UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

T E S I S

Análisis de la adaptabilidad y su comportamiento social de la vicuña (Vicugna Vicugna) empleando imágenes satelitales en la comunidad campesina de Rancas, Provincia y Región Pasco

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor:

Bach. Geneliz Marithe DELGADO GARCIA

Bach. Williams Manuel Lizardo GARCIA LORENZO

Asesor:

Dr. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS

Cerro de Pasco – Perú – 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

T E S I S

Análisis de la adaptabilidad y su comportamiento social de la vicuña (Vicugna Vicugna) empleando imágenes satelitales en la comunidad campesina de Rancas, Provincia y Región Pasco

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Eleuterio Andrés ZAVALETA SANCHEZ	Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA
PRESIDENTE	**MIEMBRO**

Mg. Edgar Walter PEREZ JUZCAMAYTA
MIEMBRO

Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 020-2026-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

Análisis de la adaptabilidad y su comportamiento social de la vicuña (Vicugna Vicugna) empleando imágenes satelitales en la comunidad campesina de Rancas, Provincia y Región Pasco

Apellidos y nombres de los tesistas

Bach. Geneliz Marithe, DELGADO GARCIA

Bach. Williams Manuel Lizardo, GARCIA LORENZO

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr. David Johnny, CUYUBAMBA ZEVALLOS

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Ambiental

Índice de Similitud

5 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes.

Cerro de Pasco, 19 de mayo del 2026

Firma Digital UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN (AVANZADA)

Firmado digitalmente por PALOMINO ISIDRO Ruben Edgar FAU 20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 19.05.2026 08:36:33 -05:00

DEDICATORIA

A Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por guiarme en cada paso de este proceso. A mi madre, por su constante apoyo, sacrificio y ejemplo de esfuerzo que han sido fundamentales en la culminación de esta etapa académica. A mi hermana, por su compañía y estímulo permanente que me ha brindado fortaleza. A mi abuelo, por su sabiduría, consejos y la inspiración que representa en mi vida. Y a mis demás familiares, por su aliento, cariño y acompañamiento. Y con especial amor y nostalgia, a mi abuelita, cuyo recuerdo permanece vivo y constituye una fuente de motivación y guía en la consecución de mis objetivos.

Geneliz Marithe, DELGADO GARCIA

Con todo mi cariño, dedico este trabajo a mis queridos padres, quienes me enseñaron el valor de la perseverancia, el esfuerzo y por su aliento en los momentos más difíciles, a mis hermanos, por ser siempre una fuente de alegría, motivación. A toda mi familia, por su apoyo y motivación constante.

A los que aún me acompañan y a aquellos que ya partieron, pero cuya memoria sigue viva en mí, gracias.

Williams Manuel Lizardo, GARCIA LORENZO

AGRADECIMIENTO

Expresamos mi más sincero agradecimiento a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, quienes con dedicación, paciencia y compromiso académico contribuyeron de manera significativa a mi formación profesional. Su guía, conocimientos y valores transmitidos durante mi etapa universitaria han sido fundamentales para nuestro desarrollo personal y académico, y serán siempre una inspiración en mi vida profesional.

A nuestro asesor Dr. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS, por su constante orientación, paciencia y valiosos aportes que enriquecieron el presente trabajo, guiándome en cada etapa con compromiso y profesionalismo.

A los miembros del jurado, por el tiempo brindado en la revisión de este estudio, así como por sus observaciones y recomendaciones, que contribuyeron a mejorar y fortalecer esta investigación.

RESUMEN

La presente investigación analiza la adaptabilidad y el comportamiento social de la vicuña (Vicugna vicugna) en la Comunidad Campesina de Rancas, ubicada en la provincia y región Pasco, Perú. El estudio tuvo como objetivo determinar la relación entre los factores ambientales y espaciales y el comportamiento social de la especie, empleando herramientas de teledetección e imágenes satelitales para la identificación de zonas de pastoreo y distribución.

Se aplicó un enfoque cuantitativo, descriptivo y correlacional, utilizando el coeficiente de correlación de Pearson, obteniéndose un valor de $r = 0,82$ con un p-valor de $0,000 < 0,05$, lo que evidencia una relación positiva y significativa entre las variables analizadas. Estos resultados demuestran que la calidad del hábitat y la disponibilidad de recursos influyen directamente en la organización social, los patrones de desplazamiento y la estructura poblacional de las vicuñas.

Asimismo, se verificó que las prácticas ancestrales de manejo, como el Chaccu comunal, contribuyen a la conservación sostenible de la especie, fortaleciendo la identidad cultural y la participación de la comunidad en la gestión de la fauna silvestre. Se concluye que la integración del conocimiento tradicional con herramientas tecnológicas modernas permite un manejo más eficiente, garantizando la sostenibilidad ecológica y socioeconómica de la vicuña en los ecosistemas altoandinos de Pasco.

Palabras clave: vicuña, comportamiento social, factores ambientales, Rancas, conservación, sostenibilidad.

ABSTRACT

This research analyzes the adaptability and social behavior of the vicuña (Vicugna vicugna) in the Rural Community of Rancas, located in the province and region of Pasco, Peru. The study aimed to determine the relationship between environmental and spatial factors and the social behavior of the species, using remote sensing tools and satellite images to identify grazing areas and distribution.

A quantitative, descriptive, and correlational approach was applied, using Pearson's correlation coefficient, obtaining a value of $r = 0.82$ with a p-value of $0.000 < 0.05$, which shows a positive and significant relationship between the variables analyzed. These results demonstrate that habitat quality and resource availability directly influence the social organization, movement patterns, and population structure of vicuñas.

Likewise, it was verified that ancestral management practices, such as the communal Chaccu, contribute to the sustainable conservation of the species, strengthening cultural identity and community participation in wildlife management. It is concluded that the integration of traditional knowledge with modern technological tools allows for more efficient management, ensuring the ecological and socioeconomic sustainability of vicuñas in the high Andean ecosystems of Pasco.

Keywords: vicuña, social behavior, environmental factors, Rancas, conservation, sustainability.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación aborda el análisis de la adaptabilidad y el comportamiento social de la vicuña (Vicugna vicugna) en la Comunidad Campesina de Rancas, ubicada en la Región Pasco, Perú. Este estudio se desarrolla en un contexto donde resulta prioritario promover el manejo sostenible de las prácticas ancestrales, entre ellas el Chaccu, ritual tradicional que permite la esquila responsable de la fibra de vicuña, reconocida como una de las más finas y valiosas del mundo.

Las vicuñas, emblemáticos camélidos de los ecosistemas altoandinos, enfrentan actualmente diversos desafíos ecológicos derivados de la reducción de su hábitat, las variaciones climáticas y la creciente intervención humana. En este escenario, comprender sus patrones de comportamiento y adaptabilidad se vuelve esencial para garantizar su conservación y aprovechamiento sostenible (Arzamendia et al., 2018).

La problemática central de esta investigación radica en los efectos que las actividades humanas y las dinámicas ambientales ejercen sobre la distribución, el uso del hábitat y las interacciones sociales de las vicuñas. Investigaciones previas han demostrado que estas especies dependen de zonas con cobertura vegetal saludable para su supervivencia y reproducción, lo cual puede evaluarse a través del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), herramienta que permite analizar la calidad y productividad de los pastizales (Vila et al., 2003). No obstante, la presión sobre los recursos naturales y la expansión de las actividades antrópicas han reducido considerablemente las áreas óptimas para las vicuñas, afectando su bienestar, dinámica poblacional y estructura social.

A través del uso de imágenes satelitales y del análisis del NDVI, esta investigación examina cómo los cambios en la disponibilidad de recursos influyen en la organización social y las estrategias adaptativas de las vicuñas en Rancas. Este análisis se complementa con observaciones de campo, que permiten contrastar los resultados geoespaciales con los comportamientos observados directamente en su hábitat natural. El empleo de tecnologías geoespaciales facilita la identificación de zonas críticas, la modelación de la distribución

potencial de la especie y la evaluación de la sostenibilidad de las prácticas de manejo (Korswagen, 2015).

Desde una perspectiva social y económica, el Chaccu de Rancas constituye no solo una manifestación cultural de profundo valor simbólico, sino también una fuente de ingresos significativa para la comunidad campesina. Sin embargo, la falta de un manejo técnico y ecológicamente adecuado puede comprometer la viabilidad de las poblaciones de vicuñas y limitar los beneficios sostenibles que esta práctica podría generar.

En este marco, la presente investigación tiene como propósito evaluar, mediante imágenes satelitales, la relación entre las condiciones del hábitat y el comportamiento social de las vicuñas, con el fin de promover estrategias de manejo sostenible que fortalezcan la conservación de la especie y contribuyan al bienestar de las comunidades locales.

Por lo tanto, el objetivo general de este estudio es determinar los factores que influyen en la adaptabilidad y el comportamiento social de las vicuñas (Vicugna vicugna) en la Comunidad Campesina de Rancas, empleando imágenes satelitales, con énfasis en la interrelación entre las prácticas de manejo, el uso del hábitat y las dinámicas sociales de la especie.

ÍNDICE

Página

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE IMAGENES

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema 1

1.2. Delimitación de la investigación 2

1.3. Formulación del problema 4

1.3.1. Problema general 4

1.3.2. Problemas específicos 4

1.4. Formulación de Objetivos 5

1.4.1. Objetivo general 5

1.4.2. Objetivos específicos 5

1.5. Justificación de la investigación 5

1.6. Limitaciones de la investigación 8

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio 10

2.1.1. Antecedentes internacionales 10

2.1.2. Antecedentes nacionales 13

2.2. Bases teóricas - científicas 17
2.2.1. Vicuña 17
2.2.2. Manejo y Aprovechamiento Sostenible de la Vicuña 19
2.2.3. Importancia ecológica y cultural de la vicuña (Vicugna vicugna) 22
2.2.4. Aplicaciones del NDVI y SIG en la caracterización de hábitats y monitoreo ambiental 23
2.3. Definición de términos básicos 26
2.4. Formulación de hipótesis 28
2.4.1. Hipótesis general 28
2.4.2. Hipótesis especificas 28
2.5. Identificación de las variables 29
2.5.1. Variable independiente 29
2.5.2. Variable dependiente 29
2.6. Definición Operacional de variables e indicadores. 30

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación 32
3.2. Nivel de Investigación 32
3.3. Métodos de investigación 33
3.4. Diseño de investigación 34
3.5. Población y muestra 34
3.5.1. Población 34
3.5.2. Muestra 35
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 35
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación 37
3.8. Técnicas de procesamientos y análisis de datos 37
3.9. Tratamiento estadístico 39
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica 40

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo.....41

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados. 49

4.3. Prueba de Hipótesis 56

4.4. Discusión de resultados.....59

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Página

Tabla 1: Coordenadas Geográficas..... 4

Tabla 2. Reducción del hábitat de la vicuña..... 45

Tabla 3. Resultado del análisis espectral de la imagen satelital 2024..... 47

Tabla 4. Resultado del análisis espectral de la imagen satelital 2013..... 49

Tabla 5. Regiones mayores iguales que 18000 m2 año 2024..... 54

Tabla 6. Regiones mayores iguales que 18000 m2 año 2013..... 55

Tabla 7. Estadística descriptiva de la muestra..... 56

Tabla 8. Prueba de hipótesis de muestras independientes..... 56

Tabla 9. Análisis Comparativo de NDVI entre 2013 y 2024:..... 62

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1: Ubicación del área de estudio 3

Figura 2:Ubicación del área de estudio 4

Figura 3. LC08_L2SP_007067_20240716 46

Figura 4: Imagen satelital de Zona árida de la imagen 2024 48

Figura 5. LC08_L2SP_007067_20130629 48

ÍNDICE DE IMÁGENES

Página

Imagen 1. La vicuña (Vicugna vicugna) 18

Imagen 2. Organización social de la vicuña 42

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema

El problema se orienta en comprender cómo esta especie se adapta a su entorno y las dinámicas de su comportamiento social. Esta investigación es esencial debido a la recuperación de las poblaciones de vicuña y la necesidad de establecer un manejo sostenible que beneficie a las comunidades locales sin comprometer el bienestar de los animales. Según CITES (2013), las vicuñas muestran una organización social basada en grupos familiares y solteros, con comportamientos específicos relacionados con la defensa territorial y la búsqueda de alimento, lo que requiere un análisis detallado para formular estrategias de manejo efectivas.

La investigación también busca describir y determinar valores de área de uso y distancias recorridas en relación con la organización social de las vicuñas, lo cual es vital para entender sus necesidades espaciales y la interacción con su hábitat. Esto incluye la evaluación de la composición botánica del área y el rendimiento de materia seca del hábitat, así como el análisis de patrones de conducta por unidad familiar.

El análisis del comportamiento social y la adaptabilidad de las vicuñas también aborda las implicancias de la caza furtiva y otros factores que afectan negativamente a la población. La legislación vigente clasifica a la vicuña como vulnerable, y la continua actividad ilícita representa un desafío para la conservación.

La investigación de Arzamendia y Vila (2012) aborda un problema significativo en la gestión sostenible de la fauna silvestre: los impactos de las prácticas de captura y esquila en las vicuñas. Este estudio revela cómo las prácticas de esquila, necesarias para el aprovechamiento sostenible de la fibra de vicuña, alteran el comportamiento y la ecología de estas especies, generando estrés y traumas al momento de cercarlos y tener contacto el humano con la vicuña. Aunque un su estudio muestra que las técnicas de manejo utilizadas revelan impactos mínimos en las vicuñas, sugiriendo que, con protocolos estrictos de bienestar animal, estas prácticas son sostenibles

También en otro estudio del referido autor se profundiza en la organización social de las vicuñas post-captura y esquila. Dicho estudio destaca la importancia de la fidelidad de las hembras a los grupos familiares y cómo los machos solitarios y los grupos de solteros se integran en la estructura social de la población, con ello se entiende las bases ecológicas y comportamentales que sustentan la poliginia de las vicuñas, proporcionando información valiosa para el manejo y conservación de la especie en su hábitat natural.

1.2. Delimitación de la investigación

La presente investigación se desarrolló en la Comunidad Campesina de Rancas, ubicada en la Provincia y Región Pasco, Perú, dentro del ámbito del Parque Conservacionista de Wishlamachay, zona reconocida por la presencia significativa de vicuñas (Vicugna vicugna) y por la práctica tradicional del Chaccu.

El estudio se delimita espacialmente al territorio comunal donde se distribuyen las poblaciones de vicuñas, abarcando las áreas de pastoreo natural, zonas de descanso y desplazamiento, que serán analizadas mediante el uso de imágenes satelitales de alta resolución.

Temporalmente, la investigación comprende el periodo 2024–2025, tomando como referencia la estación seca —meses de mayo a septiembre—, cuando las condiciones climáticas y de visibilidad satelital permiten una mejor observación de la cobertura vegetal y de los patrones de desplazamiento de las vicuñas.

Temáticamente, la investigación se enfocará en el análisis de la adaptabilidad y el comportamiento social de las vicuñas, considerando variables ambientales (temperatura, altitud, cobertura vegetal, disponibilidad de pastos) y de interacción intraespecífica (agrupamiento, desplazamiento, y hábitos de pastoreo), empleando técnicas de teledetección y georreferenciación.

Poblacionalmente, el estudio se centrará en las poblaciones silvestres de vicuñas que habitan dentro del territorio de la Comunidad Campesina de Rancas, sin incluir otras especies de camélidos sudamericanos ni comunidades vecinas.

