

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



Tesis

Análisis de la dinámica poblacional del murciélago hematófago (*Desmodus rotundus*) e impacto en animales de producción en el Departamento de Apurímac, periodo 2021-2022

Presentado por:

Alfredo Chavez Cayllahua

Para optar el título de Médico Veterinario y Zootecnia

Abancay, Perú

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



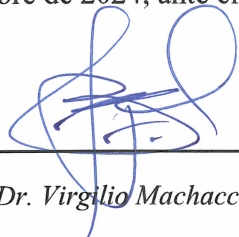
TESIS

Análisis de la dinámica poblacional del murciélago hematófago (*Desmodus rotundus*) e impacto en animales de producción en el departamento de Apurímac, periodo 2021-2022.

Presentado por **Alfredo Chavez Cayllahua**, para optar el título de Médico Veterinario y Zootecnista

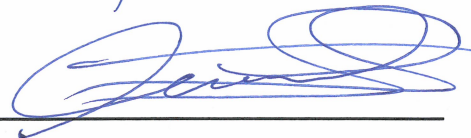
Sustentado y aprobado el 20 de diciembre de 2024, ante el jurado evaluador:

Presidente:



Dr. Virgilio Machacca Machaca

Primer Miembro:



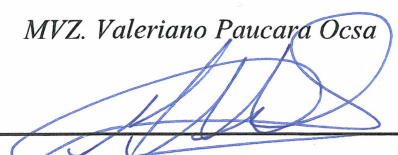
MVZ. Victor Raúl Cano Fuente

Segundo Miembro:



MVZ. Valeriano Paucara Oca

Asesor:



Mtro. Max Henry Escobedo Enriquez



Constancia de similitud

Informe de Tesis Constancia 16-2025-UDI-FMVZ-UNAMBA

El director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

Hace constar:

Que, **Alfredo Chavez Cayllahua**, con código de estudiante **092202** de la Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, presentó el informe de tesis:

Análisis de la dinámica poblacional del murciélago hematófago (*Desmodus rotundus*) e impacto en animales de producción en el Departamento de Apurímac, periodo 2021-2022.

Para ser evaluada su similitud.

Se utilizó el software Turnitin con filtros: excluir citas, excluir bibliografía, excluir fuentes que tengan menos de 18 palabras. Siendo el resultado:

Porcentaje de similitud: 7%

Parte de esta constancia son los anexos donde figuran los resultados del Turnitin.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para fines de trámites en la UNAMBA.

Abancay, 17 de marzo 2025

Atentamente,



Dr. Ulises S. Quispe Gutiérrez
Director

investigacion.fmvz@unamba.edu.pe
cc/.
Arch.

Agradecimiento

A Dios, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y brindarme una vida llena de experiencias y aprendizajes. A mi familia por su constante apoyo y motivación para seguir adelante en mi desarrollo profesional.

A mi asesor de tesis, Mtro. MVZ. Max Henry Escobedo Enríquez y a mis queridos docentes por su predisposición, constante seguimiento y apoyo al desarrollo de esta tesis, cuya orientación siempre fue oportuna y me ayudó a terminar satisfactoriamente la presente investigación.



Dedicatoria

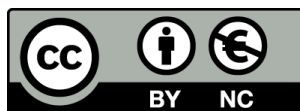
A mi querido padres, por el apoyo incondicional de siempre. A mi compañera de vida por su valioso apoyo que me brindó en mi trayecto de mi desarrollo profesional. A mi hijo por ser la razón de mi existir.



Análisis de la dinámica poblacional del murciélago hematófago (*Desmodus rotundus*) e impacto en animales de producción en el Departamento de Apurímac, periodo 2021-2022

Línea de investigación: Ciencias veterinarias

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
CAPÍTULO I	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1 Descripción del problema	5
1.2 Enunciado del problema	6
1.2.1 Problema general	6
1.2.2 Problemas específicos	6
1.2.3 Justificación de la investigación	7
CAPÍTULO II	9
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	9
2.1 Objetivos de la investigación	9
2.1.1 Objetivo general	9
2.1.2 Objetivos específicos	9
2.2 Hipótesis de la investigación	9
2.2.1 Hipótesis general	9
2.3 Operacionalización de variables	10
CAPÍTULO III	11
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	11
3.1 Antecedentes	11
3.2 Marco teórico	18
3.2.1 Definición de población	18
3.2.2 Dinámica poblacional	18
3.2.3 Aplicaciones de la dinámica poblacional	18
3.2.4 Dinámica poblacional del murciélago hematófago	18
3.2.5 Impacto en la salud pública	19
3.2.6 Murciélagos hematófagos	19
3.2.7 Clasificación taxonómica	20
3.2.8 Alimentación	20
3.2.9 Hábitat	21
3.2.10 Comportamiento	21



