_0182	Papadopoulos E., Fthenakis G.C. (2012). Sarcoptic mange in guanacos: transmission to sheep and goats and treatment with moxidectin.
CSA_0183	D.F. Twomey, E.S. Birch, A. Schock. (2008). Outbreak of sarcoptic mange in alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> ) and control with repeated subcutaneous ivermectin injections.

CSA_0184	Ramos E, Ramos R. (2009). Determinación de la Soportabilidad Forrajera de los Cercos Permanentes para el Manejo de la Vicuña ( <i>Vicugna vicugna</i> ) en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca Arequipa Perú.
CSA_0186	Terrel Payano W, Valenzuela Calderón H, Pantoja Aliaga C. (2020). Capacidad de carga de un pastizal altoandino para la conservación y manejo sostenible de la vicuña.
CSA_0187	SERNANP. (2016). Plan Maestro Reserva Paisajística Nor Yauyos - Cochas 2016-2020.
CSA_0188	WCS Perú. (2017). Evaluación preliminar: Estado sanitario de la vicuña ( <i>Vicugna vicugna</i> ) en la comunidad campesina de Tanta, Yauyos, Lima.
CSA_0189	Flores E. (2015). Diagnóstico Situacional y Línea de Base para el Manejo de Vicuñas en el Sector Moyobamba - Granja Comunal de Tanta.
CSA_0190	Quiroz Jimenez G. (2016). Situación de vicuña en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas 2016.
CSA_0192	Cruz Camacho LA. (2005). Plan de manejo Multicomunal Picotani, Comunidades de toma, Cambria y Picotani.
CSA_0200	Wieland Beck. (2020). Treatment of sarcoptic mange in llamas ( <i>Lama glama</i> ) and alpacas ( <i>Vicugna pacos</i> ) with repeated subcutaneous moxidectin injections.
CSA_0202	Chipana Parvina JE. (2018). Prevalencia de <i>Sarcoptes</i> sp en vicuñas de la Reserva Nacional Pampa Galeras - Bárbara D'Achille, 2017.
CSA_0203	SERNANP. (2016). Plan de Manejo de Aprovechamiento Sostenible de la Vicuña en la Comunidad Campesina de Tanta.
CSA_0205	SENASA. (2019). Acuerdos para la Prevención de Enfermedades en las Poblaciones de Vicuñas del Perú.
CSA_0206	Gálvez-Durand JM. (2019). Comercialización de la fibra y manejo de la vicuña.
CSA_0207	Vargas S, Bonacic C, Moraga CA. (2016). Recopilación preliminar de registros de amenazas actuales a las poblaciones de camélidos silvestres en la zona Centro-Norte de Chile. En: GECS News N°6.
CSA_0208	Wawrzyk AC, Vilá B. (2010). Manejo comunitario de vicuñas silvestres: una alternativa de desarrollo local en comunidades rurales de la Puna jujeña.
CSA_0209	Mollericona JL, Wallace R, Reinaga A. (2018). Presencia de sarna en vicuñas y camélidos domésticos de Bolivia.
CSA_0210	Vilá B. (2000). Comportamiento y organización social de la vicuña. En: González et al., Manejo sustentable de la vicuña y el guanaco.
CSA_0211	Ferreya H, Rudd J, Foley J, Vanstreels RET, Martín AM, Donadio E, Uhart MM. (2021). Sarcoptic mange outbreak decimates South American camelid populations in San Guillermo National Park, Argentina.
CSA_0212	Sarno RJ, Villalba L, Bonacic C, Gonzalez B, Zapata B, Mac Donald DW, O'Brien SJ, Johnson WE. (2004). Phylogeography and subspecies assessment of vicuñas in Chile and Bolivia utilizing mtDNA and microsatellite markers: implications for vicuña conservation and management.





# Referencias



1. Acebes, P. *et al.* (2018) 'Vicugna vicugna: The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22956A145360542'. International Union for Conservation of Nature. Available at: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22956A145360542.en>.
2. Acebes, P., Vargas, S. and Castillo, H. (2022) 'Sarcoptic mange outbreaks in vicuñas (Cetartiodactyla: Camelidae): A scoping review and future prospects', *Transboundary and Emerging Diseases*, p. tbed.14479. Available at: <https://doi.org/10.1111/tbed.14479>.