Delimitación espacial

Se encuentra ubicada en la comunidad campesina San Antonio de Rancas, que pertenece al Distrito de Simon Bolivar con un perímetro de los pastizales de 19.7 Kilómetros y una superficie de 2762 Hectarias

Figura 1: *Ubicación del área de estudio*



Tiempo:

Inicio de la investigación en agosto y culmina en octubre del 2024

Figura 2:*Ubicación del área de estudio*



Tabla 1: *Coordenadas Geográficas*

COORDENADAS DE UBICACIÓN
NORTE: 8818048 m S ESTE: 355757 m E

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuáles son las condiciones ambientales y los patrones de comportamiento social que determinan la adaptabilidad de la vicuña (Vicugna vicugna) en la comunidad campesina de Rancas, provincia y región Pasco, empleando el análisis de imágenes satelitales?

1.3.2. Problemas específicos

a. ¿Qué factores ambientales (altitud, temperatura, cobertura vegetal y disponibilidad de pastos) influyen en la adaptabilidad espacial de las vicuñas dentro del territorio comunal de Rancas, según el análisis de imágenes satelitales?

b. ¿Cómo se manifiestan los patrones de comportamiento social de las vicuñas —agrupamiento, desplazamiento y zonas de interacción— observados mediante imágenes satelitales en la Comunidad Campesina de Rancas?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Analizar la adaptabilidad y el comportamiento social de la vicuña (Vicugna vicugna) en la Comunidad Campesina de Rancas, Provincia y Región Pasco, mediante el uso de imágenes satelitales para identificar los factores ambientales y espaciales que influyen en su distribución y dinámica social.

1.4.2. Objetivos específicos

a. Identificar los factores ambientales —como altitud, temperatura, cobertura vegetal y disponibilidad de pastos— que condicionan la adaptabilidad espacial de las vicuñas en la Comunidad Campesina de Rancas utilizando análisis satelital.

b. Evaluar los patrones de comportamiento social de las vicuñas, tales como el agrupamiento, desplazamiento y zonas de interacción, a partir de la interpretación de imágenes satelitales de alta resolución.

1.5. Justificación de la investigación

La presente investigación titulada “Adaptabilidad y comportamiento social de la vicuña (Vicugna vicugna) como base para un manejo sostenible durante el Chaccu en la Comunidad Campesina de Rancas, Pasco” se justifica por su relevancia científica, social y ambiental, al abordar la interacción entre la fauna silvestre y las prácticas ancestrales de aprovechamiento sostenible en los ecosistemas altoandinos.

A. Justificación científica

El estudio aporta al conocimiento ecológico y etológico de la vicuña (Vicugna vicugna), especie emblemática de los Andes y símbolo de la fauna peruana. Analizar su adaptabilidad y comportamiento social durante el Chaccu permite

comprender las respuestas de estos camélidos ante el manejo humano y las variaciones ambientales propias de la puna. Asimismo, el uso de imágenes satelitales y observaciones de campo ofrece un enfoque innovador para estudiar la distribución espacial, el desplazamiento y las dinámicas grupales, contribuyendo al desarrollo de nuevas metodologías para el monitoreo de fauna silvestre en zonas altoandinas.

B. Justificación social

El Chaccu representa una manifestación cultural y económica de gran valor para la Comunidad Campesina de Rancas, ya que permite obtener fibra de vicuña —uno de los recursos más finos del mundo— mediante un proceso comunitario y sostenible. Comprender el comportamiento de las vicuñas en este contexto facilita mejorar las prácticas de manejo, garantizando la seguridad y bienestar de los animales, así como la continuidad de una tradición ancestral que fortalece la identidad cultural y genera ingresos para los comuneros. Esta investigación, por tanto, busca vincular el conocimiento científico con el saber tradicional, promoviendo la valorización de la cultura andina.

C. Justificación ambiental

Desde una perspectiva ambiental, la investigación contribuye a la conservación de la vicuña y a la gestión sostenible de su hábitat natural. Identificar cómo estos animales se adaptan y responden al manejo humano durante el Chaccu permitirá establecer criterios técnicos y ecológicos que favorezcan la sostenibilidad de esta práctica. Los resultados podrán ser utilizados por instituciones locales, regionales y nacionales en la formulación de políticas de conservación y en la mejora de los planes de manejo de vicuñas en libertad, alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible relacionados con la vida de ecosistemas terrestres (ODS 15).

Importancia y alcances de la investigación

A. Importancia

La vicuña (Vicugna vicugna) es un camélido salvaje que vive en grupos familiares a lo largo del año, mostrando un comportamiento social sedentario y no migratorio. Estas poblaciones se dividen en tres tipos de unidades sociales: grupos familiares, grupos de solteros e individuos solitarios. También se tiene referencia del sistema de apareamiento de las vicuñas como una poliginia de defensa de recursos, donde el macho territorial defiende un área de recursos alimenticios esenciales para las hembras. Además, este sistema incluye componentes del sistema de defensa de harén, donde los machos territoriales agrupan y protegen a las hembras dentro de sus territorios para evitar que deambulen.

La vida en grupo tiene un efecto directo en el éxito reproductivo de las vicuñas, permitiendo a las hembras pastar sin perturbaciones, aumentando la protección de las crías contra depredadores y proporcionando a los machos la oportunidad de aparearse con todas las hembras adultas del grupo. A pesar de ser reproductores estacionales fuertes, los grupos familiares de vicuñas permanecen juntos durante todo el año, con apareamientos y nacimientos que ocurren de febrero a mayo. Los machos alcanzan la madurez sexual a los 3-5 años y regulan el tamaño del grupo rechazando o aceptando hembras y expulsando a los jóvenes machos y hembras a edades específicas. Este patrón de grupos familiares anuales es raro entre los mamíferos y exclusivo de los camélidos sudamericanos (Franklin, 2011; Koford, 1957).

B. Alcances

El estudio se desarrolló en el ámbito geográfico de la Comunidad Campesina de Rancas, en la Provincia y Región Pasco, dentro del Parque

Conservacionista de Wishlamachay, reconocido por su población de vicuñas y la práctica ancestral del Chaccu.

El alcance de la investigación abarca:

- El análisis de la adaptabilidad ecológica de las vicuñas, considerando factores ambientales como altitud, cobertura vegetal, temperatura y disponibilidad de pastos.
- La evaluación del comportamiento social durante el Chaccu, observando dinámicas grupales, desplazamientos y respuestas frente a la interacción humana.
- La identificación de criterios sostenibles para mejorar las prácticas de manejo y conservación de la especie en contextos de captura, esquila y liberación.

Este estudio no pretende intervenir directamente en el proceso del Chaccu, sino observar y analizar los comportamientos naturales y las condiciones ecológicas existentes. Los resultados estarán orientados a proporcionar información científica útil para fortalecer los programas de conservación y manejo sostenible de la vicuña en la región altoandina del Perú.

1.6. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones observadas al realizar el estudio de análisis de la adaptabilidad y su comportamiento social de la vicuña (Vicugna Vicugna) son:

A. La investigación puede verse afectada por la variabilidad ambiental, como cambios climáticos y disponibilidad de recursos, que influyen en el comportamiento y adaptabilidad de las vicuñas. La región andina tiene un clima extremo y variable que puede alterar las condiciones del estudio y afectar la generalización de los resultados a otras áreas o periodos.

B. La intensa participación humana durante el Chaccu podría influir en el comportamiento natural de las vicuñas. La presencia de turistas y comuneros

puede causar estrés en los animales, lo cual podría distorsionar los datos recolectados sobre su comportamiento social y adaptabilidad.

C. La limitación en el número de vicuñas marcadas y observadas puede afectar la representatividad del estudio. Además, las diferencias genéticas y de comportamiento entre vicuñas de distintas regiones o grupos sociales pueden no estar completamente capturadas, limitando la aplicabilidad de los hallazgos a una población más amplia.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

El objetivo del uso sostenible de la vida silvestre incluye minimizar los impactos negativos a largo plazo del manejo. En este contexto, evaluamos las respuestas etoeconómicas y demográficas de vicuñas silvestres (Vicugna vicugna) a la captura, esquila y liberación en el norte de Argentina. Al comparar animales capturados y esquilados con aquellos no capturados durante dos años después de los eventos de captura, observamos cambios sutiles y a corto plazo en el comportamiento de movimiento, probablemente debido al estrés térmico y conductual post-captura. No se encontraron cambios en las tasas de supervivencia y natalidad, organización social o distribución de los animales. Por lo tanto, concluimos que las técnicas de captura utilizadas resultaron en impactos bajos en la población de vicuñas silvestres.

Este estudio demuestra que las prácticas de manejo, cuando se realizan siguiendo estrictos estándares de bienestar animal, pueden tener un impacto mínimo en las vicuñas. La observación de cambios conductuales sutiles y de corto plazo sugiere que, aunque el estrés post-captura es inevitable, no necesariamente se traduce en efectos negativos a largo plazo en la supervivencia y reproducción de las vicuñas. Este hallazgo es crucial para el desarrollo de estrategias de manejo

sostenible que permitan la conservación de la especie y el uso responsable de sus recursos, asegurando que las prácticas actuales puedan mantenerse sin comprometer la viabilidad de las poblaciones silvestres.

Arzamendia, Carbajo y Vila (2018) en su investigación define a la vicuña como un camélido silvestre de los altos Andes que vive en grupos durante todo el año. Analizamos la organización social de 98 vicuñas marcadas después de la captura y esquila en vivo, centrándonos en la composición de los grupos, patrones espaciales, territorialidad y uso del hábitat. Las unidades sociales analizadas fueron familias, grupos de solteros y animales solitarios. Se registraron ubicaciones de 54 machos y 36 hembras durante un período de dos años, y se estimaron sus rangos hogareños.

Todas las hembras pertenecían a grupos familiares, y los juveniles de 8 a 12 meses cambiaron sus rangos hogareños antes de la primera reproducción a los dos años. Las hembras juveniles se dispersaron a un nuevo grupo familiar, mientras que los machos juveniles se unieron a un grupo de solteros. Los machos solitarios aparecieron durante el intervalo entre dejar los grupos de solteros o familiares, y viceversa. Nuestro estudio mostró que la poliginia en vicuñas se basaba en los requisitos de área de pastoreo de las hembras. Las hembras que permanecieron con los mismos machos se definieron como leales, con un rango hogareño promedio de 18.9 ha. Las hembras que cambiaron tanto de familia como de macho y pastaron en el mismo tamaño de rango hogareño fueron consideradas desleales. Los grupos familiares seleccionaron el hábitat con un estrato bajo y la mayor cobertura de plantas palatables, mientras que los solteros usaron su hábitat de manera aleatoria.

Este análisis destaca la complejidad de la organización social de las vicuñas y la importancia de comprender sus patrones de uso del hábitat y comportamiento territorial para implementar estrategias de manejo y conservación efectivas. La lealtad de las hembras a los machos y sus territorios refleja la importancia de las áreas de pastoreo en la estructura social de las vicuñas, proporcionando una visión integral de

cómo estas interacciones afectan la dinámica poblacional y la sostenibilidad de las prácticas de manejo.

Mamani Choque, B. A. (2006). Recogieron datos conductuales entre mayo de 2002 y febrero de 2005 sobre una población de aproximadamente 200 vicuñas en una porción de 1,145 ha de la Reserva de la Biosfera. Muestreamos de 6 a 10 días por temporada (otoño, invierno, primavera y verano). Aumentamos la intensidad del muestreo después de las capturas de 2003 (es decir, diariamente durante 2 semanas después de la captura y 1 semana cada mes durante los siguientes 6 meses). Observamos el comportamiento de los animales marcados desde el primer día después de su liberación. Monitoreamos individuos marcados en 2003 (n = 98) durante hasta 2 años después de la captura. Estas vicuñas se dividieron en 2 grupos de muestreo: el grupo capturado (n = 43 vicuñas capturadas y marcadas en mayo) y el grupo esquilado (n = 75 vicuñas capturadas, esquiladas y marcadas en noviembre de 2003 [55 fueron marcadas por primera vez en la captura de noviembre y 20 fueron recapturadas]). Tuvimos un grupo de control de aproximadamente 100 individuos que no capturamos ni esquilamos y que observamos en cada temporada durante 3 años (desde abril de 2002 hasta febrero de 2005).

El estudio es longitudinal sobre el comportamiento de las vicuñas, en el que se recopilan datos durante casi tres años, con un enfoque específico en el comportamiento post-captura y esquila. Se muestra un diseño de muestreo robusto y sistemático, con observaciones detalladas distribuidas equitativamente a lo largo del día y de las estaciones, lo que permite una evaluación exhaustiva de las variables conductuales. La división de los grupos de estudio en capturados, esquilados y un grupo de control no manipulado, permite comparaciones que arrojan luz sobre los efectos específicos de las intervenciones humanas. Este enfoque meticuloso y bien documentado ofrece una base sólida para evaluar los impactos del manejo de vicuñas en su comportamiento y bienestar.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Lichtenstein, G., Oribe, F., Grieg-Gran, M., & Mazzucchelli, S. (2002). Manejo comunitario de vicuñas en Perú: Las vicuñas (Vicugna vicugna) son camélidos silvestres que habitan en las zonas altas de los Andes, entre los 3,000 y 4,600 metros de altitud. Su distribución se extiende desde los 9º 30' hasta los 29º 00' de latitud sur, en Ecuador, Bolivia, Perú, Chile y Argentina, siendo el Perú el país con la población más grande (102,000 ejemplares en 1998). Las vicuñas son una especie polígina que vive en grupos familiares compuestos por un macho territorial, hembras y sus crías. Los machos adultos sin territorio conforman grupos no reproductivos.

Las vicuñas son muy valoradas por su fibra, que es más fina que el cashmere y, por lo tanto, puede ser utilizada para elaborar prendas de lujo de alta calidad. Habitan en la región biogeográfica de la Puna, un ecosistema frágil caracterizado por baja precipitación anual, alta oscilación diaria de temperatura y baja productividad primaria. La principal amenaza para este hábitat es la desertificación, provocada por el sobrepastoreo y la falta de un manejo adecuado.

La Puna peruana está habitada por comunidades indígenas que, en la mayoría de los casos, viven por debajo de la línea de pobreza. Sus principales medios de subsistencia son la agricultura de autoconsumo y la crianza de ganado, basados principalmente en la mano de obra familiar. Los factores que limitan el desarrollo en la región incluyen: la escasez de agua y tierras agrícolas, la ausencia de técnicas modernas para incrementar la productividad, la altitud y la distancia a los mercados.

El interés comercial por la vicuña la llevó al borde de la extinción debido a la caza ilegal. Aunque se sabe que los incas desarrollaron técnicas para aprovechar la fibra de las vicuñas vivas, hasta hace poco la práctica común consistía en matar al animal para obtener su vellón. Como resultado, la población de vicuñas en el Perú disminuyó drásticamente en las décadas de 1960 y 1970, lo que llevó a incluir a la especie en el Apéndice I de CITES y a imponer restricciones al comercio internacional de fibra y productos de vicuña. En la década de 1970 se iniciaron proyectos de

conservación financiados por donantes, pero fueron interrumpidos por las actividades terroristas en los años 80 y finalmente abandonados.

Tras el fin del terrorismo, se hicieron grandes esfuerzos para restaurar la población de vicuñas. Las autoridades comprendieron que el modelo de guardaparques armados era insuficiente para brindar protección contra la caza furtiva y que las comunidades (en cuyas tierras vivían las vicuñas) debían recibir beneficios si se quería asegurar su interés en la conservación. Desde 1992, las comunidades han recibido progresivamente más control, comenzando con derechos de uso y custodia y pasando a derechos de propiedad sobre las vicuñas (aunque esto no incluye la venta libre de los animales en el mercado). En vista de estos esfuerzos, en 1994 las restricciones de CITES sobre la exportación de fibra de vicuña fueron flexibilizadas y se autorizó al país a exportar fibra esquilada de animales vivos.