3.2.11	Razones para su control	21
3.2.12	Principales amenazas actuales y potenciales	22
3.3	Marco conceptual	22
CAPÍTULO IV		25
METODOLOGÍA		25
4.1	Tipo y nivel de investigación	25
4.2	Diseño de la investigación	25
4.3	Descripción ética de la investigación	25
4.4	Población y muestra	26
4.5	Procedimiento	26
4.5.1	Para determinar el índice de mordeduras de murciélagos hematófagos (<i>Desmodus rotundus</i>) en animales de producción	26
4.5.2	Para calcular la población de murciélagos hematófagos (<i>Desmodus rotundus</i>)	26
4.5.3	Para determinar el índice de capturas de murciélagos hematófagos (<i>Desmodus rotundus</i>)	27
4.5.4	Para identificar los refugios de murciélagos hematófagos (<i>Desmodus rotundus</i>)	28
4.6	Técnica e instrumentos	29
4.7	Análisis estadístico	30
CAPÍTULO V		31
RESULTADOS Y DISCUSIONES		31
5.1	Análisis de resultados	31
5.1.1	Índice de mordeduras de murciélagos hematófagos (<i>Desmodus rotundus</i>)	31
5.1.2	Índice de capturas de murciélagos hematófagos (<i>Desmodus rotundus</i>)	34
5.1.3	Población de murciélagos hematófagos (<i>Desmodus rotundus</i>)	37
5.1.4	Refugios de murciélagos hematófagos (<i>Desmodus rotundus</i>)	40
5.2	Discusión	43
CAPÍTULO VI		47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		47
6.1	Conclusiones	47
6.2	Recomendaciones	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		49
ANEXOS		52



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Variables de estudio y sus indicadores	10
Tabla 2. Clasificación taxonómica del murciélago hematófago	20
Tabla 3. Frecuencia de mordeduras de murciélagos hematófagos (<i>Desmodus rotundus</i>) en animales de producción en el departamento de Apurímac, periodo 2021	31
Tabla 4. Frecuencia de mordeduras de murciélagos hematófagos (<i>Desmodus rotundus</i>) en animales de producción en el departamento de Apurímac, periodo 2022	32
Tabla 5. Índice de mordeduras de murciélagos hematófagos (<i>Desmodus rotundus</i>) en animales de producción en el departamento de Apurímac, periodos 2021-2022	33
Tabla 6. Frecuencias de capturas de murciélagos hematófagos (<i>Desmodus rotundus</i>) en el departamento de Apurímac, periodos 2021	35
Tabla 7. Frecuencias de capturas de murciélagos hematófagos (<i>Desmodus rotundus</i>) en el departamento de Apurímac, periodos 2022	36
Tabla 8. Índice de capturas de murciélagos hematófagos (<i>Desmodus rotundus</i>) en el departamento de Apurímac, periodos 2021-2022	36
Tabla 9. Población de murciélagos hematófagos (<i>Desmodus rotundus</i>) en el departamento de Apurímac, periodo 2021	37
Tabla 10. Población de murciélagos hematófagos (<i>Desmodus rotundus</i>) en el departamento de Apurímac, periodo 2022	38
Tabla 11. Población de murciélagos hematófagos (<i>Desmodus rotundus</i>) en el departamento de Apurímac, periodos 2021-2022	39
Tabla 12. Refugios de murciélagos hematófagos (<i>Desmodus rotundus</i>) en el departamento de Apurímac, periodos 2021	40
Tabla 13. Refugios de murciélagos hematófagos (<i>Desmodus rotundus</i>) en el departamento de Apurímac, periodos 2022	42
Tabla 14. Refugios de murciélagos hematófagos (<i>Desmodus rotundus</i>) en el departamento de Apurímac, periodos 2021-2022	43



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. Mordedura de murciélago hematófago	58
Fig. 2. Mordedura de murciélago hematófago	58
Fig. 3. Refugio natural: Caverna cueva	59
Fig. 4. Refugio: Mina abandonada	59
Fig. 5. Refugio: Mina abandonada	60
Fig. 6. Instalación de mallas para captura de murciélagos	60
Fig. 7. Instalación de mallas en un establo de ganado lechero	61



INTRODUCCIÓN

La interacción entre la fauna silvestre y las actividades humanas es un tema de creciente interés debido a sus implicancias ecológicas, económicas y sanitarias ¹. Dentro de este contexto, el murciélago hematófago *Desmodus rotundus* ha sido ampliamente estudiado por su rol como vector de enfermedades zoonóticas y su impacto negativo en la producción agropecuaria ². Esta especie se alimenta principalmente de sangre de mamíferos, incluidos los animales de producción como bovinos y porcinos, lo que ocasiona daños directos en los rebaños y una significativa pérdida económica, especialmente en áreas rurales de América Latina ³.

En regiones como el departamento de Apurímac, donde predomina una economía basada en actividades agropecuarias y una alta presencia de ganado en zonas rurales, la interacción entre los murciélagos hematófagos y los animales de producción representa un problema crítico. Además de las lesiones causadas por la hematofagia, el *D. rotundus* es reconocido como uno de los principales transmisores de la rabia bovina, enfermedad que conlleva pérdidas económicas directas y riesgos para la salud pública ⁴. Sin embargo, los estudios locales sobre su dinámica poblacional y su impacto son limitados, lo que dificulta la implementación de estrategias adecuadas para el manejo de sus poblaciones.

El comportamiento reproductivo, las características ecológicas y la adaptación de *Desmodus rotundus* a ambientes alterados por actividades humanas han facilitado su expansión en distintas regiones ⁵. En particular, el aumento de áreas agrícolas y la reducción de hábitats naturales han generado condiciones óptimas para su supervivencia, como mayor disponibilidad de hospedadores y disminución de sus depredadores naturales. Estos cambios, en conjunto con el desconocimiento sobre su biología poblacional, presentan un desafío para desarrollar programas efectivos de control que consideren la conservación de la biodiversidad y el equilibrio ecológico.