3. Almqvist, E.S. *et al.* (2012) 'Parasite invasion following host reintroduction: a case study of Yellowstone's wolves', *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 367(1604), pp. 2840–2851. Available at: <https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0369>.
4. Andrews, J.R.H. (1983) 'The origin and evolution of host associations of *Sarcoptes scabiei* and the subfamily Sarcoptinae Murray', *Acarologia*, 24(1), pp. 85–94.
5. Angulo-Tisoc, J.M. *et al.* (2021) 'Situación actual de la sarna e infecciones parasitarias en vicuñas (*Vicugna vicugna*) de la Región Cusco, Perú', *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(3). Available at: <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i3.20405>.
6. Arlian, L. *et al.* (1984) 'Survival and infestivity of *Sarcoptes scabiei* var. *canis* and var. *hominis*', *Journal of the American Academy of Dermatology*, 11(2), pp. 210–215.
7. Arlian, L.G. and Morgan, M.S. (2017) 'A review of *Sarcoptes scabiei*: past, present and future', *Parasites & Vectors*, 10(1), p. 297. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2234-1>.
8. Astorga, F. *et al.* (2018) 'International meeting on sarcoptic mange in wildlife, June 2018, Blacksburg, Virginia, USA', *Parasites & Vectors*, 11(1), p. 449. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13071-018-3015-1>.
9. Baldi, R.B. *et al.* (2016) 'Lamaguanicoe: The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T11186A18540211'. International Union for Conservation of Nature. Available at: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T11186A18540211.en>.
10. Beckmann, K.M. *et al.* (2022) 'Wildlife health outcomes and opportunities in conservation translocations', *Ecological Solutions and Evidence*, 3(3), p. e12164. Available at: <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12164>.
11. Beltrán-Saavedra, L.F. *et al.* (2011) 'Estudio sanitario de vicuñas en silvestría del Área Natural de Manejo Integrado Nacional Apolobamba, Bolivia', *Ecología en Bolivia*, 46(1), pp. 14–27.
12. Bujaico Mauricio, N. (2018) 'EFECTO DE LA PREVALENCIA DE LA SARNA (*sarcoptes scabiei* var. *aucheniae*) EN LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE LA FIBRA DE VICUÑA (*vicugna vicugna*) EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE LUCANAS-AYACUCHO
13. Bujaico, N. and Zuñiga, M. (2016) 'Control y tratamiento de sarna (Escabiosis) en vicuñas de la comunidad campesina de Lucanas - Reserva Nacional de Pampa Galeras. Ayacucho Perú', *Ciencia y Desarrollo*, 18(2), pp. 31–36. Available at: <https://doi.org/10.21503/cyd.v18i2.1075>.

14. Calmet, C. and Calmet, E. (2015) 'Competitividad de la cadena productiva y comercialización con valor agregado de la fibra de Vicuña', *Revista Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Investigation*, 17(3), p. 457. Available at: <https://doi.org/10.18271/ria.2015.165>.
15. Carvalho, J. *et al.* (2015) 'Sarcoptic mange breaks up bottom-up regulation of body condition in a large herbivore population', *Parasites & Vectors*, 8(1), p. 572. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13071-015-1188-4>.
16. Coaquira, J.E.Q. *et al.* (2015) 'Producción de fibra de vicuña en semicautiverio y silvestria: tendencia, características y situación actual en la Región Puno', *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 17(3), pp. 369–378. Available at: <https://doi.org/10.18271/ria.2015.148>.
17. Couper, D. and Bexton, S. (2016) 'Veterinary treatment of fox casualties', *In Practice*, 38(3), pp. 130–138. Available at: <https://doi.org/10.1136/inp.i707>.
18. Cross, P.C. *et al.* (2016) 'Energetic costs of mange in wolves estimated from infrared thermography', *Ecology*, 97(8), pp. 1938–1948.
19. Currie, B.J. *et al.* (2004) 'First Documentation of In Vivo and In Vitro Ivermectin Resistance in *Sarcoptes scabiei*', *Clinical Infectious Diseases*, 39(1), pp. e8–e12. Available at: <https://doi.org/10.1086/421776>.
20. Cypher, B.L. *et al.* (2017) 'SARCOPTIC MANGE IN ENDANGERED KIT FOXES (*VULPES MACROTIS MUTICA*): CASE HISTORIES, DIAGNOSES, AND IMPLICATIONS FOR CONSERVATION', *Journal of Wildlife Diseases*, 53(1), pp. 46–53. Available at: <https://doi.org/10.7589/2016-05-098>.