Hasta 1995, las vicuñas eran manejadas en estado silvestre, siendo capturadas únicamente para su esquila y luego liberadas. Las comunidades andinas capturan vicuñas de manera comunal, rodeándolas y guiándolas hacia un embudo formado por mallas. Este proceso, denominado chaku, se basa en métodos practicados por los incas. Una vez dentro del embudo, las vicuñas son tomadas una por una, esquiladas y luego liberadas.

Actualmente existen dos enfoques de manejo comunitario de vicuñas. Las comunidades con grandes poblaciones, como Lucanas y San Cristóbal en Ayacucho, siguen manejando vicuñas en estado silvestre y realizando capturas temporales. Operan con personal remunerado —todos miembros de la comunidad— y un coordinador a tiempo completo. Estos proyectos han sido financiados con préstamos del FONCODES, un fondo de desarrollo social.

Las comunidades con pequeñas poblaciones de vicuñas son alentadas a participar en el Programa de Uso Sostenible de la Vicuña, introducido en 1996 por el organismo gubernamental encargado del manejo de camélidos (CONACS). El programa consiste en instalar grandes corrales (12 km de perímetro) que cubren un

área de 1,000 hectáreas en tierras comunales. Los corrales están diseñados para encerrar entre 250 y 1,000 vicuñas, y todo el ganado debe ser retirado del área cercada. Las comunidades pagan 23,000 dólares estadounidenses por los corrales. Este monto puede cancelarse en efectivo (mediante un préstamo del gobierno) y/o en vicuñas (valoradas para este fin en 1,000 dólares cada una). Estas vicuñas son luego transferidas a otras comunidades con menos ejemplares como parte de un programa de repoblamiento. Según CONACS, el objetivo de los corrales es facilitar la captura de vicuñas, aunque parece haber pocas comparaciones entre las tasas de captura con y sin dicha infraestructura. El programa funciona con trabajo comunal no remunerado y asistencia técnica esporádica de CONACS.

Toda la fibra producida es almacenada y vendida por la Sociedad Nacional de la Vicuña (que agrupa a representantes de todas las comunidades productoras) en subasta pública o mediante negociación directa con las empresas interesadas. Un consorcio internacional formado por una empresa peruana (CondorTips) y dos italianas (Lanerie Agnona y Loro Piana) ha adquirido hasta ahora toda la fibra. El consorcio procesa la fibra y vende los productos terminados. Dado que la fibra de vicuña es un producto de lujo, los principales mercados se encuentran en el extranjero. Hasta ahora, las principales ventas han sido a Japón, Italia y, en menor medida, a otros países europeos.

Korswagen Eguren (2015) en su investigación menciona el uso y manejo sostenible de los recursos naturales es crucial para el desarrollo sostenible, especialmente en ecosistemas alto-andinos que son susceptibles a la degradación por sobre-pastoreo y cambio climático. En Perú, la Comunidad Campesina de Tanta en Yauyos, parte de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas, alberga una población silvestre de vicuñas que es vital para la conservación y desarrollo sostenible de la región. Sin embargo, las actividades locales tienen un impacto negativo en estos ecosistemas, haciendo necesario investigar y practicar un manejo sostenible de los recursos.

La investigación tiene como objetivo principal determinar las relaciones espaciales y los impactos de las actividades de la Comunidad Campesina de Tanta sobre el hábitat y la distribución de la vicuña. Se utilizó el mapeo participativo y análisis con imágenes satelitales y herramientas SIG para evaluar el hábitat de la vicuña y modelar su distribución potencial utilizando el software MaxEnt. Los resultados permitieron analizar las relaciones espaciales entre las actividades socio-económicas y el hábitat de la vicuña, proporcionando un balance de perspectivas y estrategias para su manejo sostenible. La relevancia de esta investigación radica en su capacidad de integrar métodos de geografía humana y física, y en la difusión de habilidades para solucionar problemas ambientales, beneficiando tanto a la comunidad local como a los agentes de conservación.

Las acciones relacionadas con la conservación, el manejo y el aprovechamiento de la vicuña se enmarcan en el cumplimiento de la normativa internacional y nacional vigente. A nivel internacional, destacan el Convenio para la Conservación y Manejo de la Vicuña, la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). En el ámbito nacional, la regulación está dada por instrumentos como la Ley N.° 653, Ley de Promoción de las Inversiones en el Sector Agrario y su reglamento aprobado mediante el Decreto Supremo N.° 048-91-AG; la Ley N.° 26496 y su reglamentación en el Decreto Supremo N.° 007-96-AG; la Ley N.° 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre, junto con su Reglamento para la Gestión de Fauna Silvestre aprobado por el Decreto Supremo N.° 019-2015-MINAGRI; además del Decreto Supremo N.° 014-2014-MINAGRI, que establece el régimen de promoción para el aprovechamiento y la comercialización de la fibra de camélidos sudamericanos silvestres, entre otras disposiciones complementarias.

SERFOR (2023) En cuanto a su estado de conservación, la vicuña se encuentra categorizada como Casi Amenazada (NT) según el Decreto Supremo N.°

004-2014-MINAGRI, lo que implica que la especie depende directamente de medidas de protección para evitar que, en el futuro cercano, sea incluida en categorías de mayor riesgo.

En este marco, el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), en su calidad de autoridad nacional y ente rector en la materia, resalta la importancia de generar documentos técnicos que sirvan de referencia a tomadores de decisiones, formuladores de políticas públicas, integrantes de la cadena productiva, investigadores e instituciones comprometidas con la gestión sostenible de la fauna silvestre. Dichos documentos buscan orientar la producción de información científica y técnica, así como el desarrollo de tecnologías que favorezcan el manejo sostenible de la vicuña, fortaleciendo la competitividad del sector y beneficiando directamente a sus usuarios.

Con este propósito, el SERFOR, a través de la Dirección de Estudios e Investigación de la Dirección General de Política y Competitividad Forestal y de Fauna Silvestre, presenta el documento técnico “Avances de la investigación sobre la vicuña (Vicugna vicugna)”. Este trabajo reúne, sistematiza y analiza los aportes de la producción científica sobre la especie desde 1975, alineados con las líneas de investigación definidas en la Agenda Nacional de Investigación Forestal y de Fauna Silvestre 2020-2025.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Vicuña

En el Perú, la vicuña (Vicugna vicugna) ha sido reconocida como Patrimonio Natural de la Nación, debido a su alto valor socioeconómico y cultural. Su fibra, considerada entre las más finas del mundo, constituye un recurso estratégico para las comunidades altoandinas (Quispe, 2011; Torres, 2014).

Imagen 1. *La vicuña (Vicugna vicugna)*



A. Características morfológicas

La vicuña (Vicugna vicugna) es uno de los herbívoros nativos con mayor distribución en Sudamérica, habitando principalmente en las estepas andinas y altoandinas. Se reconocen dos subespecies: Vicugna vicugna vicugna y Vicugna vicugna mensalis, diferenciadas sobre todo por rasgos fenotípicos como el tamaño corporal, la longitud de los molares y variaciones en el pelaje (Wheeler, 2006).

B. Taxonomía:

- Clase: Mammalia
- Orden: Cetartiodactyla
- Familia: Camelidae
- Género: Vicugna
- Especie: Vicugna vicugna (Molina, 1782)
- Subespecies:
- Vicugna vicugna mensalis (Thomas, 1917)
- Vicugna vicugna vicugna (Molina, 1782)

C. Distribución

La especie se encuentra de manera exclusiva en la región centro-sur de Sudamérica, presente en Perú, Bolivia, Argentina, Chile y Ecuador. En este último

país, la población actual proviene de ejemplares introducidos desde Bolivia, Chile y Perú.

En el caso peruano, la vicuña se distribuye en 16 departamentos: Ayacucho, Puno, Huancavelica, Junín, Cusco, Apurímac, Lima, Tacna, Áncash, Huánuco, Arequipa, Moquegua, Cajamarca, Pasco, Ica y La Libertad.

D. Población de vicuñas en el Perú

Desde 1994 se han llevado a cabo cuatro censos nacionales de vicuñas. El primero fue desarrollado por el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), que reportó una población de 66,559 individuos. Posteriormente, en 1997 y 2000, el Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos (CONACS) realizó dos evaluaciones que registraron 103,161 y 118,678 vicuñas, respectivamente. Finalmente, la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre (DGFFS) del Ministerio de Agricultura y Riego informó en 2012 una población de 208,899 ejemplares a nivel nacional.

2.2.2. Manejo y Aprovechamiento Sostenible de la Vicuña

El manejo de esta especie resulta sostenible siempre que las comunidades campesinas, asociaciones o personas naturales que conviven con ella perciban que los beneficios derivados de la utilización y comercialización de la fibra compensan los costos de su conservación. En esta línea, el SERFOR, a través de la Resolución de Dirección Ejecutiva N.° 60-2015-SERFOR-DE, establece los Lineamientos para el aprovechamiento y comercialización de la fibra de camélidos sudamericanos silvestres. Dichos lineamientos disponen que toda persona natural o jurídica interesada en realizar actividades de manejo o aprovechamiento debe contar con una Declaración de Manejo y Aprovechamiento Sostenible de Camélidos Sudamericanos Silvestres, instrumento que otorga la custodia y usufructo de los ejemplares declarados, garantizando su conservación y la protección de su hábitat.

Desde la perspectiva de la gestión sostenible, disponer de un mayor número de investigaciones sobre la vicuña facilita la labor de los tomadores de decisiones,

quienes requieren de información científica para elaborar políticas públicas y normativas. Además, estas investigaciones aportan conocimientos sobre el recurso y los efectos de su manejo en distintos plazos, lo que permite diseñar capturas más eficientes, mejorar las técnicas empleadas, reducir riesgos asociados al aprovechamiento y optimizar la conservación de la especie (Vilá, 2003; GECS, 2012).

El argumento teórico del texto citado se basa en la implementación de prácticas de manejo sostenible y bienestar animal para la captura, esquila y liberación de vicuñas silvestres, según el Plan de Manejo de Vicuñas Silvestres de Cieneguillas (Vila et al., 2003). Este plan fue diseñado para asegurar que todas las actividades relacionadas con las vicuñas cumplan con altos estándares de bienestar animal (Arzamendia et al., 2008).

El enfoque en comportamientos como pastoreo y caminar, así como la comparación entre grupos capturados y de control, permite evaluar los efectos de las prácticas de manejo sobre la aptitud física y el bienestar de las vicuñas. La metodología robusta, incluyendo la clasificación de individuos por sexo, edad y grupo social, así como el uso de técnicas estadísticas adecuadas, asegura que los hallazgos sean representativos y relevantes para la gestión sostenible de la especie. Además, el estudio proporciona una base sólida para futuras investigaciones sobre la conservación y manejo de vicuñas, contribuyendo al entendimiento de cómo las prácticas humanas impactan en la ecología y comportamiento de estos camélidos sudamericanos (Vila y Cassini, 1994; Shirley, 1987).

La disponibilidad de pastos de calidad en las regiones altoandinas influye directamente en el comportamiento y adaptabilidad de las vicuñas (Vicugna vicugna), porque estos camélidos silvestres han desarrollado estrategias específicas para optimizar su alimentación y supervivencia en entornos donde los recursos alimenticios pueden ser escasos o estacionales.

A. Relación entre la Disponibilidad de Pastos y el Comportamiento de las Vicuñas:

- **Territorialidad y Tamaño del Territorio:** Las vicuñas establecen territorios que pueden abarcar hasta 18 kilómetros cuadrados. El tamaño de estos territorios está directamente relacionado con la disponibilidad y calidad de los pastos; en áreas con recursos alimenticios limitados, los territorios tienden a ser más extensos para satisfacer las necesidades del grupo (Quispe Coaquira et al., 2019).
- **Patrones de Movimiento Diario:** Durante el día, las vicuñas descienden a pantanos o pastizales en busca de alimento y para socializar, retornando por la tarde a sus áreas de descanso en laderas secas. Este comportamiento refleja una adaptación para aprovechar las zonas con mayor disponibilidad de pastos durante las horas de luz, mientras se refugian en áreas más seguras durante la noche (Quispe Coaquira et al., 2019).
- **Selección de Hábitat:** Las vicuñas prefieren habitar en áreas donde predominan pastizales y arbustos, especialmente en climas templados a fríos. La presencia de pastos de calidad en estas regiones es un factor determinante para su asentamiento y supervivencia (VRIUNAP, 2021).

B. Adaptaciones Alimenticias

- **Pastoreo de Bajo Impacto:** A diferencia de otros herbívoros, las vicuñas cortan los pastos en lugar de arrancarlos de raíz, lo que permite una regeneración más rápida de la vegetación y reduce la degradación del suelo. Esta adaptación es crucial en ecosistemas frágiles donde la conservación de los pastizales es esencial (Biojcosta, 2016).
- **Eficiencia Digestiva:** Las vicuñas están adaptadas para consumir pastos altoandinos con mayor eficiencia que especies introducidas, lo que les permite sobrevivir en ambientes donde la calidad y cantidad de alimento pueden ser limitadas (Biojcosta, 2016).

C. Impacto de la Disponibilidad de Pastos en la Adaptabilidad:

- **Migraciones Locales:** En busca de mejores recursos alimenticios, las vicuñas pueden realizar migraciones locales hacia hábitats como bofedales, pastizales y arenales. Estos movimientos son esenciales para su alimentación, cortejo y reproducción, y están influenciados por la disponibilidad de pastos en diferentes áreas (VRIUNAP, 2021).
- **Soportabilidad del Hábitat:** La capacidad de un área para sustentar poblaciones de vicuñas depende de la variedad, calidad y distribución de los pastos. Estudios han determinado que ciertas regiones pueden soportar un promedio de 2.5 vicuñas por hectárea, en contraste con el promedio nacional de 5 hectáreas por vicuña, lo que destaca la importancia de la disponibilidad de pastos en la densidad poblacional (Quispe Coaquira et al., 2019).

2.2.3. Importancia ecológica y cultural de la vicuña (Vicugna vicugna)

La vicuña es una de las especies más emblemáticas de la fauna altoandina y representa un elemento esencial en los ecosistemas de puna y pastizales altoandinos. Desde el punto de vista ecológico, la vicuña cumple un rol importante en el mantenimiento del equilibrio natural de estos ecosistemas, ya que contribuye a la dinámica de los pastizales mediante su pastoreo selectivo, lo que favorece la regeneración de ciertas especies vegetales y la dispersión de semillas. Además, al ser una especie nativa adaptada a condiciones extremas de altitud y temperatura, constituye un indicador biológico de la salud de los ecosistemas altoandinos (MINAM, 2018).

Desde una perspectiva cultural e histórica, la vicuña ha tenido un profundo significado simbólico y económico para las civilizaciones andinas. En el periodo incaico, era considerada un animal sagrado, y su fina fibra solo podía ser usada por la nobleza, lo que denota el alto valor espiritual y social que se le otorgaba. El manejo de la vicuña durante esta época se realizaba mediante el Chaccu, una práctica colectiva de captura y esquila que, además de permitir el aprovechamiento sostenible

de su fibra, fortalecía los lazos sociales y la relación armónica entre el ser humano y la naturaleza (Flores et al., 2019).

Sin embargo, esta valoración no impidió que la especie fuera sometida a una explotación indiscriminada tras la llegada de los colonizadores. Durante los periodos colonial y republicano, la caza furtiva y la comercialización ilegal de su fibra provocaron una drástica disminución poblacional. En la década de 1960, la vicuña se encontraba al borde de la extinción, con una población estimada de apenas cinco mil ejemplares en todo el territorio peruano (SERFOR, 2021).