Adicionalmente, el impacto de esta especie no se limita al daño directo en los sistemas productivos, sino que tiene implicancias más amplias en la seguridad alimentaria y económica de las comunidades rurales, las cuales dependen en gran medida del ganado como recurso básico ⁶. En este contexto, se torna fundamental contar con estudios detallados y actualizados



que analicen las características poblacionales de *D. rotundus* y sus patrones de interacción con los sistemas agropecuarios, ya que esta información es clave para el diseño de medidas de prevención y manejo adaptadas a la realidad local.

Este estudio tiene como objetivo analizar la dinámica poblacional del murciélago hematófago (*Desmodus rotundus*) e impacto en animales de producción en el Departamento de Apurímac, periodo 2021-2022; este enfoque busca generar información científica que sirva como base para desarrollar estrategias efectivas de control, contribuyendo a minimizar los efectos adversos en los sistemas agropecuarios de la región y fortaleciendo la sostenibilidad de estas actividades.



RESUMEN

El objetivo fue analizar la dinámica poblacional del murciélago hematófago (*Desmodus rotundus*) e impacto en animales de producción en el Departamento de Apurímac, periodo 2021-2022. Metodología: se desarrolló un estudio descriptivo, retrospectivo, el nivel fue descriptivo, de diseño no experimental, siendo el enfoque de investigación mixto. Resultados: el índice de mordeduras por murciélagos en animales de producción mostró un incremento en caprinos, ovinos y porcinos en 2022, reflejando una mayor interacción de estos animales con los murciélagos hematófagos. Los índices de capturas disminuyeron significativamente, pasando de 14.12 capturas/red en 2021 a 5.33 en 2022, lo que sugiere una reducción en la densidad poblacional de murciélagos o en la eficacia de las capturas. En 2021 y 2022 con respecto al total de animales revisados se encontró un aumento en los índices de mordeduras de murciélagos en varias especies: bovinos (11.11% a 12.05%), equinos (23.25% a 25.65%), porcinos (23.81% a 26.31%), ovinos (23.73% a 28.57%) y caprinos (27.59% a 39.84%); el índice calculado con respecto al total de la población de animales fue de (1.25% a 2.95%), equinos (0.31% a 0.83%), porcinos (0.55% a 1.15%), ovinos (0.05% a 0.17%) y caprinos (0.04% a 0.29%) respectivamente; y a nivel general el índice de mordeduras subió de 13.87% a 15.69%.; la población total de murciélagos estimada en 2021 osciló entre 11,458 y 13,750, reduciéndose drásticamente en 2022 a un rango entre 4,950 y 5,940, lo que representa una disminución de aproximadamente un 56.8% al 63.9%; los refugios naturales más utilizados fueron las cavernas y cuevas, manteniéndose constantes en su uso, mientras que el uso de casas abandonadas como refugios artificiales disminuyó. El análisis evidenció un ligero aumento en el índice de mordeduras en caprinos, ovinos y porcinos en 2022, aunque el impacto general sigue siendo bajo. Los índices de captura disminuyeron significativamente en 2022, posiblemente debido a una menor densidad poblacional de murciélagos o menor efectividad de los métodos de captura. La población de *Desmodus rotundus* en Apurímac mostró una reducción del 56.8% al 63.9%, de 11,458-13,750 individuos en 2021 a 4,950-5,940 en 2022. Los refugios naturales, como cavernas y cuevas, predominan, aunque los refugios artificiales, como minas y casas abandonadas, siguen siendo esenciales para su supervivencia.

Palabras clave: *Dinámica poblacional, índice de capturas, murciélagos hematófagos.*



ABSTRACT

The objective was to analyze the population dynamics of the hematophagous bat (*Desmodus rotundus*) and its impact on production animals in the Department of Apurímac during the 2021-2022 period. Methodology: A descriptive and retrospective study was conducted with a descriptive level and a non-experimental design, adopting a mixed research approach. Results: The bat bite index in production animals showed an increase in goats, sheep, and pigs in 2022, reflecting greater interaction between these animals and hematophagous bats. Capture rates decreased significantly from 14.12 captures/net in 2021 to 5.33 in 2022, suggesting a reduction in bat population density or the efficacy of capture methods. From 2021 to 2022, an increase in bat bite rates was observed in several animal species based on the total animals reviewed: cattle (from 11.11% to 12.05%), horses (23.25% to 25.65%), pigs (23.81% to 26.31%), sheep (23.73% to 28.57%), and goats (27.59% to 39.84%). Calculated indices relative to the total population showed increases for cattle (from 1.25% to 2.95%), horses (0.31% to 0.83%), pigs (0.55% to 1.15%), sheep (0.05% to 0.17%), and goats (0.04% to 0.29%). Overall, the general bite index increased from 13.87% to 15.69%. The total bat population was estimated between 11,458 and 13,750 in 2021, dropping dramatically in 2022 to between 4,950 and 5,940, representing a reduction of approximately 56.8% to 63.9%. The most frequently used natural shelters were caves, whose use remained consistent, whereas the use of abandoned houses as artificial shelters decreased. The analysis revealed a slight increase in the bite index for goats, sheep, and pigs in 2022, although the overall impact remained low. Capture rates significantly decreased in 2022, likely due to lower bat population density or reduced efficacy of capture methods. *Desmodus rotundus* populations in Apurímac experienced a reduction of 56.8% to 63.9%, from 11,458–13,750 individuals in 2021 to 4,950–5,940 in 2022. Natural shelters, such as caves, predominate, but artificial shelters, such as mines and abandoned houses, remain essential for their survival.