21. Deak, G. *et al.* (2021) 'Case Report: Successful Treatment of Sarcoptic Mange in European Camelids', *Frontiers in Veterinary Science*, 8. Available at: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2021.742543> (Accessed: 8 July 2022).
22. El-Khodery, S.A. *et al.* (2009) 'Comparative therapeutic effect of moxidectin, doramectin and ivermectin on psoroptes mites infestation in buffalo (*Bubalus bubalis*)', *Tropical Animal Health and Production*, 41(7), p. 1505. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11250-009-9340-9>.
23. Escobar, L.E. *et al.* (2022) 'Sarcoptic mange: An emerging panzootic in wild-life', *Transboundary and Emerging Diseases*, 69(3), pp. 927–942. Available at: <https://doi.org/10.1111/tbed.14082>.
24. Fazal, S. *et al.* (2016) 'Experimental Transmission of Canine Scabies to Domestic Rabbits, *Oryctolagus cuniculus*', p. 5.
25. Ferreyra, H. del V. *et al.* (2022) 'Sarcoptic mange outbreak decimates South American wild camelid populations in San Guillermo National Park, Argentina', *PLOS ONE*, 17(1), p. e0256616. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256616>.
26. Foster, A., Jackson, A. and D'Alterio, G.L. (2007) 'Skin diseases of South American camelids', *In Practice*, 29(4), pp. 216–223. Available at: <https://doi.org/10.1136/inpract.29.4.216>.

27. Fraser, T.A. *et al.* (2018) 'Comparative diagnostics reveals PCR assays on skin scrapings is the most reliable method to detect *Sarcoptes scabiei* infestations', *Veterinary Parasitology*, 251, pp. 119–124. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.01.007>.
28. Frasier, K.E. *et al.* (2020) 'Impacts of the Deepwater Horizon Oil Spill on Marine Mammals and Sea Turtles', in S.A. Murawski *et al.* (eds) *Deep Oil Spills: Facts, Fate, and Effects*. Cham: Springer International Publishing, pp. 431–462. Available at: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-11605-7\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-030-11605-7_26).
29. Gakuya, F. *et al.* (2012) 'Sarcoptic mange and cheetah conservation in Masai Mara (Kenya): epidemiological study in a wildlife/livestock system', *Parasitology*, 139(12), pp. 1587–1595. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0031182012000935>.
30. Gerhold, R. and Hickling, G. (2016) 'Diseases associated with translocation of captive cervids in North America', *Wildlife Society Bulletin*, 40(1), pp. 25–31. Available at: <https://doi.org/10.1002/wsb.638>.
31. Gokbulut, C. *et al.* (2010) 'Plasma dispositions of ivermectin, doramectin and moxidectin following subcutaneous administration in rabbits', *Laboratory Animals*, 44(2), pp. 138–142. Available at: <https://doi.org/10.1258/la.2009.009053>.
32. Gomez-Puerta, L.A. *et al.* (2022) 'Prevalence and molecular characterization of *Sarcoptes scabiei* from vicuñas (*Vicugna vicugna*) from Southern Peruvian Andes', *Parasitology*, 149(5), pp. 581–586. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0031182021001931>.
33. Helm, R.C. *et al.* (2014) 'Overview of Effects of Oil Spills on Marine Mammals', in *Handbook of Oil Spill Science and Technology*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 455–475. Available at: <https://doi.org/10.1002/9781118989982.ch18>.
34. Kalema-Zikusoka, G., Kock, R.A. and Macfie, E.J. (2002) 'Scabies in free-ranging mountain gorillas (*Gorilla beringei beringei*) in Bwindi Impenetrable National Park, Uganda', *Veterinary Record*, 150(1), pp. 12–15. Available at: <https://doi.org/10.1136/vr.150.1.12>.
35. Kaya, D. *et al.* (2010) 'Comparison of efficacy of ivermectin and doramectin against mange mite (*Sarcoptes scabiei*) in naturally infested rabbits in Turkey', *Vet Ital*, 46, p. 6.