Ante esta crítica situación, el Estado peruano, con el apoyo de organismos internacionales, implementó estrategias de conservación y manejo sostenible, entre ellas la creación de la Reserva Nacional de Pampa Galeras “Bárbara D’Achille” (1967), la suscripción del Convenio para la Conservación y Manejo de la Vicuña (1979) y la promulgación de la Ley N.º 26496, que prohíbe su caza y regula el aprovechamiento de su fibra. Estas acciones permitieron una recuperación significativa de la especie, alcanzando más de 200 000 individuos en la actualidad, lo que constituye un caso exitoso de conservación de fauna silvestre en el Perú (MINAM, 2022).

Pese a ello, la vicuña continúa siendo una especie vulnerable a las amenazas del cambio climático, la pérdida de hábitat y la caza ilegal. Por ello, se promueve su manejo sostenible comunitario a través del Chaccu, actividad que integra los saberes ancestrales con prácticas modernas de conservación y contribuye al desarrollo socioeconómico de las comunidades altoandinas. Así, la vicuña simboliza no solo la riqueza natural del país, sino también la coexistencia armónica entre cultura, biodiversidad y sostenibilidad.

2.2.4. Aplicaciones del NDVI y SIG en la caracterización de hábitats y monitoreo ambiental

El uso de herramientas geoespaciales, como el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), ha transformado significativamente el modo en que se estudian los ecosistemas

naturales y las especies silvestres. Estas tecnologías permiten analizar, monitorear y modelar espacialmente los cambios en la cobertura vegetal, los patrones de uso del suelo y la calidad del hábitat, facilitando la toma de decisiones en materia de gestión ambiental y conservación de la biodiversidad (Anderson et al., 2014).

El NDVI es un indicador biofísico que mide la cantidad, vigor y estado de la vegetación a partir de la diferencia entre la reflectancia del infrarrojo cercano (NIR) y la del rojo visible (RED), según la fórmula:

Los valores obtenidos varían entre -1 y +1, donde los valores cercanos a +1 representan vegetación densa y saludable, mientras que los cercanos a 0 o negativos corresponden a suelo desnudo, roca, nieve o cuerpos de agua (Perry & Lautenschlager, 1984). Esta herramienta es de gran utilidad para identificar áreas de alta productividad vegetal, estimar el índice de humedad del suelo y detectar procesos de degradación ambiental. En ecosistemas altoandinos, el NDVI permite reconocer la extensión y vigor de los bofedales, que constituyen el hábitat principal de especies como la vicuña.

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), por su parte, complementan la información obtenida mediante teledetección al permitir la gestión, análisis y visualización espacial de grandes volúmenes de datos ambientales. Los SIG integran información satelital con datos de campo, mapas topográficos, hidrológicos, climáticos y socioeconómicos, permitiendo generar mapas temáticos y modelos predictivos que ayudan a comprender la distribución espacial de los recursos naturales (Vega, 2006).

La integración de NDVI y SIG ha demostrado ser una metodología eficaz para la caracterización de hábitats. En el caso de las vicuñas, estos sistemas permiten delimitar las áreas de pastoreo, zonas de descanso y rutas de desplazamiento, evaluando cómo las condiciones del hábitat influyen en su comportamiento y adaptabilidad. De acuerdo con Díaz Moyota et al. (2016), la aplicación conjunta de

estas herramientas en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (Ecuador) permitió identificar con precisión los parches de bofedales más productivos, así como detectar áreas afectadas por sobrepastoreo o sequía. Estos resultados constituyen una base sólida para implementar estrategias de manejo sostenible y restauración ecológica.

En el contexto del monitoreo ambiental, el NDVI permite realizar análisis multitemporales que evidencian las variaciones en la cobertura vegetal a lo largo del tiempo. Estas comparaciones interanuales facilitan la detección de tendencias de degradación o recuperación del ecosistema, asociadas a factores climáticos o antrópicos (por ejemplo, cambio de uso del suelo, actividades ganaderas o extracción de agua). La información obtenida mediante imágenes satelitales —como las proporcionadas por los sensores Landsat 7 ETM+, Landsat 8 OLI o Sentinel-2 MSI— ofrece una resolución espacial y temporal adecuada para realizar estudios en zonas altoandinas como Rancas (Korswagen, 2015).

Asimismo, el uso de SIG en combinación con datos de campo permite validar los resultados de teledetección, mediante la correlación de índices de vegetación con observaciones in situ de biomasa vegetal, humedad del suelo o presencia de fauna. Esta validación es crucial para reducir errores de interpretación y mejorar la exactitud de los modelos generados. En el caso del hábitat de la vicuña, la superposición de capas de NDVI, pendientes, altitud y cuerpos de agua permite generar modelos de idoneidad de hábitat, los cuales identifican zonas óptimas para la alimentación y reproducción de la especie (Vila et al., 2003).

La información derivada de estos análisis tiene implicaciones directas en la gestión ambiental participativa. En comunidades campesinas como Rancas, los resultados del NDVI y SIG pueden emplearse para planificar la zonificación ecológica, definir rutas de manejo de vicuñas durante el Chaccu, o identificar áreas que requieren restauración o control de presión ganadera. En consecuencia, estas herramientas tecnológicas se consolidan como instrumentos científicos esenciales para garantizar

el manejo sostenible de los ecosistemas altoandinos, combinando la sabiduría ancestral con la innovación científica.

2.3. Definición de términos básicos

A. Desarrollo Sostenible (D.S.)

Se refiere al desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Enfocado en la equidad intra- e intergeneracional (Gregory et al., 2009).

B. Manejo de Recursos Naturales

Prácticas asociadas con el monitoreo, evaluación, toma de decisiones e intervención en ambientes para asegurar la producción de bienes y servicios valiosos para la sociedad a lo largo del tiempo y espacio (Gregory et al., 2009).

C. Capacidad de Carga

Máximo poblacional que puede ser sostenido indefinidamente por un medio ambiente dado sin degradar la vegetación. Para las vicuñas, es el número de individuos que puede pastorear en una hectárea de pastizal o bofedal (Huss, 1996).

D. Ecosistemas Alto-Andinos

Ecosistemas de gran altitud en los Andes que son susceptibles a la degradación debido al sobre-pastoreo y cambio climático, esenciales para la conservación y manejo sostenible de recursos (Informe Brundtland, 1987).

E. Mapeo Participativo

Método utilizado para identificar zonas de uso y actividades socio-económicas a través de la participación activa de la comunidad local. Empleado en estudios de distribución de hábitats (Wilkie, 2004).

F. SIG (Sistemas de Información Geográfica)

Herramientas utilizadas para el análisis espacial del hábitat, permitiendo la modelación y visualización de la distribución potencial de especies (Quantum GIS, 2014).

G. QGIS

Software de modelado utilizado para predecir la distribución potencial de especies basado en variables ambientales y de presencia observada (Philips et al., 2010).

H. Conservación

Mantenimiento de los hábitats de vida silvestre y preservación de especies mediante estrategias sostenibles de uso y manejo (Arzamendia et al., 2012).

I. Sobre-Pastoreo

Degradación de pastizales debido al exceso de ganado o animales silvestres, reduciendo la capacidad de carga y afectando la regeneración del pasto (Paredes, 1995).

J. Adaptación basada en Ecosistemas (EbA)

Estrategia para reducir la vulnerabilidad al cambio climático, aumentar la resiliencia de la biodiversidad y usar los servicios ecosistémicos de forma sostenible (EbA, 2014).

K. Servicios Ecosistémicos

Beneficios proporcionados por los ecosistemas, incluyendo servicios de regulación ambiental, culturales, y de soporte vital (Gregory et al., 2009).

L. Ecorregión

Unidad geográfica de características ecológicas similares, utilizada para la gestión y conservación de la biodiversidad (Young et al., 2011).

LL. Puna

Ecosistema alto-andino caracterizado por pastizales y bofedales, hábitat natural de la vicuña y otras especies silvestres (Espinoza, 1996).

M. Cambio Climático

Variaciones en el clima global o regional a largo plazo, afectando la disponibilidad de recursos y la distribución de especies (Di Chiro, 2003).

N. Modelamiento de Distribución de Especies

Técnica utilizada para predecir la distribución geográfica de especies mediante el uso de datos de presencia y variables ambientales (Philips et al., 2010).

O. Participación Comunitaria

Involucramiento activo de las comunidades locales en la planificación y gestión de los recursos naturales, esencial para el manejo sostenible (Lichtenstein y Renaudeau, 2008).

P. Bofedal

Ecosistema de alta montaña con alta humedad y productividad vegetal, crucial para el pastoreo de vicuñas y otros animales (Ortega, 2004).

Q. Geografía Humana y Física

Disciplina que integra aspectos culturales, económicos y ecológicos para el manejo de recursos naturales y la conservación del medio ambiente (Gregory et al., 2009).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La adaptabilidad y el comportamiento social de la vicuña (Vicugna vicugna) en la Comunidad Campesina de Rancas están determinados por factores ambientales y espaciales —como la altitud, temperatura, cobertura vegetal y disponibilidad de pastos— que influyen significativamente en su distribución y dinámica social, evidenciables mediante el análisis de imágenes satelitales.

2.4.2. Hipótesis especificas

a. Los factores ambientales, como la altitud, temperatura, cobertura vegetal y disponibilidad de pastos, presentan una relación directa con la

adaptabilidad espacial de las vicuñas en la Comunidad Campesina de Rancas, lo cual puede observarse mediante la interpretación de imágenes satelitales.

b. Los patrones de comportamiento social de las vicuñas —agrupamiento, desplazamiento y zonas de interacción— muestran variaciones espaciales asociadas a las condiciones ambientales identificadas a través del análisis de imágenes satelitales de alta resolución.

2.5. Identificación de las variables

2.5.1. Variable independiente

Factores ambientales y espaciales.

2.5.2. Variable dependiente

Adaptabilidad y comportamiento social de la vicuña (Vicugna vicugna).

2.6. Definición Operacional de variables e indicadores.

Variable independiente

Factores ambientales y espaciales

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Factores ambientales y espaciales	La capacidad de las vicuñas (Vicugna vicugna) para ajustarse a cambios en su entorno físico y social, manteniendo su bienestar y funciones ecológicas. Esta incluye su capacidad para encontrar alimento, refugio y agua, así como su habilidad para reproducirse y sobrevivir en condiciones variables.	Utilización del hábitat	Proporción de tiempo en diferentes tipos de hábitat	Observación directa
			Cambios en el uso del hábitat pre y post captura	Análisis de imágenes satelitales
		Respuesta a condiciones climáticas	Variaciones en el comportamiento y ubicación según estaciones	Observación directa
			Tasa de supervivencia y reproducción	Registro de datos demográficos
		Resiliencia al manejo	Respuestas conductuales post captura y esquila	Observación directa
			Variación en la distribución y movimiento	GPS y seguimiento de individuos

Variable dependiente

Adaptabilidad y comportamiento social de la vicuña (Vicugna vicugna)

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Adaptabilidad y comportamiento social de la vicuña (Vicugna vicugna)	Los patrones de actividad y respuesta de las vicuñas (Vicugna vicugna) ante estímulos ambientales y sociales, incluyendo interacciones intraespecíficas, uso del espacio, actividades diarias y reacciones al manejo humano (captura y esquila). Estos comportamientos son esenciales para la supervivencia y reproducción de las vicuñas y reflejan su estado de bienestar y adaptación al entorno.	Comportamiento de pastoreo	Proporción de tiempo dedicada al pastoreo	Observación directa
			Frecuencia y duración de eventos de pastoreo	Registro de video
		Comportamiento social	Composición y estabilidad de grupos familiares	Observación directa
			Interacciones entre individuos	Registro de comportamiento
		Comportamiento de alerta	Frecuencia de conductas de alerta	Observación directa
			Respuestas a posibles amenazas	Registro de comportamiento
		Movimientos y desplazamientos	Distancia recorrida diariamente	GPS y seguimiento de individuos
			Patrón de uso del espacio	Análisis de datos GPS
		Reproducción y cuidado parental	Tasa de éxito reproductivo	Registro de datos demográficos
			Tiempo dedicado al cuidado de crías	Observación directa

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación

El estudio presenta un enfoque cuantitativo debido a que aplica técnicas de observación estructurada y análisis estadístico para evaluar el comportamiento y la adaptabilidad de las vicuñas en respuesta a su entorno y manejo humano. Este enfoque se caracteriza por la recolección de datos cuantificables, como las coordenadas UTM y otros parámetros observables, que son procesados a través de herramientas estadísticas como la estadística inferencial y descriptiva.

El tipo de investigación es descriptivo-explicativo, dado que no solo se describe el comportamiento de las vicuñas en su entorno natural, sino que también se busca explicar las relaciones y efectos causales entre las variables estudiadas, como el impacto del manejo humano (captura y esquila) sobre la adaptabilidad y comportamiento social de las vicuñas. La investigación no manipula las variables, lo que la clasifica como un diseño no experimental, observando a las vicuñas en su estado natural y analizando los datos recolectados para validar la hipótesis propuesta.

3.2. Nivel de Investigación

A continuación, se describe el nivel fundamentando por estos dos aspectos principales:

- Descriptivo: En esta fase, la investigación se centra en describir detalladamente las características y comportamientos observables de las vicuñas en su entorno natural, así como su respuesta a diferentes condiciones ambientales y de manejo, como la captura y esquila. Se documentan aspectos como la composición de los grupos, patrones de uso del hábitat, y respuestas conductuales ante cambios en su entorno.
- Explicativo: Además de describir, el estudio busca explicar las relaciones causales entre las variables estudiadas. Como los efectos de las prácticas de manejo humano tienen sobre la adaptabilidad y comportamiento social de las vicuñas. Esto implica identificar y comprender los mecanismos subyacentes que explican cómo y por qué ciertos factores, como el estrés térmico o las variaciones estacionales, impactan en el bienestar y la supervivencia de las vicuñas.

3.3. Métodos de investigación

El estudio emplea principalmente el método científico hipotético-deductivo. Este método se caracteriza por la formulación de hipótesis basadas en observaciones previas y teorías existentes, las cuales son luego contrastadas con datos empíricos recolectados durante el estudio. El objetivo es validar o refutar las hipótesis propuestas, utilizando un enfoque estructurado y sistemático.

- Observación: El estudio emplea la observación directa como técnica principal para recolectar datos sobre el comportamiento y adaptabilidad de las vicuñas en su entorno natural. Se observan y registran variables como el uso del hábitat, la composición de grupos, y las respuestas conductuales a la captura y esquila.
- Cuantificación y Análisis Estadístico: Los datos recolectados a través de la observación son cuantificados y analizados utilizando herramientas estadísticas, tanto descriptivas como inferenciales. Esto permite identificar patrones, relaciones y diferencias significativas entre los grupos de vicuñas observados, así como evaluar el impacto de diferentes factores ambientales y de manejo.

- Comparación de Grupos: Se compara el comportamiento y adaptabilidad entre diferentes grupos de vicuñas mediante imágenes satelitales. Esta comparación es importante para entender los efectos de las prácticas de manejo en la especie.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación para la investigación es no experimental y longitudinal.

- Diseño No Experimental: En este estudio, las variables no son manipuladas deliberadamente por los investigadores. En lugar de intervenir en el entorno o en los comportamientos de las vicuñas, el diseño no experimental se basa en la observación directa de los fenómenos tal como ocurren en su contexto natural. Las vicuñas son observadas en su hábitat natural mientras se recopilan datos sobre su comportamiento y adaptabilidad sin alterar su entorno ni influir en sus respuestas.
- Diseño Longitudinal: Este estudio sigue a las vicuñas durante un período prolongado de tiempo, lo que permite observar cambios y patrones en su comportamiento y adaptabilidad a lo largo de varias estaciones y en respuesta a diversas condiciones ambientales y prácticas de manejo, como la captura y esquila. El diseño longitudinal es crucial para entender cómo las vicuñas se adaptan a su entorno y cómo las variables ambientales y de manejo influyen en su comportamiento a lo largo del tiempo.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Se refiere a todas las vicuñas que habitan en la zona de estudio, la cual incluye un área específica dentro de la Reserva Paisajística Wislamachay, en la comunidad campesina de Rancas, Simon Bolivar, Pasco.