Keywords: *Capture index, hematophagous bats, population dynamics.*



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

A nivel global, los murciélagos juegan un papel ecológico crucial como controladores de plagas y polinizadores; sin embargo, las especies hematófagas como *Desmodus rotundus* representan un desafío significativo debido a su rol en la transmisión de enfermedades zoonóticas como la rabia. La Organización Mundial de la Salud (OMS) destaca que la rabia transmitida por murciélagos causa miles de muertes en humanos y animales anualmente, especialmente en regiones rurales de países en desarrollo ⁷. En muchos países, la proliferación de estos murciélagos está asociada al cambio en el uso de su hábitat natural, lo que los obliga a interactuar más estrechamente con animales de producción y humanos, incrementando los riesgos sanitarios y económicos ¹.

Adicionalmente, el aumento de la población humana, la deforestación y la expansión de las actividades agrícolas han intensificado la interacción entre murciélagos hematófagos y animales de producción, exacerbando los conflictos y los impactos económicos.

A nivel internacional, países de América Latina son los más afectados por esta problemática debido a la amplia distribución de *Desmodus rotundus* en la región. Se reportan altas tasas de mordeduras en animales de producción, especialmente en ganado bovino, generando millonarias pérdidas económicas por la muerte de animales, los costos de tratamiento y las campañas de vacunación preventiva (Mayen, 2003; Schneider et al., 2009). A pesar de los esfuerzos para mitigar esta situación, la falta de estudios detallados sobre la dinámica poblacional y los hábitos de estos murciélagos dificulta el diseño de estrategias efectivas de control.

En Perú, la presencia de *Desmodus rotundus* se asocia frecuentemente con la transmisión de enfermedades que afectan la ganadería, un sector fundamental para la economía de las comunidades rurales ⁸; por lo que el impacto económico en los productores peruanos es considerable, ya que la pérdida de animales de producción afecta directamente su sustento y calidad de vida. A pesar de ello, los esfuerzos para caracterizar y controlar a *Desmodus*



rotundus son limitados, lo que deja a las comunidades en situación de vulnerabilidad ⁹; además, las estrategias de control, como la captura y manejo de estas poblaciones, suelen ser limitadas, lo que dificulta la implementación de soluciones efectivas para mitigar el problema. La falta de estudios específicos sobre las dinámicas poblacionales de esta especie agrava la problemática, al limitar el diseño de políticas de control basadas en evidencia científica.

A nivel local, en el Departamento de Apurímac, esta problemática se agrava debido a las condiciones socioeconómicas y la geografía accidentada, el incremento en el índice de mordeduras a especies como vacunos, equinos, caprinos, ovinos y porcinos en los últimos años sugiere una mayor interacción entre los murciélagos hematófagos y estos animales, posiblemente debido a cambios en los hábitos alimenticios de los murciélagos o a la expansión de sus refugios naturales hacia áreas habitadas; así mismo, refleja la proliferación de los murciélagos hematófagos, lo que pone en riesgo tanto a los animales como a las personas ^{1, 3}. Además, la caracterización de refugios y la estimación de la población de *Desmodus rotundus* no se han llevado a cabo de manera sistemática, lo que limita la eficacia de las estrategias de manejo.

1.2 Enunciado del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo es la dinámica poblacional del murciélago hematófago (*Desmodus rotundus*) e impacto en animales de producción en el departamento de Apurímac, periodo 2021-2022?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el índice de mordeduras de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en animales de producción en el departamento de Apurímac, periodo 2021-2022?
- ¿Cuál es el índice de capturas de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac, periodo 2021-2022?
- ¿Cuál es la población de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac, periodo 2021-2022?



- ¿Cuántos son los refugios de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac, periodo 2021-2022?

1.2.3 Justificación de la investigación

Este estudio es de gran utilidad para el sector agropecuario, particularmente para los productores de animales de las zonas rurales del departamento de Apurímac. Los resultados permitirán identificar áreas de mayor incidencia de ataques de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*), ayudando a diseñar estrategias específicas para reducir los índices de mordeduras y el impacto económico en animales de producción. Asimismo, los programas de control podrán ser optimizados, reduciendo riesgos asociados a la transmisión de rabia bovina y minimizando pérdidas económicas para los pequeños productores rurales que dependen de la ganadería como sustento principal.

La investigación contribuye al conocimiento sobre las dinámicas poblacionales de *D. rotundus*, abordando vacíos existentes en la literatura sobre su comportamiento en ecosistemas altoandinos como los de Apurímac. Este aporte teórico permitirá comprender cómo factores ecológicos, climáticos y humanos influyen en la interacción entre los murciélagos hematófagos y los animales de producción, sentando las bases para futuras investigaciones en biodiversidad, control de vectores y manejo de especies. Además, se amplía el marco conceptual necesario para comprender las implicaciones de esta problemática en términos de salud pública y economía rural.

El enfoque mixto de este estudio, que combina análisis descriptivos y metodologías retrospectivas, servirá como modelo para investigaciones similares en otras regiones que enfrentan problemáticas relacionadas con las interacciones entre fauna silvestre y ganadería. Las herramientas y procedimientos utilizados para el monitoreo y evaluación de poblaciones de murciélagos pueden ser replicados, adaptados y mejorados en otros estudios, promoviendo un enfoque científico basado en evidencia para manejar conflictos entre biodiversidad y actividades económicas humanas.