36. Kido, N. *et al.* (2014) 'Effective Treatment for Improving the Survival Rate of Raccoon Dogs Infected with *Sarcoptes scabiei*', *Journal of Veterinary Medical Science*, 76(8), pp. 1169–1172. Available at: <https://doi.org/10.1292/jvms.14-0045>.
37. King, M.D., Elliott, J.E. and Williams, T.D. (2021) 'Effects of petroleum exposure on birds: A review', *Science of The Total Environment*, 755, p. 142834. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142834>.
38. Konopka, J.K. *et al.* (2022) 'Environmental impacts of mass drug administration programs: exposures, risks, and mitigation of antimicrobial resistance', *Infectious Diseases of Poverty*, 11(1), p. 78. Available at: <https://doi.org/10.1186/s40249-022-01000-z>.
39. Lau, P. *et al.* (2007) 'Sarcoptic mange in three alpacas treated successfully with amitraz', *Veterinary Dermatology*, 18(4), pp. 272–277. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2007.00601.x>.

40. Lee, S.-H., Heo, Y. and Kim, Y.-C. (2010) 'Effect of German chamomile oil application on alleviating atopic dermatitis-like immune alterations in mice', *Journal of Veterinary Science*, 11(1), pp. 35–41. Available at: <https://doi.org/10.4142/jvs.2010.11.1.35>.
41. León-Vizcaíno, L. *et al.* (1999) 'SARCOPTIC MANGE IN SPANISH IBEX FROM SPAIN', *Journal of Wildlife Diseases*, 35(4), pp. 647–659. Available at: <https://doi.org/10.7589/0090-3558-35.4.647>.
42. León-Vizcaíno, L. *et al.* (2001) 'EXPERIMENTAL IVERMECTIN TREATMENT OF SARCOPTIC MANGE AND ESTABLISHMENT OF A MANGE-FREE POPULATION OF SPANISH IBEX', *Journal of Wildlife Diseases*, 37(4), pp. 775–785. Available at: <https://doi.org/10.7589/0090-3558-37.4.775>.
43. Martin, A.M., Burridge, C.P., *et al.* (2018) 'Invasive pathogen drives host population collapse: Effects of a travelling wave of sarcoptic mange on bare-nosed wombats', *Journal of Applied Ecology*, 55(1), pp. 331–341. Available at: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12968>.
44. Martin, A.M., Fraser, T.A., *et al.* (2018) 'The cascading pathogenic consequences of *Sarcoptes scabiei* infection that manifest in host disease', *Royal Society Open Science*, 5(4), p. 180018. Available at: <https://doi.org/10.1098/rsos.180018>.
45. Matsuyama, R. *et al.* (2019) 'Possible transmission of *Sarcoptes scabiei* between herbivorous Japanese serows and omnivorous Caniformia in Japan: a cryptic transmission and persistence?', *Parasites & Vectors*, 12(1), p. 389. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3630-5>.
46. Menzano, A. *et al.* (2008) 'Description and epidemiological implications of *S. scabiei* infection in roe deer (*Capreolus capreolus*) originating from chamois (*Rupicapra rupicapra*)', *European Journal of Wildlife Research*, 54(4), pp. 757–761. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10344-008-0195-6>.
47. Mesa, L.M. *et al.* (2017) 'Aquatic toxicity of ivermectin in cattle dung assessed using microcosms', *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 144, pp. 422–429. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.06.016>.
48. MMAyA *et al.* (2021) *Buenas prácticas de bienestar animal y medidas sanitarias en el aprovechamiento sostenible de la fibra de vicuña. Manual práctico para comunidades manejadoras de vicuñas*. La Paz: Wildlife Conservation Society, p. 48.
49. MMAyA, SERNAP and ACOFIV (2021) *Manual técnico de buenas prácticas de bienestar animal y de medidas sanitarias en el aprovechamiento de la fibra de vicuñas*. La Paz: Wildlife Conservation Society, p. 47.
50. Monk, J.D. *et al.* (2022) 'Cascading effects of a disease outbreak in a remote protected area', *Ecology Letters*, 25(5), pp. 1152–1163. Available at: <https://doi.org/10.1111/ele.13983>.
51. Montecino-Latorre, D. *et al.* (2019) 'Assessing the role of dens in the spread, establishment and persistence of sarcoptic mange in an endangered canid', *Epidemics*, 27, pp. 28–40. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.epidem.2019.01.001>.