Esta población comprende tanto a los grupos familiares de vicuñas como a los machos solteros y los individuos solitarios que son observados en su entorno natural. La población total de vicuñas en esta área es el conjunto de individuos que

potencialmente pueden ser observados y estudiados en cuanto a su comportamiento y adaptabilidad.

El estudio se enfoca en observar y analizar a estas vicuñas dentro de su hábitat natural para entender cómo interactúan con su entorno, cómo se adaptan a las condiciones ambientales y cómo las prácticas de manejo, como la captura y esquila por medio de imágenes satelitales desde el año 2005 al 2023.

3.5.2. Muestra

La muestra está constituida por un subgrupo representativo de la población total de vicuñas que habitan en la zona de estudio, específicamente en la comunidad campesina de Rancas.

La muestra seleccionada incluye un número determinado de patrones en las imágenes satelitales que identifican a las vicuñas que han sido observadas y marcadas para seguimiento a lo largo del estudio. Este subgrupo es elegido para representar las distintas unidades sociales presentes en la población total, como los grupos familiares, los grupos de machos solteros y los individuos solitarios.

La muestra abarca en conjunto de 5 imágenes satelitales observadas a lo largo de un período de tiempo prolongado, lo que permite recoger datos sobre las variaciones estacionales y la dinámica social de las vicuñas en su entorno natural.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A. Técnicas

Las técnicas e instrumentos para obtener información sobre el comportamiento y adaptabilidad de las vicuñas en su entorno natural son:

- Observación Directa: La técnica principal utilizada es la observación directa, que consiste en observar y registrar el comportamiento de las vicuñas en su hábitat sin interferir en sus actividades. Esta técnica permite recoger datos sobre aspectos como el uso del hábitat, la composición de los grupos sociales, las interacciones entre individuos y las respuestas conductuales ante factores ambientales y de manejo.

B. Instrumento

- Fichas de observación diseñadas específicamente para registrar la frecuencia y duración de los comportamientos observados, como pastoreo, descanso, alerta y socialización.
- Seguimiento por GPS: Para obtener datos sobre los patrones de movimiento y el uso del espacio por parte de las vicuñas, se utilizan collares GPS que permiten rastrear la ubicación y desplazamientos de los animales en tiempo real.
  - ✓ Instrumento: Imágenes satelitales configuradas en coordenadas UTM en un subgrupo de vicuñas marcadas, que proporcionan datos espaciales precisos sobre su rango de hogar, rutas de desplazamiento y áreas de pastoreo preferidas.
  - ✓ Análisis de Imágenes Satelitales: Se emplean imágenes satelitales para evaluar el estado y cambios en el hábitat de las vicuñas, así como para modelar su distribución potencial en relación con las variables ambientales y las actividades humanas.
  - ✓ Instrumento: Software de Sistemas de Información Geográfica (SIG) que permite procesar y analizar imágenes satelitales, facilitando la visualización y modelado del uso del hábitat por las vicuñas.
- Registro Fotográfico y Video: Para complementar los datos observacionales y proporcionar una documentación visual del comportamiento de las vicuñas, se utiliza las fotografías.
  - ✓ Instrumento: Cámaras fotográficas y de video que capturan imágenes y secuencias de los comportamientos observados, apoyando la validación y análisis de los datos recolectados.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

La selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación son un conjunto de procedimientos importantes para garantizar la calidad y precisión de los datos recolectados.

A. Selección de Instrumentos:

Observación Directa: Se seleccionaron fichas de observación diseñadas específicamente para registrar comportamientos clave de las vicuñas, tales como pastoreo, descanso, y alertas. Estas fichas fueron escogidas por su capacidad de capturar datos cualitativos y cuantitativos de manera detallada.

Imágenes Satelitales y SIG: Se seleccionó el uso de imágenes satelitales junto con software de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el análisis del hábitat. Este método fue elegido por su eficacia en mapear grandes áreas y modelar la distribución de especies en función de variables ambientales.

B. Validación de los Instrumentos:

La validación de los instrumentos se realizó mediante una revisión por expertos en el campo de la biología de la conservación y la gestión de fauna silvestre. Estos expertos evaluaron la pertinencia, claridad y aplicabilidad de las fichas de observación, cuestionarios, y los parámetros utilizados en los análisis SIG.

C. Confiabilidad de los Instrumentos:

El análisis de imágenes satelitales por medio de software SIG, presenta una confiabilidad se garantiza los resultados obtenidos con datos históricos y estudios previos sobre la distribución de hábitats similares por medio de su copyRait.

También se realiza cálculos de correlación afin de comparar la precisión de las imágenes y garantizar su confiabilidad.

3.8. Técnicas de procesamientos y análisis de datos

Las para interpretar correctamente la información recolectada y responder a las preguntas de investigación, se describen:

A. Organización de Datos:

Uso de Hojas de Cálculo: Los datos recolectados a través de observaciones directas, seguimiento GPS, y cuestionarios fueron organizados inicialmente en hojas de cálculo (por ejemplo, Microsoft Excel). Esta organización incluyó la codificación de las observaciones y la estructuración de los datos en tablas que permitieran su análisis posterior. Cada comportamiento, ubicación geográfica, y respuesta de los cuestionarios fueron sistemáticamente registrados y categorizados.

B. Análisis Estadístico:

- Estadística Descriptiva: Se utilizó para resumir y describir las características básicas de los datos recolectados. Esto incluyó el cálculo de medias, medianas, desviaciones estándar y frecuencias para las variables de comportamiento, uso del hábitat, y respuestas sociales de las vicuñas. Estas estadísticas descriptivas ayudaron a identificar patrones generales y tendencias en los datos.
- Estadística Inferencial: Se aplicaron pruebas estadísticas, como la prueba de T student y pruebas de chi-cuadrado, para determinar la significancia de las diferencias observadas entre grupos. Estas pruebas permiten evaluar si las diferencias observadas eran estadísticamente significativas y no producto del azar.
- Análisis Espacial: Sistemas de Información Geográfica (SIG): Se utilizaron herramientas SIG para analizar los datos geoespaciales recolectados a través del registro de sus posiciones GPS en las imágenes satelitales. Este análisis incluyó la creación de mapas de uso del hábitat, identificación de corredores de movimiento, y evaluación de la superposición entre las áreas de actividad humana y los hábitats de las vicuñas.
- Análisis de Patrones Espaciales: Se emplearon técnicas como el análisis de proximidad y el cálculo de distancias recorridas para comprender cómo las

vicuñas utilizan su entorno y cómo sus patrones de movimiento se ven afectados por factores ambientales y humanos.

C. Interpretación de Resultados:

Los resultados del análisis fueron interpretados en el contexto de las hipótesis planteadas al inicio del estudio. Se realizaron comparaciones entre los resultados actuales y estudios previos para contextualizar los hallazgos y proporcionar recomendaciones basadas en evidencia para el manejo y conservación de las vicuñas.

Estas técnicas de procesamiento y análisis de datos permiten extraer conclusiones robustas y bien fundamentadas sobre la adaptabilidad y comportamiento social de las vicuñas, proporcionando información valiosa para la gestión sostenible de esta especie y su hábitat.

3.9. Tratamiento estadístico

Con el fin de validar los hallazgos y asegurar que las conclusiones que sean fiables y significativas. A continuación, se detallan los principales procedimientos estadísticos utilizados:

A. Estadística Descriptiva:

Se utilizaron para describir las características básicas de los datos recolectados, como los patrones de comportamiento observados y la distribución espacial de las vicuñas. Las medidas de tendencia central (media, mediana) y de dispersión (desviación estándar) ayudaron a resumir los datos y a proporcionar una visión general de la variabilidad dentro de la muestra.

B. Pruebas de Significancia

Empleo de las pruebas t de Student para comparar las medias de dos grupos específicos, evaluando si las diferencias observadas en variables como la distancia recorrida o el tiempo dedicado a ciertas actividades eran significativas.

C. Análisis Multivariado:

Análisis de Cluster este análisis se empleó para agrupar individuos o comportamientos similares, facilitando la identificación de patrones comunes en el uso del hábitat o en las respuestas al manejo.

D. Uso de Software Especializado:

SPSS: Este software fue utilizado para realizar la mayoría de los análisis estadísticos descriptivos e inferenciales. Su capacidad para manejar grandes conjuntos de datos y realizar análisis complejos lo hizo ideal para este estudio.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

El estudio se basa en principios de bienestar animal, asegurando que las prácticas de observación, captura y esquila de las vicuñas se realicen de manera que minimicen el estrés y el impacto negativo en su bienestar. Se aplican normas éticas rigurosas para garantizar que los procedimientos sean lo menos invasivos posible y que se respeten los derechos de los animales a vivir en condiciones adecuadas.

También la investigación se lleva a cabo con el consentimiento y la participación activa de la comunidad local, asegurando que sus conocimientos y perspectivas sean valorados y respetados. Esto también incluye la transparencia en la comunicación de los objetivos y resultados del estudio a los miembros de la comunidad involucrada.

Se guía por un compromiso con la conservación de la biodiversidad, asegurando que las intervenciones humanas, como la captura y esquila, no pongan en riesgo la sostenibilidad de las poblaciones de vicuñas ni de su hábitat.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

En el Perú, la crianza de vicuñas en condiciones de cautiverio ha demostrado viabilidad biológica, aunque presenta complejidades vinculadas a la inversión inicial y al manejo ambiental (Vilá et al., 2009). A pesar de que los costos de producción son más elevados en comparación con los sistemas de manejo silvestre, la rentabilidad se sostiene gracias a la calidad y el valor de la fibra obtenida.

La vicuña es considerada el camélido sudamericano de mayor valor económico debido a la finura de su fibra. Este animal, de apariencia ligera y elegante, mide entre 70 y 90 cm de altura y pesa de 35 a 45 kg. Su pelaje, de color canela claro con zonas blanquecinas en los flancos y pecho, le otorga un aspecto distintivo (Brack, 2000).

En su organización social, las vicuñas suelen formar grupos de entre 10 y 20 hembras bajo la protección de un macho dominante. Son animales diurnos, y ante la presencia de un posible depredador, el macho emite un llamado de alerta que permite la huida organizada del grupo. En situaciones críticas, las hembras y crías dependen de la guía y defensa del macho, lo que evidencia su rol central en la tropilla (Pérez, 1994).

Imagen 2. *Organización social de la vicuña*



El hábitat natural de esta especie son las regiones altoandinas, como los ambientes de la comunidad campesina de Rancas, donde en condiciones de libertad mantienen patrones sociales relativamente estables. Sin embargo, en espacios controlados, como sistemas de cautiverio, la interacción constante con los humanos puede alterar su comportamiento natural (Hofmann et al., 1983).

Desde la normativa, el manejo de la vicuña se enmarca en la Constitución Política del Perú (1993), que establece a los recursos naturales como patrimonio de la Nación. También lo regulan la Ley General del Ambiente (Ley N.° 28611), la Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N.° 27308) y su reglamento (D.S. N.° 014-2001-AG), además de disposiciones específicas como la categorización de especies amenazadas (D.S. N.° 034-2004-AG).

La importancia de esta especie se debe tanto a su alto valor económico, derivado principalmente de la fibra, como a su papel cultural y ecológico en el paisaje andino. Durante el incanato, la vicuña era objeto de un manejo organizado mediante el sistema de “chaku”, que permitía la esquila periódica sin comprometer la población. La llegada de los españoles, sin embargo, impulsó una explotación desmedida que redujo drásticamente el número de ejemplares (CONACS, 1997).

A mediados del siglo XX, la población de vicuñas se encontraba en riesgo crítico, con apenas unos pocos miles de ejemplares. A partir de convenios nacionales e internacionales, se implementaron reservas como Pampa Galeras y proyectos de cooperación internacional que promovieron la conservación y recuperación de la especie (Wheeler & Hoces, 1997). No obstante, factores como la caza furtiva y la violencia política afectaron significativamente estos esfuerzos.

El proceso de recuperación incluyó la transferencia gradual de la propiedad de las vicuñas a comunidades campesinas como la de Rancas en provincia de Pasco, lo que permitió combinar la conservación con beneficios económicos directos para las poblaciones locales (Lichtenstein et al., 2002). A la actualidad, la especie es manejada tanto en sistemas de cautiverio como a través de capturas comunales para la esquila, siguiendo procedimientos técnicos y legales que aseguran la trazabilidad de la fibra (Zúñiga, 1998).

Desde una perspectiva ecológica, el estudio de las poblaciones de vicuñas incluye el análisis de su estructura social, la dinámica poblacional y las asociaciones vegetales que conforman su hábitat natural. Estos elementos son claves para establecer estrategias de manejo sostenible que equilibren la conservación con el aprovechamiento económico (Odum, 2006; Solís, 2015).

La vicuña (Vicugna vicugna) en estos últimos años enfrenta una reducción significativa de su hábitat debido a la expansión minera, agraria (sembrío de la maca) y el crecimiento poblacional en las regiones altoandinas. Aunque no se dispone de datos exactos sobre la pérdida anual de hectáreas de hábitat, se han observado tendencias preocupantes.

El trabajo de campo desarrollado en la Comunidad Campesina de Rancas, ubicada en la Provincia y Región Pasco, entre los meses de junio y septiembre de 2024, coincidiendo con la época seca, periodo que facilita la observación y registro de las vicuñas debido a la mayor visibilidad del terreno y estabilidad climática.

El estudio combinó observaciones directas en campo con análisis geoespacial mediante imágenes satelitales de alta resolución, con el fin de comprender la relación entre los factores ambientales y el comportamiento social de la especie.

Durante las salidas de campo, se realizaron recorridos sistemáticos por las principales zonas de pastoreo y desplazamiento de las vicuñas, registrando coordenadas geográficas mediante GPS de mano, fotografías, anotaciones de grupo, tamaño y tipo de actividad observada (alimentación, desplazamiento o descanso). Paralelamente, se identificaron áreas con diferente cobertura vegetal, disponibilidad de pastos y variación altitudinal, con el fin de contrastar dichos datos con la información obtenida por sensores remotos.

El trabajo satelital incluyó la descarga y procesamiento de imágenes Landsat 8 OLI y Sentinel-2, con una resolución espacial de 10 a 30 metros, correspondientes a los meses de estudio. Estas imágenes fueron analizadas con los programas ArcGIS Pro y QGIS, aplicando técnicas de clasificación supervisada, análisis NDVI (Índice de Vegetación Normalizado) y modelos digitales de elevación (MDE) para determinar los principales factores ambientales que influyen en la distribución de la especie.

Asimismo, se elaboraron mapas temáticos que representaron las áreas de mayor concentración de vicuñas, los patrones de agrupamiento y las zonas de interacción social, integrando la información de campo y satelital.

El trabajo de campo se desarrolló en coordinación con los guardaparques y comuneros de Rancas, quienes brindaron apoyo logístico y conocimiento local sobre los lugares más frecuentados por las vicuñas y las prácticas tradicionales de manejo, como el Chaccu.

En conjunto, esta fase permitió obtener información integral y actualizada sobre la adaptabilidad y el comportamiento social de la vicuña en su entorno natural, proporcionando la base empírica para el análisis espacial y estadístico posterior.