La investigación impacta positivamente a las comunidades rurales de Apurímac, que dependen en gran medida de la ganadería para su economía y seguridad alimentaria. La reducción del impacto de los ataques de murciélagos y el control de enfermedades zoonóticas como la rabia protegen la salud de las personas y aseguran la sostenibilidad económica de estas comunidades. Asimismo, el



estudio promueve una gestión integral de los recursos naturales, fortaleciendo la convivencia armónica entre los humanos y la biodiversidad, y contribuye al diseño de políticas públicas que beneficien a las poblaciones más vulnerables del sector rural.



CAPÍTULO II OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Analizar la dinámica poblacional del murciélago hematófago (*Desmodus rotundus*) e impacto en animales de producción en el Departamento de Apurímac, periodo 2021-2022.

2.1.2 Objetivos específicos

- Determinar el índice de mordeduras de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en animales de producción en el departamento de Apurímac, periodo 2021-2022.
- Determinar el índice de capturas de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac, periodo 2021-2022.
- Estimar la población de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac, periodo 2021-2022.
- Cuantificar los refugios de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac, periodo 2021-2022.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

La dinámica poblacional del murciélago hematófago (*Desmodus rotundus*) tiene un impacto alto en los animales de producción en el departamento de Apurímac, periodo 2021-2022.



2.3 Operacionalización de variables

Tabla 1

VARIABLES DE ESTUDIO Y SUS INDICADORES

Categoría	Dimensión	Indicador	Índice	Unidad
C1: Dinámica poblacional del murciélago hematófago (<i>Desmodus rotundus</i>)	Índice de capturas	Capturas por red	Frecuencia	Capturas/red
		Capturas por red-hora	Frecuencia	Capturas/red-hora
	Población de murciélagos hematófagos	Hembras	Frecuencia	Murciélagos
		Machos	Frecuencia	Murciélagos
		Juveniles y crías	Frecuencia	Murciélagos
	Tipos de refugios	Naturales	Caverna-cueva	Número de refugios
			Hueco de árbol	Número de refugios
			Fisuras rocosas	Número de refugios
		Hechos por el hombre	Casa abandonada	Número de refugios
			Mina	Número de refugios
C2: Impacto en animales de producción	Índice de mordeduras	Bovinos	Frecuencia	Mordeduras
		Equinos	Frecuencia	Mordeduras
		Porcinos	Frecuencia	Mordeduras
		Ovinos	Frecuencia	Mordeduras
		Caprinos	Frecuencia	Mordeduras



CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

- a) En Colombia se desarrolló un estudio con el objetivo de analizar el comportamiento del *Desmodus rotundus*, destacando cómo estas características influyen en la eficacia de los programas de control de la rabia. Además, se detallan rasgos morfológicos importantes para su correcta identificación, evitando la eliminación innecesaria de otras especies de murciélagos beneficiosas para el ecosistema. Esta información es vital para los profesionales involucrados en programas de control poblacional de esta especie en la región, contribuyendo a un manejo más preciso y efectivo de esta zoonosis ¹⁰.

- b) Se realizó una investigación con el objetivo de evaluar el impacto de los murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) sobre la producción porcina en las regiones altoandinas, considerando tanto los efectos directos de las mordeduras, que pueden dañar los animales, como los riesgos sanitarios asociados a la transmisión de rabia; el estudio observó que los ataques de murciélagos hematófagos afectaron significativamente a la producción porcina, causando heridas en los cerdos y aumentando el riesgo de rabia. Las zonas con mayor deforestación y mayor proximidad a los refugios de murciélagos fueron las más afectadas. Además, se identificaron importantes pérdidas económicas debido tanto a los costos veterinarios como a la disminución de la productividad; concluyendo que, para mitigar los efectos de estos ataques, es crucial implementar un control efectivo de la población de murciélagos, establecer programas de vacunación regular en los animales y mejorar la vigilancia epidemiológica en las áreas afectadas, para reducir el impacto sanitario y económico de las mordeduras de murciélagos en la producción porcina ¹¹.

- c) La evaluación de métodos para controlar la población de murciélagos hematófagos en áreas ganaderas busca reducir los ataques y la transmisión de enfermedades como la rabia, que afectan tanto al ganado como a los humanos. Entre las estrategias más efectivas se encuentran el uso de vampiricidas aplicados en murciélagos capturados, que al regresar a sus refugios, transmiten el tóxico a otros miembros de la colonia. Este



enfoque permite disminuir la población específica de murciélagos hematófagos sin dañar otras especies. También se recomienda modificar o eliminar refugios utilizados por estos murciélagos y mejorar la vacunación del ganado en zonas de alto riesgo, combinando diferentes métodos según las condiciones locales para optimizar su eficacia ¹².