52. Montecino-Latorre, D. *et al.* (2020) 'Sarcoptic mange: An emerging threat to Chilean wild mammals?', *Perspectives in Ecology and Conservation*, 18(4), pp. 267–276. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2020.09.007>.

53. Moroni, B. *et al.* (2022) 'Ivermectin Plasma Concentration in Iberian Ibex (*Capra pyrenaica*) Following Oral Administration: A Pilot Study', *Frontiers in Veterinary Science*, 9. Available at: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2022.830157> (Accessed: 8 July 2022).
54. O'hea, N.M. *et al.* (2010) 'Lethal and sub-lethal effects of ivermectin on north temperate dung beetles, *Aphodius ater* and *Aphodius rufipes* (Coleoptera: Scarabaeidae)', *Insect Conservation and Diversity*, 3(1), pp. 24–33. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2009.00068.x>.
55. Papadopoulos, E. and Fthenakis, G.C. (2017) 'Sarcoptic mange in guanacos: transmission to sheep and goats and treatment with moxidectin', *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 63(3), p. 207. Available at: <https://doi.org/10.12681/jhvms.15435>.
56. Powell, K., Foster, C. and Evans, S. (2018) 'Environmental dangers of veterinary antiparasitic agents', *Veterinary Record*, 183(19), pp. 599–600. Available at: <https://doi.org/10.1136/vr.k4690>.
57. Prabowo, A.R. and Bae, D.M. (2019) 'Environmental risk of maritime territory subjected to accidental phenomena: Correlation of oil spill and ship grounding in the Exxon Valdez's case', *Results in Engineering*, 4, p. 100035. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2019.100035>.
58. Prichard, RogerK. (2001) 'Genetic variability following selection of *Haemonchus contortus* with anthelmintics', *Trends in Parasitology*, 17(9), pp. 445–453. Available at: [https://doi.org/10.1016/S1471-4922\(01\)01983-3](https://doi.org/10.1016/S1471-4922(01)01983-3).
59. Pullin, A.S. and Knight, T.M. (2001) 'Effectiveness in Conservation Practice: Pointers from Medicine and Public Health', *Conservation Biology*, 15(1), pp. 50–54.
60. Pullin, A.S. and Knight, T.M. (2003) 'Support for decision making in conservation practice: an evidence-based approach', *Journal for Nature Conservation*, 11(2), pp. 83–90. Available at: <https://doi.org/10.1078/1617-1381-00040>.
61. Quiso Choque, V. (2014) *La Sabiduría Andina en la sanidad de Alpacas y Llamas en las comunidades de Cangalli – Ilave – El Collao – Puno*. Universidad Nacional del Altiplano. Available at: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2667> (Accessed: 13 July 2022).
62. Quispe Coaquira, J.E. *et al.* (2018) 'Características tecnológicas de la fibra de vicuñas en semicautiverio de la Multicomunal Picotani -Región Puno', *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(2), pp. 522–532. Available at: <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14475>.
63. R Core Team (2022) 'R: A Language and Environment for Statistical Computing'. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Available at: <https://www.R-project.org/>.
64. Rachowicz, L.J. *et al.* (2005) 'The Novel and Endemic Pathogen Hypotheses: Competing Explanations for the Origin of Emerging Infectious Diseases of Wildlife', *Conservation Biology*, 19(5), pp. 1441–1448. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00255.x>.

65. Rajković-Janje, R., Manojlović, L. and Gojmerac, T. (2004) 'In-feed 0.6% ivermectin formulation for treatment of wild boar in the Moslavina hunting ground in Croatia', *European Journal of Wildlife Research*, 50(1), pp. 41-43. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10344-003-0033-9>.
66. Rowe, M.L., Whiteley, P.L. and Carver, S. (2019) 'The treatment of sarcoptic mange in wildlife: a systematic review', *Parasites & Vectors*, 12(1), p. 99. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3340-z>.
67. Ruiz Hurtado, C.R. (2016) *Identificación y caracterización de la presencia de ectoparasitos y endoparasitos en vicunas (Vicugna vicugna) en comunidades de los departamentos de La Paz y Oruro*. Thesis. Available at: <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/9282> (Accessed: 11 July 2022).
68. Sahley, C.T., Vargas, J.T. and Valdivia, J.S. (2007) 'Biological Sustainability of Live Shearing of Vicuña in Peru', *Conservation Biology*, 21(1), pp. 98-105. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00558.x>.