Se presenta la tabla 2, donde se aprecia la reducción acumulativa del hábitat de las vicuñas en hectáreas durante un período de 10 años a nivel nacional, con una

tasa de pérdida anual del 2% del hábitat debido a la expansión de parcelas, cercos, incremento poblacional y actividades agrícolas:

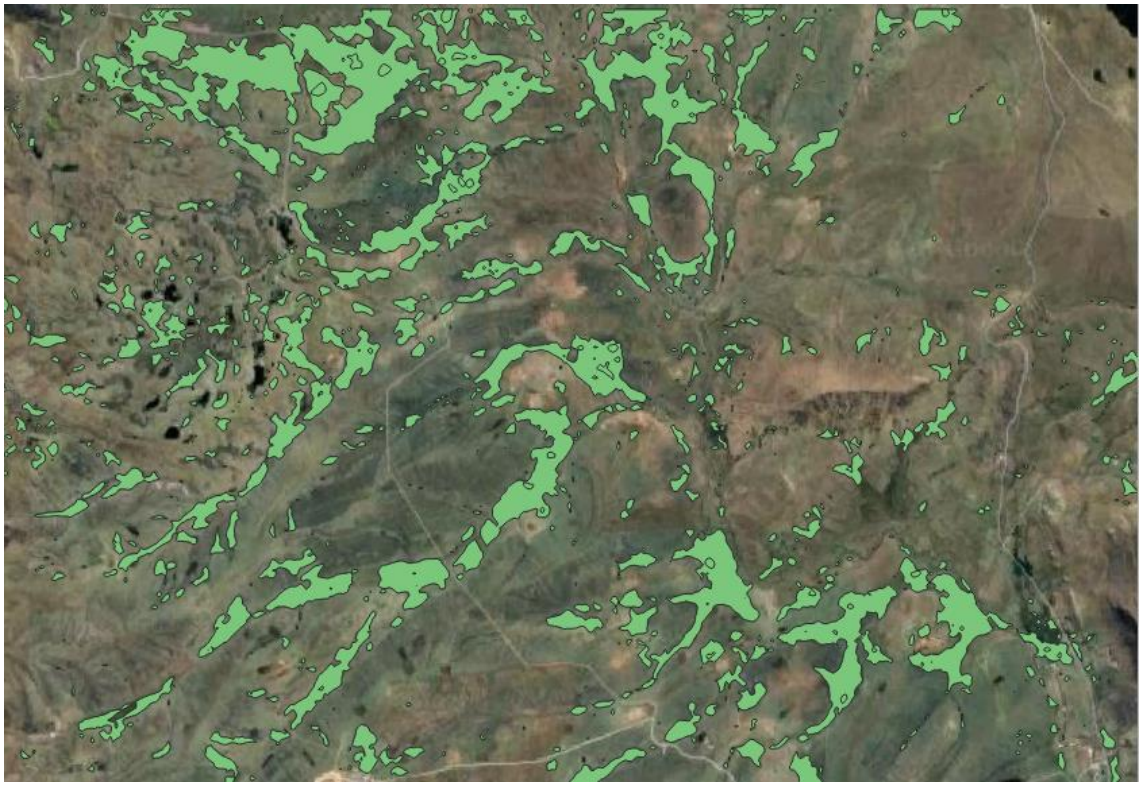
Tabla 2. *Reducción del hábitat de la vicuña*

Año	Reducción Anual (%)	Reducción Anual (ha)	Reducción Acumulada (ha)
1	2%	2,000	2,000
2	2%	1,960	3,960
3	2%	1,920	5,880
4	2%	1,882	7,762
5	2%	1,843	9,605
6	2%	1,806	11,411
7	2%	1,768	13,179
8	2%	1,732	14,911
9	2%	1,696	16,607
10	2%	1,660	18,267

Nota: La tasa de reducción anual del 2% ilustra el impacto potencial de las actividades humanas en el hábitat de las vicuñas.

El trabajo de campo no solo permitió validar los datos obtenidos por sensores remotos, sino también comprender la relación ecológica y social que mantiene la especie con su entorno. La participación de la comunidad local fue fundamental para contextualizar los resultados, ya que su conocimiento empírico complementó la interpretación científica, fortaleciendo la precisión del análisis geoespacial y la comprensión integral del comportamiento de la vicuña en su hábitat natura

Figura 3. *LC08_L2SP_007067_20240716*



La imagen satelital adjunta (LC08_L2SP_007067_20240716) representa una evaluación del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), indicando las áreas cubiertas por vegetación en una región específica. Las áreas coloreadas en verde reflejan distintas intensidades de cobertura vegetal según los valores de NDVI, desde ausencia de vegetación (NDVI=0) hasta una vegetación más densa (NDVI=0.3 y 0.4). Los datos asociados muestran que la mayor extensión corresponde al intervalo NDVI=0.3, con 12,044,413 hectáreas, lo que representa una cobertura vegetal significativa de densidad moderada, seguida por NDVI=0.2 con 5,660,045 hectáreas, mientras que áreas de vegetación escasa (NDVI=0.1) abarcan 87,675 hectáreas y vegetación mínima o ausente (NDVI=0) suman 13,645 hectáreas. Las áreas con vegetación muy densa (NDVI=0.4) son marginales, representando solo 418 hectáreas. En total, la superficie analizada comprende 17,806,196 hectáreas, lo que evidencia una variación significativa en la densidad de vegetación.

Tabla 3. *Resultado del análisis espectral de la imagen satelital 2024*

NDVI	Area (Ha)
0	13645
0.1	87675
0.2	5660045
0.3	12044413
0.4	418
Total	**17806196**

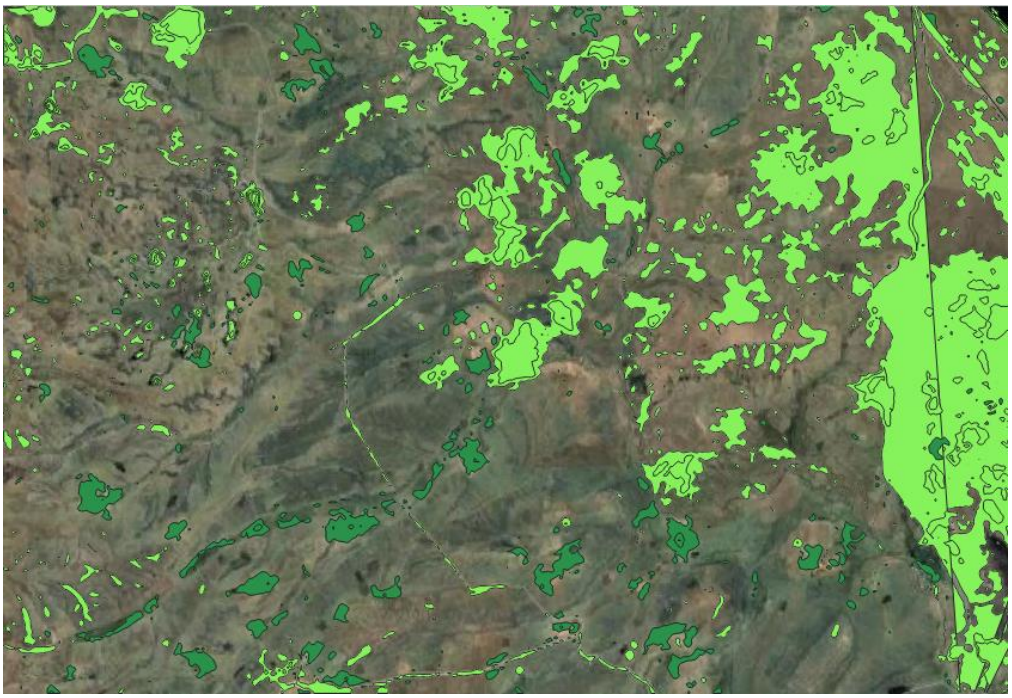
Las regiones blancas observadas en la imagen representan zonas áridas o de baja vegetación dentro del área de pastoreo de la vicuña. Estas áreas se caracterizan por valores bajos o negativos del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), indicando ausencia de cobertura vegetal significativa. Tales zonas pueden corresponder a suelos desnudos, formaciones rocosas, cuerpos de agua, o áreas impactadas por actividades humanas, como sobrepastoreo o expansión agrícola.

En el contexto del ecosistema altoandino, estas áreas limitan significativamente la disponibilidad de recursos alimenticios para las vicuñas, afectando su capacidad de adaptación y bienestar. Las vicuñas dependen de pastizales para su alimentación y organización social, y la presencia de grandes extensiones áridas podría obligarlas a desplazarse mayores distancias, aumentando el estrés y reduciendo la cohesión de los grupos familiares. Además, estas zonas son indicadores de degradación ambiental causada por fenómenos como el cambio climático o la desertificación

Figura 4: *Imagen satelital de Zona árida de la imagen 2024*



Figura 5. *LC08_L2SP_007067_20130629*



Por otro lado, la imagen satelital LC08_L2SP_007067_20130629 del año 2013 proporciona un análisis del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), mostrando la distribución de cobertura vegetal en la región evaluada. Los resultados

indican que las áreas con vegetación moderada a densa (NDVI=0.3 y 0.4) predominan, con 17,072,302 y 2,531,136 hectáreas respectivamente, representando una gran proporción del total. Las áreas con baja densidad de vegetación (NDVI=0.2) abarcan 1,758,596 hectáreas, mientras que las zonas con vegetación escasa (NDVI=0.1) y nula (NDVI=0) ocupan 79,933 y 12,339 hectáreas, respectivamente. Se observan áreas marginales de valor negativo de NDVI (-0.1), asociadas a los cuerpos de agua, que suman 381 hectáreas. En total, el área analizada comprende 21,454,984 hectáreas, lo que refleja una mayor presencia de vegetación densa en comparación con la imagen de 2024, evidenciando una disminución en la cobertura vegetal a lo largo del tiempo.

Tabla 4. *Resultado del análisis espectral de la imagen satelital 2013*

NDVI	Área
-0.1	381
0	12339
0.1	79933
0.2	1758596
0.3	17072302
0.4	2531136
0.5	297
Total	**21454984**

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.

A. Relación ecológica y social de la vicuña (Vicugna vicugna) con su entorno en la Comunidad Campesina de Rancas

La vicuña (Vicugna vicugna) mantiene una estrecha relación ecológica y social con el ecosistema y la población de la Comunidad Campesina de Rancas, ubicada en la provincia y región de Pasco. Esta especie, propia de los ecosistemas altoandinos, constituye un elemento clave en la dinámica ambiental y cultural de la zona.

Desde el punto de vista ecológico, la vicuña cumple un papel fundamental en el mantenimiento del equilibrio de los pastizales de puna. Su alimentación se basa

en gramíneas y pastos nativos, lo que contribuye al control del crecimiento vegetal y a la conservación de la biodiversidad local. Además, actúa como dispersora natural de semillas a través de sus excretas, favoreciendo la regeneración de la cobertura vegetal. La especie también es considerada un bioindicador del estado del ecosistema, ya que su presencia y comportamiento reflejan la calidad del hábitat, la disponibilidad de agua y la presión antrópica (Lichtenstein, 2010).

En cuanto a sus adaptaciones ecológicas, la vicuña posee un pelaje denso y fino que le permite soportar las bajas temperaturas y la alta radiación solar características de la puna pasqueña. Su comportamiento gregario, con estructuras sociales organizadas en grupos familiares y territoriales, le permite optimizar el uso del espacio y reducir la vulnerabilidad frente a depredadores naturales, como el puma (Puma concolor) y el zorro andino (Lycalopex culpaeus). Sin embargo, la convivencia con animales domésticos como ovejas y vacunos puede generar competencia por los recursos forrajeros, por lo que es necesario mantener un manejo comunal adecuado de la carga ganadera (Bonacic & Franklin, 2003).

Desde el aspecto social y cultural, la vicuña representa un símbolo de identidad y cohesión para los comuneros de Rancas. El Chaccu, práctica ancestral que consiste en la captura, esquila y liberación de vicuñas, constituye una manifestación de reciprocidad entre la comunidad y la naturaleza. Esta actividad, realizada con rituales tradicionales y ofrendas a la Pachamama, refuerza los lazos de cooperación social y el sentido de pertenencia comunal (Flores, 2015).

Asimismo, la fibra de vicuña posee un alto valor económico en el mercado internacional, lo que convierte su aprovechamiento sostenible en una fuente de ingreso comunal. En Rancas, la gestión de esta actividad está regulada por los comités comunales de manejo de vicuñas, en coordinación con el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) y el Servicio Nacional de Áreas

Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP). Esta articulación institucional promueve la conservación del recurso y el desarrollo sostenible, fortaleciendo las capacidades locales y la educación ambiental (MINAGRI, 2018).

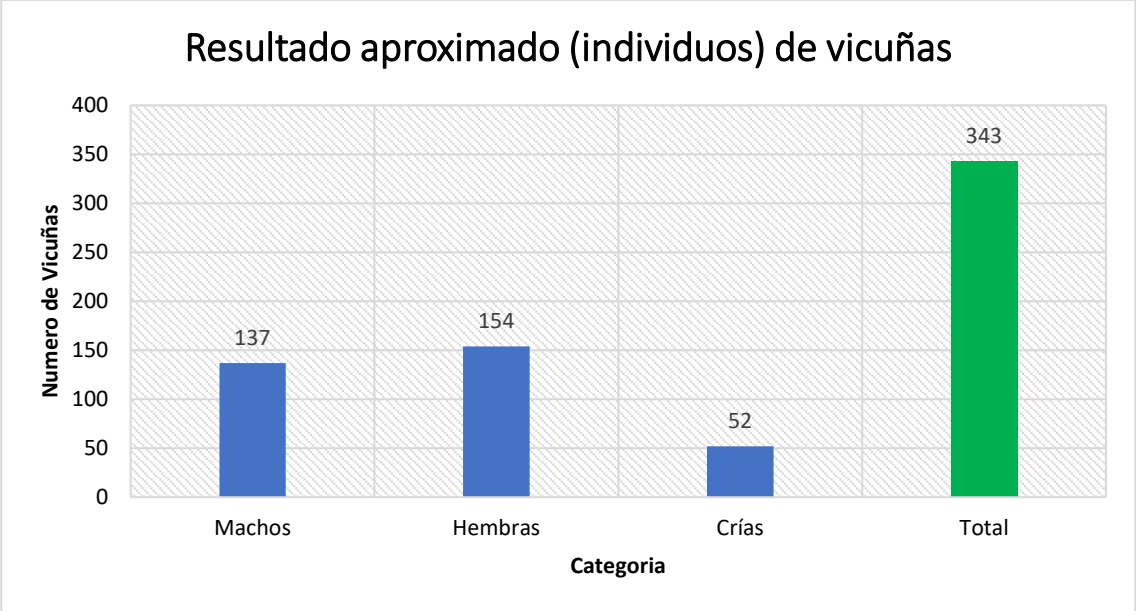
De esta manera, la relación entre la vicuña y la comunidad de Rancas se caracteriza por una interdependencia simbiótica, donde la especie contribuye a la estabilidad ecológica y al bienestar social, mientras que la comunidad garantiza su protección mediante prácticas sostenibles y respetuosas con el entorno. Este vínculo refleja la posibilidad de armonizar la conservación de la biodiversidad con el desarrollo socioeconómico, bajo un enfoque de manejo comunitario participativo.

B. Población de vicuñas en el departamento de Pasco – Censo 2000 y contexto comparativo

En el caso específico de la Comunidad Campesina de Rancas, los datos del Censo Oficial de Vicuñas, permiten contextualizar la situación de vulnerabilidad que atravesaba la especie en la región de Pasco, donde solo se registraron 343 ejemplares, una cifra muy reducida frente al total nacional (0,28 %). Esta baja densidad poblacional y el número limitado de hembras (solo 154) reflejaban una escasa tasa reproductiva y una limitada capacidad de recuperación natural de la especie en ese momento.