- d) Los refugios artificiales desempeñan un papel crucial en la supervivencia de *Desmodus rotundus*, especialmente en zonas donde los hábitats naturales, como cuevas y bosques, están amenazados por actividades humanas. Estos refugios, tales como edificios abandonados, minas o estructuras especialmente diseñadas, ayudan a mitigar la pérdida de hábitat, proporcionando un lugar seguro para que los murciélagos descansen y se reproduzcan. Además, facilitan la conservación de la estructura social de las colonias, esencial para su reproducción. La efectividad de estos refugios depende de su ubicación, accesibilidad y la gestión continua de los factores ambientales que afectan a las poblaciones ¹³.
- e) Exploran cómo el desarrollo urbano impacta la disponibilidad de refugios para murciélagos, destacando la pérdida de hábitats naturales debido a la expansión de áreas urbanizadas. Esta alteración afecta a especies como *Desmodus rotundus*, que deben adaptarse a refugios artificiales. La investigación subraya la importancia de preservar estos espacios para mitigar la interacción entre murciélagos y animales domésticos, y reducir el riesgo de transmisión de enfermedades zoonóticas ¹⁴.
- f) Las intervenciones humanas han causado una notable disminución en las poblaciones de *Desmodus rotundus*, debido principalmente a la pérdida de hábitat por la deforestación y la expansión agrícola. Estas acciones obligan a los murciélagos a acercarse a áreas ganaderas, aumentando su interacción con los animales domésticos y elevando el riesgo de transmisión de la rabia. Para contrarrestar este problema, se han implementado métodos de control como el uso de vampiricidas y la eliminación de murciélagos, lo que también contribuye a la reducción de sus poblaciones, alterando potencialmente los ecosistemas locales. Por lo tanto, es esencial adoptar enfoques más sostenibles, como programas de vacunación para el ganado, control selectivo de murciélagos y conservación de hábitats, para equilibrar la prevención de enfermedades con la preservación ecológica en las áreas rurales ¹⁵.

- g) Los caprinos en sistemas de pastoreo son vulnerables a los ataques de murciélagos hematófagos, lo que puede provocar infecciones, heridas y, lo más grave, la transmisión de la rabia. Estos ataques son más frecuentes en áreas abiertas donde el ganado se agrupa, y la deforestación aumenta la exposición al acercarse los murciélagos. Esto impacta negativamente en la economía agrícola, con pérdidas productivas y altos costos veterinarios. Para reducir estos riesgos, es crucial implementar programas de vacunación, vigilancia y control de los murciélagos, además de mejorar el manejo del ganado y las prácticas de bioseguridad ¹⁶.
- h) Las variaciones estacionales influyen en la actividad de los murciélagos hematófagos, afectando sus patrones alimentarios y de refugio. Durante la temporada de lluvias, aumenta su actividad debido a la mayor disponibilidad de ganado, mientras que en épocas secas, la competencia por recursos se intensifica. Además, en climas más cálidos o fríos, estos murciélagos ajustan sus refugios para adaptarse a las condiciones ambientales. Estos cambios estacionales también impactan la transmisión de la rabia, ya que afectan la inmunidad de los animales y la propagación del virus. Estos factores deben ser considerados al implementar estrategias de control y prevención ¹⁷.
- i) El control de la población de *Desmodus rotundus* es crucial para reducir la transmisión de la rabia y proteger la salud animal, especialmente en zonas rurales donde los ataques a ganado son frecuentes. Aunque la intervención humana busca disminuir los riesgos sanitarios, es esencial gestionar el control de manera equilibrada, ya que los murciélagos desempeñan funciones ecológicas importantes, como la dispersión de semillas y el control de insectos. Métodos como el uso de vampiricidas deben ser cuidadosamente evaluados para evitar dañar otras especies y alterar el ecosistema. Las estrategias de control deben ser integrales, considerando tanto la salud pública como la conservación ambiental ¹⁸.
- j) En ecosistemas semiáridos, *Desmodus rotundus* selecciona refugios naturales como cuevas y grietas rocosas, esenciales para su supervivencia al ofrecer condiciones térmicas estables. La destrucción de estos hábitats por actividades humanas, como la deforestación, puede afectar su distribución y aumentar la interacción con especies susceptibles a la rabia. Estos cambios en los refugios contribuyen a la vulnerabilidad de las poblaciones de murciélagos, lo que resalta la importancia de preservar estos hábitats para mitigar los riesgos de transmisión de enfermedades zoonóticas ¹⁹.



- k) Las dinámicas reproductivas de *Desmodus rotundus* se ven afectadas por presiones antropogénicas, como la urbanización y la deforestación. Aunque estos murciélagos pueden adaptarse a diferentes hábitats, las alteraciones en su entorno, como la reducción de refugios naturales, pueden disminuir su éxito reproductivo. La intervención humana, a través de la destrucción de hábitats o la modificación de áreas de descanso, impacta la densidad de las colonias y la supervivencia de las crías. Estos cambios afectan tanto a la población de murciélagos como su capacidad para mantener un equilibrio ecológico y transmitir enfermedades ²⁰.
- l) Los murciélagos hematófagos *Desmodus rotundus* en la región andina prefieren refugios naturales como cavernas y grietas rocosas, que les proporcionan un ambiente estable y protección contra depredadores. La intervención humana y la deforestación han reducido estos hábitats, lo que aumenta el contacto con el ganado y el riesgo de transmisión de enfermedades como la rabia. Conservar estos refugios es crucial para minimizar las interacciones con los animales domésticos y prevenir brotes zoonóticos ²¹.
- m) La pérdida de hábitat en zonas rurales obliga a los murciélagos hematófagos a adaptarse utilizando refugios alternativos como minas, cuevas abandonadas o construcciones humanas. Esta adaptación aumenta la interacción con el ganado, lo que eleva el riesgo de transmisión de enfermedades como la rabia. Factores como la deforestación y el cambio en el uso de la tierra modifican sus patrones de migración. Para mitigar estos efectos, es crucial implementar medidas de conservación y control de su impacto en la salud pública, protegiendo sus hábitats naturales y evitando nuevas interacciones peligrosas con los humanos y los animales ²².
- n) Para reducir la población de murciélagos hematófagos en áreas rurales y prevenir brotes de rabia, es fundamental implementar estrategias de manejo integrales. Estas incluyen el uso de vampiricidas aplicados en murciélagos capturados para que, al regresar a sus colonias, el veneno se distribuya entre otros individuos. También es esencial la vacunación regular del ganado para reducir la transmisión de la rabia. Identificar y sellar refugios como cuevas y construcciones abandonadas limita el acceso de murciélagos a áreas de pastoreo. Además, educar a las comunidades rurales sobre prácticas de protección y mantener una vigilancia continua ayudan a controlar la incidencia de ataques y proteger la salud pública ²³.