69. Sainsbury, A.W. and Vaughan-Higgins, R.J. (2012) 'Analyzing Disease Risks Associated with Translocations', *Conservation Biology*, 26(3), pp. 442-452. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2012.01839.x>.
70. SERFOR, S.F. y de F.S. (2016) *Lineamientos para el otorgamiento de la autorización con fines de investigación científica de flora y/o fauna silvestre., Resolución de Dirección Ejecutiva*. Available at: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-lineamientos-otorgamiento-autorizacion-fines-investigacion>.
71. SERFOR, S.N.F. y de F.S. (2021) *Protocolo nacional para el tratamiento y control de la sarna en vicuñas*. Available at: <https://www.gob.pe/institucion/serfor/informes-publicaciones/1955963-protocolo-nacional-para-el-tratamiento-y-control-de-la-sarna-en-vicunas> (Accessed: 8 July 2022).
72. Strong, L. *et al.* (1996) 'The effect of faecally excreted ivermectin and fenbendazole on the insect colonisation of cattle dung following the oral administration of sustained-release boluses', *Veterinary Parasitology*, 62(3), pp. 253-266. Available at: [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(95\)00890-X](https://doi.org/10.1016/0304-4017(95)00890-X).
73. Sutherland, W.J. *et al.* (2004) 'The need for evidence-based conservation', *Trends in Ecology & Evolution*, 19(6), pp. 305-308. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2004.03.018>.
74. Tabassum, N. and Hamdani, M. (2014) 'Plants used to treat skin diseases', *Pharmacognosy Reviews*, 8(15), pp. 52-60. Available at: <https://doi.org/10.4103/0973-7847.125531>.
75. Tompkins, D.M. *et al.* (2015) 'Emerging infectious diseases of wildlife: a critical perspective', *Trends in Parasitology*, 31(4), pp. 149-159. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.pt.2015.01.007>.
76. Tseng, F.S. and Ziccardi, M. (2019) 'Care of Oiled Wildlife', in *Medical Management of Wildlife Species*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 75-84. Available at: <https://doi.org/10.1002/9781119036708.ch6>.
77. Valldeperes, M. *et al.* (2019) 'How sensitive and specific is the visual diagnosis of sarcoptic mange in free-ranging Iberian ibexes?', *Parasites & Vectors*, 12(1), p. 405. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3665-7>.

78. Vander Haegen, W.M. *et al.* (2018) 'Endemic diseases affect population dynamics of tree squirrels in contrasting landscapes', *The Journal of Wildlife Management*, 82(2), pp. 328–343. Available at: <https://doi.org/10.1002/jwmg.21383>.
79. Vander Haegen, W.M., Orth, G.R. and Linders, M.J. (2013) 'Survival and causes of mortality in a northern population of western gray squirrels', *The Journal of Wildlife Management*, 77(6), pp. 1249–1257. Available at: <https://doi.org/10.1002/jwmg.567>.
80. Vilá, B. and Arzamendia, Y. (2022) 'South American Camelids: their values and contributions to people', *Sustainability Science*, 17(3), pp. 707–724. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00874-y>.
81. Wallace, B.P. *et al.* (2020) 'Oil spills and sea turtles: documented effects and considerations for response and assessment efforts', *Endangered Species Research*, 41, pp. 17–37. Available at: <https://doi.org/10.3354/esro1009>.
82. Wick, M.V. and Hashem, B. (2019) 'Treatment of Sarcoptic Mange in an American Black Bear (*Ursus americanus*) with a Single Oral Dose of Fluralaner', *Journal of Wildlife Diseases*, 55(1), pp. 250–253. Available at: <https://doi.org/10.7589/2017-12-310>.
83. Wilkinson, V. *et al.* (2021) 'Fluralaner as a novel treatment for sarcoptic mange in the bare-nosed wombat (*Vombatus ursinus*): safety, pharmacokinetics, efficacy and practicable use', *Parasites & Vectors*, 14(1), p. 18. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04500-9>.
84. Xu, M. *et al.* (1998) 'Ivermectin resistance in nematodes may be caused by alteration of P-glycoprotein homolog1', *Molecular and Biochemical Parasitology*, 91(2), pp. 327–335. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0166-6851\(97\)00215-6](https://doi.org/10.1016/S0166-6851(97)00215-6).