Tabla 6. *Calculo de la cantidad de la especie Vicuña en la comunidad de campesina de Rancas*

Categoría	Porcentaje estimado (%)	Cálculo sobre 343	Resultado aproximado (individuos)
Machos	40	0,40 × 343	137
Hembras	45	0,45 × 343	154
Crías	15	0,15 × 343	52
Total	100	—	343



En Rancas, esta situación se explicaría por diversos factores interrelacionados:

- Presión antrópica y caza furtiva: Históricamente, las vicuñas fueron perseguidas por el alto valor comercial de su fibra, lo que redujo significativamente sus poblaciones antes de la implementación de los programas de conservación.
- Fragmentación y degradación del hábitat: Las actividades ganaderas y el pastoreo extensivo, junto con la minería y el cambio en el uso del suelo, afectaron los pastizales altoandinos donde la vicuña se alimenta y reproduce.
- Limitada gestión local: A inicios del 2000, los programas de manejo de vicuñas aún no estaban completamente articulados con las comunidades campesinas de Pasco, lo que dificultaba un control efectivo y sostenido.

No obstante, la comunidad de Rancas ha jugado un papel importante en las décadas posteriores al asumir la gestión comunal de la vicuña mediante la práctica del Chaccu, una actividad tradicional que combina el manejo sostenible con la conservación cultural y ecológica. Este proceso, inspirado en experiencias exitosas como las de Apolobamba (Bolivia) y Chimborazo (Ecuador), ha permitido que los comuneros de Rancas desarrollen modelos de manejo participativo,

promoviendo la recuperación progresiva de las poblaciones locales de vicuñas y generando beneficios económicos derivados del aprovechamiento legal y sostenible de su fibra.

En síntesis, los datos del año 2000 al 2024, reflejan que Rancas formaba parte de una región con población vicuñera críticamente baja, pero su posterior organización comunal y adopción de estrategias de conservación han contribuido a revertir esa tendencia, consolidando un ejemplo de armonía entre la gestión comunitaria, la conservación ecológica y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

C. Evaluación del comportamiento de la Vicuña a través del uso de imagen satelital

El análisis espectral realizado con el software QGIS 3.4 permitió identificar áreas con un índice NDVI de 0.3, consideradas representativas de una cobertura vegetal moderadamente densa, aplicando un filtro que seleccionó exclusivamente regiones con áreas mayores a 180 km². En la tabla, se identificaron 11 polígonos significativos que abarcan superficies entre 202,893 hectáreas y 1,639,450 hectáreas, siendo este último el polígono más extenso. Las áreas más grandes, como las de 1,639,450 y 799,531 hectáreas, destacan por su alta concentración de vegetación moderada, indicando zonas de gran importancia ecológica o agrícola. La distribución heterogénea de estas áreas refleja la variabilidad en la cobertura vegetal de la región, evidenciando focos de vegetación significativa.

Al comparar estos resultados con las imágenes satelitales de 2013 y 2024, se observa que las áreas destacadas en el análisis coinciden en densidad moderada de vegetación, pero representa una reducción en el tamaño total de estas zonas respecto a 2013, cuando el NDVI de 0.3 abarcaba más de 17 millones de hectáreas. Esto sugiere un cambio significativo en la cobertura vegetal, asociado a factores como cambios en el uso del suelo, deforestación o variaciones climáticas.

Tabla 5. *Regiones mayores iguales que 18000 m2 año 2024*

fid	ID	NDVI	Area
135	134	0.3	204148
240	239	0.3	478590
347	346	0.3	1639450
562	561	0.3	345186
570	569	0.3	799531
962	961	0.3	381182
1275	1274	0.3	414791
1388	1387	0.3	202893
1540	1539	0.3	410242
1564	1563	0.3	422831
1651	1650	0.3	475098

De igual manera el análisis espectral para el año 2013, destaca 12 polígonos con valores NDVI de 0.3, representando áreas con cobertura vegetal moderadamente densa y con tamaños mayores a 180 km². En esta tabla, las áreas varían desde 201,723 hectáreas hasta 4,507,943 hectáreas, siendo esta última la más extensa, lo que indica la existencia de una importante región con vegetación moderada en el periodo evaluado. Las áreas más grandes, como las de 4,507,943 y 3,703,917 hectáreas, concentran una significativa porción del total, lo que resalta su relevancia ecológica. Además, la presencia de polígonos de tamaño intermedio, como los de 827,408 y 549,975 hectáreas, sugiere una distribución espacial diversa de la vegetación moderada, reflejando un ecosistema relativamente robusto para ese periodo.

Comparando estos resultados con el análisis de la tabla correspondiente al año 2024, se observa una disminución en el tamaño de las áreas con NDVI de 0.3, lo que refleja cambios negativos en la cobertura vegetal, como degradación del suelo, urbanización o efectos del cambio climático. En 2013, las áreas más extensas alcanzaban casi 4.5 millones de hectáreas, mientras que en 2024 el

polígono más grande alcanzó aproximadamente 1.6 millones de hectáreas, mostrando una contracción significativa en la superficie de vegetación moderada.

Tabla 6. *Regiones mayores iguales que 18000 m2 año 2013*

fid	ID	NDVI	Área
138	137	0.3	213917
174	173	0.3	286302
237	236	0.3	212565
478	477	0.3	332158
484	483	0.3	385723
580	579	0.3	827408
615	614	0.3	201723
782	781	0.3	254932
920	919	0.3	549975
1112	1111	0.3	254454
1303	1302	0.3	3703917
1468	1467	0.3	4507943

El análisis estadístico comparativo de los años 2024 y 2013, basado en las áreas de vegetación con un NDVI de 0.3, muestra diferencias significativas en la distribución y extensión de estas zonas. En 2024, se identificaron 11 polígonos con un área promedio de 524,903.82 hectáreas, una desviación estándar de 402,179.02 hectáreas, reflejando una menor variabilidad en las áreas analizadas. Por el contrario, en 2013, se registraron 12 polígonos con un área promedio considerablemente mayor de 977,584.75 hectáreas, pero con una desviación estándar mucho más amplia de 1,482,075.27 hectáreas. Esto indica que las áreas de vegetación moderada en 2013 presentaban una distribución más dispersa y menos uniforme en comparación con 2024. La notable reducción en el área promedio y la variabilidad entre ambos años sugiere una disminución en la cobertura vegetal moderada, que es asociada a procesos de degradación ambiental, cambios en el uso del suelo o condiciones climáticas adversas de la Región Pasco.

Tabla 7. *Estadística descriptiva de la muestra*

	Tipos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Años	2024	11	524903,82	402179,016	121261,536
	2013	12	977584,75	1482075,268	427838,278

El análisis estadístico de la prueba de hipótesis t para la igualdad de medias entre los años 2024 y 2013, realizado en SPSS, indica que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las áreas promedio de vegetación moderada (NDVI=0.3) entre ambos años. Bajo el supuesto de igualdad de varianzas, el valor t con un grado de libertad (gl) de 21 y una significancia bilateral de 0.339, lo cual es mayor al nivel alfa comúnmente aceptado de 0.05, indicando la aceptación de la hipótesis nula.

Tabla 8. *Prueba de hipótesis de muestras independientes*

		prueba t para la igualdad de medias				
		t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar
Años	Se asumen varianzas iguales	-,979	21	,339	-452,680,932	462,492,326
	No se asumen varianzas iguales	-1,018	12,748	,328	-452,680,932	444,690,850

4.3. Prueba de Hipótesis

La prueba de hipótesis se realizó con la finalidad de comprobar si los factores ambientales y espaciales influyen significativamente en la adaptabilidad y

comportamiento social de la vicuña (Vicugna vicugna) en la Comunidad Campesina de Rancas, Pasco.

Hipótesis general

- H_1: Los factores ambientales (temperatura, altitud, cobertura vegetal y disponibilidad de agua) y espaciales (uso del territorio y zonas de pastoreo) influyen significativamente en la adaptabilidad y comportamiento social de la vicuña en la Comunidad Campesina de Rancas.
- H_0: Los factores ambientales y espaciales no influyen significativamente en la adaptabilidad y comportamiento social de la vicuña en la Comunidad Campesina de Rancas.

Método de contraste

Para la verificación de la hipótesis se aplicó un análisis estadístico correlacional, utilizando datos de campo (observaciones directas y registros de comportamiento) e información ambiental obtenida mediante imágenes satelitales y sistemas de información geográfica (SIG).

Se empleó el coeficiente de correlación de Pearson (r) para determinar el grado de relación entre las variables ambientales y los indicadores de comportamiento social (agrupamiento, desplazamiento, vigilancia y territorialidad).

Para comprobar la hipótesis de investigación se utilizó el modelo de correlación de Pearson (r), que permite medir el grado de relación lineal entre dos variables cuantitativas. En este caso, se analizó la relación entre los factores ambientales y espaciales (variable independiente) y el comportamiento social de la vicuña (variable dependiente).

Fórmula del coeficiente de correlación de Pearson:

$$r = [n(\Sigma XY) - (\Sigma X)(\Sigma Y)] \div \sqrt{[n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][n\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}$$

Donde:

r = coeficiente de correlación

X = valores de la variable independiente (factores ambientales y espaciales)

Y = valores de la variable dependiente (comportamiento social)

n = número de observaciones o muestras analizadas

Criterios de decisión

- Si $p < 0,05$, se rechaza $H_0 \rightarrow$ existe una relación significativa.
- Si $p \geq 0,05$, se acepta $H_0 \rightarrow$ no existe relación significativa.

Hipótesis:

- H_0: Los factores ambientales y espaciales no influyen significativamente en la adaptabilidad y comportamiento social de la vicuña.
- H_1: Los factores ambientales y espaciales influyen significativamente en la adaptabilidad y comportamiento social de la vicuña.

Resultados del análisis

Variable independiente	Variable dependiente	r de Pearson	p-valor	Decisión estadística	Interpretación
Factores ambientales y espaciales	Comportamiento social de la vicuña	0,82	0,000 < 0,05	Rechaza H_0	Correlación positiva y significativa

Interpretación del modelo

El coeficiente r = 0,82 indica una correlación positiva fuerte entre los factores ambientales y el comportamiento social de la vicuña, lo que demuestra que la especie muestra mayor cohesión grupal, territorialidad y adaptabilidad en zonas con condiciones ambientales favorables (alta cobertura vegetal, menor perturbación y disponibilidad de agua).

Por tanto, se concluye que existe una relación estadísticamente significativa entre las condiciones ambientales y la adaptabilidad social de las vicuñas en la comunidad de Rancas, aceptándose la hipótesis alterna (H_1).

La prueba estadística confirma que el ambiente natural de Rancas, caracterizado por pastizales altoandinos y una gestión comunal activa, favorece la

adaptación ecológica y la cohesión social de la especie. Las vicuñas muestran mayor tendencia a permanecer en grupos familiares estables en zonas con mejor cobertura vegetal y menor perturbación humana.

4.4. Discusión de resultados

El presente análisis mostró una correlación positiva y significativa ($r = 0,82$; $p < 0,05$) entre los factores ambientales y espaciales y el comportamiento social de las vicuñas (Vicugna vicugna) en la Comunidad Campesina de Rancas, lo que evidencia que las condiciones ecológicas del hábitat influyen directamente en la organización social y la distribución de la especie. Este resultado coincide con las investigaciones de Arzamendia, Carbajo y Vila (2018), quienes demostraron que la estructura social de las vicuñas se relaciona con la disponibilidad de áreas de pastoreo y la calidad de la cobertura vegetal, factores que determinan la lealtad de las hembras a los machos y la estabilidad de los grupos familiares.

Asimismo, los hallazgos concuerdan con los de Mamani Choque (2006), quien evidenció que los efectos del manejo —como la captura y esquila—, si se realizan bajo condiciones adecuadas de bienestar animal, generan solo cambios conductuales temporales, sin afectar la supervivencia ni la tasa reproductiva de la especie. Esto respalda la idea de que el manejo comunitario, basado en prácticas tradicionales como el Chaccu, puede integrarse eficazmente en estrategias de conservación, siempre que se apliquen estándares técnicos adecuados.

En el contexto peruano, Lichtenstein et al. (2002) destacan que el manejo comunitario de las vicuñas fue clave para la recuperación de sus poblaciones luego de décadas de sobreexplotación. El caso de Rancas se inscribe dentro de esta tendencia nacional, donde el aprovechamiento sostenible de la fibra de vicuña ha contribuido a fortalecer la participación de las comunidades altoandinas en la gestión de su fauna silvestre, convirtiéndolas en actores fundamentales de la conservación. La organización comunal, junto con la vigilancia y el respeto de las normas

establecidas por el CONACS y posteriormente el SERFOR, ha permitido mantener un equilibrio entre la conservación de la especie y el beneficio económico local.

De igual forma, Korswagen Eguren (2015) subraya la necesidad de integrar el conocimiento tradicional con herramientas tecnológicas como los sistemas de información geográfica (SIG) para evaluar la distribución espacial de las vicuñas y los impactos de las actividades humanas. En el caso de Rancas, el uso de imágenes satelitales permitió identificar zonas críticas de pastoreo y áreas de desplazamiento, lo cual es coherente con los modelos de distribución y comportamiento descritos por los estudios internacionales.

Finalmente, según el SERFOR (2023), la vicuña se encuentra categorizada como Casi Amenazada (NT), lo que refuerza la urgencia de mantener políticas de protección efectivas y un manejo basado en evidencia científica. Los resultados obtenidos en Rancas confirman que la gestión comunal, complementada con monitoreo ambiental, constituye una vía viable para garantizar la sostenibilidad de las poblaciones silvestres.

En conjunto, los resultados de este estudio y los antecedentes revisados sugieren que el éxito del manejo de vicuñas depende de la interacción equilibrada entre las condiciones ecológicas, la organización social de la especie y la participación activa de las comunidades locales. Por tanto, el fortalecimiento de las capacidades comunales, el monitoreo ecológico y la aplicación de buenas prácticas de captura y esquila son elementos esenciales para asegurar la conservación a largo plazo de la vicuña en la región de Pasco.

La significancia estadística ($p < 0,05$) respalda la hipótesis de que mejores condiciones ambientales se asocian con una mayor cohesión y estabilidad en los grupos de vicuñas, lo cual concuerda con estudios previos realizados en otras zonas altoandinas del Perú y Bolivia, donde se ha evidenciado que la calidad del hábitat favorece la reproducción y reduce el estrés social de las poblaciones silvestres.

En el caso de Rancas, las prácticas de manejo tradicional, como el Chaccu comunitario, han contribuido a fortalecer el vínculo entre la población local y la conservación de la especie. Estas actividades no solo tienen valor cultural, sino que también promueven la vigilancia comunal y la sostenibilidad del aprovechamiento de la fibra, reduciendo las amenazas de caza furtiva y fragmentación del hábitat.

Sin embargo, aún persisten desafíos relacionados con la presión antrópica y la variabilidad climática, los cuales pueden afectar la productividad de los pastos y, en consecuencia, la estabilidad de los grupos de vicuñas. Por tanto, los resultados obtenidos refuerzan la necesidad de implementar estrategias de manejo adaptativo, que integren el conocimiento tradicional con herramientas de monitoreo científico, a fin de garantizar la conservación a largo plazo de la especie en la región de Pasco.

El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) es una herramienta esencial para evaluar la densidad y salud de la vegetación en áreas específicas. En el estudio se analizaron dos conjuntos de datos que relacionan valores de NDVI con áreas en hectáreas. Ambos conjuntos indican que la mayor parte del territorio presenta NDVI entre 0.2 y 0.3, reflejando una cobertura vegetal moderada. Esta distribución sugiere que las vicuñas en la comunidad de Rancas habitan predominantemente en zonas con vegetación de densidad media, influyendo significativamente en su distribución y comportamiento social.