- o) La perturbación de los hábitats naturales, como la deforestación y la expansión agrícola, ha obligado a los murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) a migrar y establecerse en áreas más cercanas a zonas rurales y ganaderas. Este desplazamiento aumenta la interacción con animales domésticos, elevando el riesgo de transmisión de enfermedades como la rabia. La pérdida de refugios naturales hace que estos murciélagos busquen nuevas fuentes de alimento, incrementando los ataques al ganado, lo que representa un problema tanto sanitario como económico para los agricultores. Implementar estrategias de conservación y manejo de hábitats podría reducir la migración forzada y mitigar su impacto en la salud animal y pública ²⁴.
- p) La interacción entre murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) y equinos tiene implicaciones importantes en salud y economía. Estos murciélagos se alimentan de sangre, provocando heridas en los caballos que pueden infectarse, causando estrés y reduciendo su rendimiento. Además, son vectores de la rabia, lo que representa un riesgo grave si no se realiza un tratamiento oportuno. Los ataques generan costos directos por tratamientos y pérdidas en productividad. Factores como la proximidad a refugios naturales de murciélagos y la deforestación incrementan estos ataques. Para mitigar el riesgo, se recomienda la vacunación regular de equinos, mejorar la vigilancia epidemiológica y controlar poblaciones de murciélagos en zonas afectadas ²⁵.
- q) La pérdida de hábitat y la mortalidad juvenil son factores cruciales que afectan a las poblaciones de murciélagos. La destrucción de su entorno natural, causada por la urbanización, deforestación y el cambio climático, reduce la disponibilidad de refugios y alimentos, lo que impacta principalmente a las crías. Además, la interacción con infraestructuras humanas, como las turbinas eólicas, y enfermedades emergentes han incrementado la mortalidad juvenil. Estos factores afectan tanto la supervivencia individual como la reproducción, amenazando la estabilidad de las colonias de murciélagos a largo plazo ²⁶.
- r) En zonas deforestadas, los murciélagos hematófagos, como *Desmodus rotundus*, buscan hábitats alternativos como minas, edificios y refugios artificiales debido a la falta de espacios naturales. Esta adaptación aumenta el riesgo de contacto con animales domésticos, lo que favorece la transmisión de enfermedades como la rabia. Proteger estos hábitats alternativos es esencial para reducir la interacción entre murciélagos y ganado, y mitigar los riesgos para la salud animal y pública ²⁷.



- s) En un estudio realizado en Guanajuato, Querétaro y San Luis Potosí, México, se investigaron las relaciones eco-epidemiológicas de la rabia paralítica bovina transmitida por *Desmodus rotundus*. De un total de 1037 casos notificados, 911 ocurrieron en San Luis Potosí, siendo los bovinos los más afectados. La rabia se presentó principalmente en altitudes superiores a 1500 metros, mostrando que la altura ya no es un factor limitante. La mayor incidencia se dio entre diciembre y marzo. La Huasteca Potosina, el noreste de Guanajuato y la Sierra Gorda de Querétaro fueron identificados como las zonas de mayor riesgo, con la temperatura y las precipitaciones como factores clave en su dispersión ²⁸.
- t) Para prevenir la rabia en zonas rurales afectadas por murciélagos hematófagos, es crucial implementar medidas como la vacunación periódica del ganado, el monitoreo constante de mordeduras y refugios, y el control de la población de murciélagos. Además, se deben educar a los ganaderos sobre prácticas de bioseguridad y manejo de animales, así como sobre los síntomas de rabia y qué hacer en caso de mordeduras. El control de refugios y el uso de vampiricidas, combinado con una adecuada concientización, ayuda a reducir la interacción entre los murciélagos y el ganado, protegiendo tanto la salud pública como la producción agrícola ²⁹.
- u) Las estrategias para el control de *Desmodus rotundus* (murciélago hematófago) en zonas rurales han mostrado un impacto positivo en la reducción de casos de rabia en el ganado. Entre las medidas más efectivas se incluyen el uso de vampiricidas tópicos, que son aplicados en murciélagos capturados para que al regresar a sus colonias, transmitan el producto a otros murciélagos, disminuyendo así la población sin dañar a especies no objetivo. Además, la vacunación regular del ganado en áreas de alto riesgo es clave para prevenir la propagación del virus. Complementar estas acciones con la eliminación de refugios artificiales y campañas de sensibilización en comunidades rurales ha demostrado ser crucial para reducir tanto la incidencia de ataques como las pérdidas económicas asociadas ³⁰.
- v) Los murciélagos hematófagos, como *Desmodus rotundus*, utilizan minas y túneles en regiones montañosas debido a las condiciones estables que ofrecen estos refugios para descansar y reproducirse. Estos hábitats naturales protegen a los murciélagos de depredadores. Sin embargo, la intervención humana en estas áreas puede alterar estos refugios, aumentando el riesgo de contacto con el ganado y la propagación de



enfermedades zoonóticas como la rabia. La gestión adecuada de estos hábitats es clave para equilibrar la protección de los murciélagos y la seguridad de las comunidades cercanas ³¹.