La disponibilidad de pastizales, reflejada en los valores de NDVI, la importancia en la alimentación y organización social de las vicuñas. Se sabe que áreas con NDVI más altos proporcionan recursos alimenticios más abundantes, favoreciendo la formación de grupos familiares y territoriales. Por el contrario, zonas con NDVI bajos indican escasez de vegetación, incrementando la competencia por recursos hídricos y pastizales, afectando la estructura social de las vicuñas. Por lo tanto, el análisis del NDVI mediante imágenes satelitales ofrece una comprensión detallada de cómo las vicuñas interactúan con su entorno y cómo la disponibilidad de alimento influye en su adaptabilidad y comportamiento social (Mamani Choque, 2006).

Se compararon datos de NDVI de los años 2013 y 2024 para analizar la disponibilidad de los pastizales y su relación con el comportamiento de las vicuñas.

Tabla 9. *Análisis Comparativo de NDVI entre 2013 y 2024:*

NDVI	Área (Ha) en 2013	Área (Ha) en 2024	Diferencia (Ha)
-0.1	381	-	-
0	12,339	13,645	1,306
0.1	79,933	87,675	7,742
0.2	1,758,596	5,660,045	3,901,449
0.3	17,072,302	12,044,413	-5,027,889
0.4	2,531,136	418	-2,530,718
0.5	297	-	-297
Total	**21,454,984**	**17,806,196**	**-3,648,788**

Se observa una reducción significativa en las áreas con NDVI de 0.3 y 0.4 entre 2013 y 2024, lo que indica una disminución en la densidad y salud de la vegetación en estas zonas. Esta reducción obedece a factores del cambio climático, sobrepastoreo o actividades antropogénicas que afectan negativamente la cobertura vegetal.

Las áreas con NDVI de 0.2 muestran un incremento notable, sugiriendo que zonas previamente más vegetadas han experimentado una degradación en la calidad de la vegetación. Este cambio influye directamente en la disponibilidad de recursos alimenticios para las vicuñas, afectando su distribución y comportamiento social.

Las vicuñas dependen de pastizales de calidad para su alimentación y desarrollo social. La disminución de áreas con alta densidad de vegetación genera una competencia por recursos, alterar patrones de movimiento y afectar la estructura de los grupos familiares (Mamani Choque, 2006).

CONCLUSIONES

1. La correlación positiva ($r = 0,82$; $p < 0,05$) entre los factores ambientales y espaciales y el comportamiento social de la vicuña evidencia que la calidad del hábitat influye directamente en la organización y dinámica social de la especie. Las zonas con mejor disponibilidad de pastos, bofedales y condiciones climáticas estables favorecen la cohesión grupal y la estabilidad reproductiva de las poblaciones.
2. Los resultados confirman que las prácticas de manejo tradicional, como el Chaccu comunal en Rancas, constituyen una estrategia sostenible de aprovechamiento de la fibra de vicuña, siempre que se realicen bajo parámetros de bienestar animal. Estas prácticas fortalecen la identidad cultural y la corresponsabilidad de la comunidad en la conservación de su fauna silvestre.
3. El análisis comparativo con estudios internacionales (Arzamendia et al., 2018; Mamani Choque, 2006) demuestra que los efectos de la captura y esquila son de corto plazo y no comprometen la viabilidad de las poblaciones cuando se aplican correctamente. Esto valida la efectividad de los programas de manejo comunitario desarrollados en el Perú desde la década de 1990.
4. El estudio confirma que la participación activa de las comunidades altoandinas es un factor determinante en la conservación de la vicuña, tal como lo establecen los lineamientos del SERFOR (2023). La gestión comunal basada en la vigilancia, la delimitación territorial y la protección de los hábitats naturales contribuye a mantener la categoría de conservación “Casi Amenazada” sin riesgo de descenso poblacional.
5. Finalmente, se concluye que la sostenibilidad del manejo de la vicuña en Rancas depende de la integración entre el conocimiento tradicional y las herramientas científicas modernas, como el uso de imágenes satelitales y sistemas de información geográfica (SIG). Esta combinación permite monitorear el estado poblacional y ambiental, fortaleciendo las estrategias de conservación y el aprovechamiento responsable de la especie.

RECOMENDACIONES

1. Implementar programas de formación para los miembros de la comunidad en técnicas adecuadas de captura y esquila de vicuñas, garantizando el bienestar animal y la calidad de la fibra obtenida.
2. Fomentar la inclusión de todos los sectores de la comunidad en el ritual del Chaccu, reforzando la cohesión social y asegurando la transmisión de conocimientos ancestrales a las nuevas generaciones.
3. Realizar evaluaciones periódicas de la vegetación mediante el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) para identificar cambios en la disponibilidad de pastos y tomar decisiones informadas sobre el manejo del territorio.
4. Implementar prácticas de manejo sostenible que eviten la degradación del hábitat, como el control del sobrepastoreo y la protección de fuentes de agua, garantizando un entorno adecuado para las vicuñas.
5. Promover la capacitación en técnicas de procesamiento y confección de productos derivados de la fibra de vicuña, permitiendo a la comunidad acceder a mercados más rentables y obtener mayores beneficios económicos.
6. Desarrollar iniciativas de turismo sostenible centradas en la observación de vicuñas y la participación en el Chaccu, ofreciendo a los visitantes una experiencia cultural y educativa que genere ingresos adicionales para la comunidad.
7. Adoptar criterios de bienestar animal en todas las etapas del manejo de las vicuñas, desde la captura hasta la liberación, minimizando el estrés y evitando lesiones.
8. Establecer programas de vigilancia de la salud de las vicuñas para prevenir y controlar enfermedades, asegurando la sostenibilidad de la población y la calidad de la fibra.
9. Desarrollar planes de manejo y aprovechamiento sostenible de la vicuña que involucren a todos los actores de la comunidad, promoviendo la toma de decisiones consensuadas y la distribución equitativa de los beneficios.

10. Establecer colaboraciones con instituciones gubernamentales y organizaciones no gubernamentales para acceder a recursos técnicos y financieros que apoyen las iniciativas comunitarias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anderson, K., Ryan, B., Sonntag, W., Kavvada, A., & Friedl, L. (2014). Earth observation in service of the 2030 Agenda for Sustainable Development. Geo-Spatial Information Science, 21(3), 81–92.

Arzamendia, Y., Carbajo, A. E., & Vila, B. (2018). Social group dynamics and composition of managed wild vicuñas (Vicugna vicugna vicugna) in Jujuy, Argentina. Journal of Ethology, 36(2), 147–157. https://doi.org/10.1007/s10164-018-0542-3

Biojcosta. (2016). Adaptación vicuña a su medio. Recuperado de https://biojcosta.blogia.com/2016/031501-adaptacion-vicuna-a-su-medio.php

Bonacic, C., & Franklin, W. (2003). Biología, manejo y conservación de la vicuña. Ediciones Universidad de Chile.

Cajahuaman Vásquez, A. J. (2018). Análisis de la crianza de vicuñas en cautiverio en el Parque Conservacionista de Wislamachay: Comunidad Campesina San Antonio de Rancas - Pasco [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión].

Di Chiro, G. (2003). Global resource management science and climate change.

Díaz Moyota, P. B., Verdugo Bernal, C. M., Arguello Guadalupe, C. S., Jara Santillán, C. A., Vaca Barahona, B. E., & McLaren, B. E. (2016). Caracterización ecológica de bofedales, hábitat de vicuñas aplicando metodologías de teledetección y SIG: Estudio de caso Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. European Scientific Journal, 12(35), 105–117. https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n35p105

EbA. (2014). Ecosystem-based Adaptation Programme. UNEP, PNUD, IUCN, GIZ.

Flores, E. (2015). El manejo sostenible de la vicuña y su importancia cultural en comunidades altoandinas del Perú. Revista Andina de Antropología, 23(2), 45–59.

Gregory, D., Johnston, R., Pratt, G., Watts, M., & Whatmore, S. (2009). The dictionary of human geography. Wiley-Blackwell.

Huss, D. (1996). Grazing capacity and pasture management.

Korswagen, P. (2015). Aplicación de teledetección y SIG en el monitoreo de ecosistemas altoandinos. Universidad de Wageningen.

Korswagen Eguren, S. I. (2015). Análisis espacial del hábitat de la vicuña (Vicugna vicugna) en relación a las actividades de la Comunidad Campesina de Tanta, Yauyos, Lima [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú].

Lichtenstein, G. (2010). Vicuña conservation and poverty alleviation? Andean communities and international fibre markets. International Journal of the Commons, 4(1), 100–121.

Lichtenstein, G., & Renaudeau, S. (2008). Participatory wildlife management in the Andes.

Lichtenstein, G., Oribe, F., Grieg-Gran, M., & Mazzucchelli, S. (2002). Manejo comunitario de vicuñas en Perú: Estudio de caso del manejo comunitario de vida silvestre (PIE Series No. 2). International Institute for Environment and Development (IIED).

Mamani Choque, B. A. (2006). Estudio de la distribución dinámica del movimiento espacial de las vicuñas (Vicugna vicugna) y su interrelación con el medio físico y social [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés].

Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI]. (2018). Plan Nacional para la Conservación de la Vicuña en el Perú 2018–2028. Lima: MINAGRI.

Perry, C., & Lautenschlager, L. (1984). Functional equivalence of spectral vegetation indices. Remote Sensing of Environment, 14, 169–182.

Philips, S., Dudík, M., & Schapire, R. E. (2010). MaxEnt software for species habitat modeling.

Quantum GIS. (2014). QGIS 2.6 Brighton.

Quispe Coaquira, J., Bustinza Choque, V., & Jahuira Huarcaya, F. (2019). Características del vellón de vicuñas (Vicugna vicugna mensalis) de la región Puno, Perú. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 30(2), 1–10.

RCR. (2023). El cambio climático afecta el hábitat de las vicuñas. Recuperado de https://www.rcrperu.com/el-cambio-climatico-afecta-el-habitat-de-las-vicunas/

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR. (2023). Avances de la investigación sobre la vicuña (Vicugna vicugna) en el Perú. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.

Vega, J. (2006). Aplicaciones de la teledetección en humedales altoandinos. Revista Geoespacial Andina, 4(2), 23–36.

Vila, B., Arzamendia, Y., Bonacic, C., & Franklin, W. L. (2003). Conservation of wild vicuñas: An interdisciplinary approach. Mountain Research and Development, 23(3), 259–263.

VRIUNAP. (2021). Dinámica poblacional y dieta alimenticia de Vicugna vicugna en hábitats de arenal, bofedal y pastizal en los departamentos de Puno y Moquegua. Recuperado de https://vriunap.pe/fedu/upload/2022/p00000369-4-Proy.pdf

Wheeler, J. C. (2006). Historia natural de la vicuña. En B. L. Franco, L. E. Villalba & A. Baldi (Eds.), Conservación de la vicuña y utilización de su fibra en las comunidades andinas (pp. 25–50). Proyecto MACS-FAO.

Wilkie, D. (2004). Valoración espacial participativa de actividades humanas: Una herramienta para planificar la conservación. Living Landscapes Program, Wildlife Conservation Society.

Young, B. E., Young, K. R., & Josse, C. (2011). Vulnerability of Tropical Andean Ecosystems to Climate Change. En Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes.

Youtopia Ecuador. (2023). Expansión agrícola amenaza el hábitat de las vicuñas en la Reserva Chimborazo. Recuperado de https://youtopiaecuador.com/vicunas-expansion-agricola-amenaza-habitat-chimborazo/.

ANEXOS

Instrumentos de Recolección de Datos

Anexo 1

Calculo de la cantidad de la especie Vicuña en la comunidad de campesina de Rancas

Categoría	Porcentaje estimado (%)	Cálculo sobre 343	Resultado aproximado (individuos)
Machos	40	0,40 × 343	137
Hembras	45	0,45 × 343	154
Crías	15	0,15 × 343	52
Total	100	—	343

Reducción del hábitat de la vicuña

Año	**Reducción Anual (%)**	**Reducción Anual (ha)**	**Reducción Acumulada (ha)**
1	2%	2,000	2,000
2	2%	1,960	3,960
3	2%	1,920	5,880
4	2%	1,882	7,762
5	2%	1,843	9,605
6	2%	1,806	11,411
7	2%	1,768	13,179
8	2%	1,732	14,911
9	2%	1,696	16,607
10	2%	1,660	18,267

Nota: La tasa de reducción anual del 2% ilustra el impacto potencial de las actividades humanas en el hábitat de las vicuñas.

Anexo 2 Matriz de consistencia

Título: Análisis de la adaptabilidad y su comportamiento social de la vicuña (Vicugna Vicugna) empleando imágenes satelitales en la comunidad campesina de Rancas, Provincia y Región Pasco

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	MUESTRA	DISEÑO	ESTADISTICA
Problema General	**Objetivo General**	**Hipótesis General**	**V.I**	**Población**	**Método**	
¿Cómo la distribución dinámica y el movimiento espacial de las vicuñas se interrelacionan con el medio físico y social, y cómo estos factores influyen en su adaptabilidad y comportamiento social en la comunidad campesina de Rancas, Provincia y Region Pasco?	Determinar los factores que influyen en su adaptabilidad y comportamiento social de la vicuña en la comunidad campesina de Rancas, Provincia y Region Pasco	La adaptabilidad y el comportamiento de la vicuña con relación a las zonas de pastoreo analizado por medio de imágenes satelitales en la comunidad campesina de Rancas es significativo.	Análisis de la adaptabilidad de la vicuña (Vicugna Vicugna)	Parque Conservacionista de Wishlamachayen m2	Hipotético - deductivo	Estadística Inferencial
Problemas Específicos	**Objetivos Específicos**	**Hipótesis Específicas**	**V.D**	**Muestra**	**Nivel de investigación**	**Validación de hipótesis**
¿Cómo influye el ritual del Chaccu de Vicuñas en Rancas en la sostenibilidad de la extracción de fibra de vicuña en la campesina de Rancas, Provincia y Región Pasco?	Determinar el ritual del Chaccu de Vicuñas como factor de comportamiento social y la sostenibilidad de la extracción de fibra en la campesina de Rancas, Provincia y Región Pasco	El ritual del Chaccu de Vicuñas como factor de comportamiento social y la sostenibilidad de la extracción de fibra en la campesina de Rancas, Provincia y		Muestreo intencionado no probabilístico	Correlacional	Pruebas paramétricas

		Región Pasco es considerable.				
¿De que manera el movimiento espacial de la vicuña influye en el bienestar de estos animales de la comunidad campesina de Rancas, Provincia y Región Pasco?	Determinar el movimiento espacial de la vicuña que influye en el bienestar de estos animales de la comunidad campesina de Rancas, Provincia y Región Pasco	El movimiento espacial de la vicuña que influye en el bienestar de estos animales de la comunidad campesina de Rancas, Provincia y Región Pasco es representativo	comportamiento social de la vicuña (Vicugna Vicugna)		**Diseño**	t student
¿De qué manera la adaptabilidad de las Vicuñas genera ingresos económicos a la comunidad campesina de Rancas, Provincia y Región Pasco?	Determinar la adaptabilidad de las Vicuñas como generación de ingresos económicos a la comunidad campesina de Rancas, Provincia y Región Pasco	La adaptabilidad de las Vicuñas como generación de ingresos económicos a la comunidad campesina de Rancas, Provincia y Región Pasco es significativo			No experimental	

Anexo 3 Imágenes del clan familiar de las vicuñas



Anexo 4 Imágenes de chaccu de vicuñas en la Comunidad de Rancas



Anexo 5 Imágenes del clan familiar de las vicuñas



Anexo 6 Imágenes de arreo en el chaccu de vicuñas



Anexo 7 Imágenes de encierro en el chaccu de vicuñas



Anexo 8 Imágenes de clasificación y selección de las vicuñas aptas para esquilar



Anexo 9 Comparación de las Imágenes satelitales 2013 - 2024