- w) Este estudio se centró en la frecuencia de mordeduras de murciélagos hematófagos, *Desmodus rotundus*, a animales en las provincias de Lima, incluyendo Huaura, Cañete, Barranca, Callao y Huaral. Se descubrió que aproximadamente el 50% de los animales en estas áreas fueron mordidos, siendo los bovinos y caballos los más afectados. Las mordeduras se concentraron en un radio de 5 a 10 kilómetros de las cuevas de murciélagos. El estudio sugiere la necesidad de educar a los habitantes locales sobre el control de la población de murciélagos para prevenir problemas de salud pública, como la rabia ³².
- x) En un estudio realizado en Guanajuato, Querétaro y San Luis Potosí, México, se investigaron las relaciones eco-epidemiológicas de la rabia parálitica bovina transmitida por *Desmodus rotundus*. De un total de 1037 casos notificados, 911 ocurrieron en San Luis Potosí, siendo los bovinos los más afectados. La rabia se presentó principalmente en altitudes superiores a 1500 metros, mostrando que la altura ya no es un factor limitante. La mayor incidencia se dio entre diciembre y marzo. La Huasteca Potosina, el noreste de Guanajuato y la Sierra Gorda de Querétaro fueron identificados como las zonas de mayor riesgo, con la temperatura y las precipitaciones como factores clave en su dispersión ³³.
- y) La rabia bovina salvaje, transmitida principalmente por el murciélago vampiro *Desmodus rotundus*, es endémica en América Latina, afectando la salud animal, humana y el medio ambiente. En un estudio realizado en Colombia entre 2005 y 2014, se analizó la distribución temporal y geográfica de esta enfermedad. Los bovinos fueron la especie más afectada, con una prevalencia promedio de 2 casos por cada 100,000 animales y 24 por cada 100,000 explotaciones. Las tasas más altas de prevalencia se registraron en 2013 y 2014. Las áreas de mayor riesgo fueron las explotaciones ganaderas cercanas a fuentes de agua, especialmente en el norte y este del país ³⁴.
- z) En Guayaquil, Ecuador el ataque de murciélagos hematófagos provoca daños económicos significativos a los productores debido a las lesiones en sus animales. Un estudio realizado en noviembre 2015 a enero 2016 incluyó encuestas en 207 predios de



una parroquia y la captura de murciélagos en áreas cercanas. Se encontró que un 57% de los predios fueron afectados, principalmente debido a factores como la deforestación, el lugar de descanso y el color del ganado, con un 38.65% reportando ataques semanales. Aunque se realizaron pruebas de laboratorio para detectar el virus de la rabia mediante inmunofluorescencia e inoculación en ratones, todos los resultados fueron negativos ³⁵.

3.2 Marco teórico

3.2.1 Definición de población

Una población se define como un grupo de individuos de la misma especie que habitan en un área geográfica específica y que interactúan entre sí, particularmente en términos de reproducción ³⁶. Las características principales de una población incluyen:

- Tamaño poblacional: Número total de individuos.
- Estructura etaria: Distribución de individuos según edad o etapa de desarrollo.
- Distribución espacial: Patrón en el que los individuos se dispersan dentro del hábitat.

3.2.2 Dinámica poblacional

La dinámica poblacional se define como una disciplina que analiza los cambios en las características de las poblaciones a lo largo del tiempo, abordando factores como el tamaño, la estructura y las interacciones con el medio ambiente ³⁷.

Es la rama de la ecología que estudia los cambios en el tamaño, la estructura y la distribución de las poblaciones de organismos a lo largo del tiempo ³⁶, para Gotelli se refiere a los cambios temporales en las características de una población, particularmente en cuanto a su tamaño y estructura ³⁸.

3.2.3 Aplicaciones de la dinámica poblacional

La dinámica poblacional se aplica en múltiples áreas, como la conservación de especies, la gestión de recursos naturales, la epidemiología y el planeamiento urbano, permitiendo abordar cuestiones relacionadas con la sostenibilidad y la planificación estratégica ³⁸.

3.2.4 Dinámica poblacional del murciélago hematófago

La se refiere al estudio de los cambios en el tamaño, la estructura y la distribución de las poblaciones de murciélagos que se alimentan de sangre, conocidos como



Desmodus rotundus, *Diphylla ecaudata* y *Diaemus youngi*. Estos murciélagos tienen una dieta especializada en sangre de animales, lo que influye en sus patrones de comportamiento, reproducción y distribución espacial. La dinámica poblacional de estos murciélagos está influenciada por factores ecológicos como la disponibilidad de fuentes de sangre, la competencia intraespecífica, las condiciones ambientales y la interacción con otros animales, especialmente los mamíferos de los que se alimentan ³⁹.

La dinámica de estas poblaciones es clave para comprender su papel en los ecosistemas y su relación con la salud pública, ya que son vectores de enfermedades como la rabia. Además, el estudio de su población permite diseñar estrategias de manejo y conservación, especialmente en áreas donde sus interacciones con el ganado y los seres humanos son relevantes ³⁹.

La dinámica poblacional de los murciélagos hematófagos se caracteriza por fluctuaciones en su tamaño poblacional ³⁹. Estos factores dependen de la abundancia de alimento (sangre de animales) y de las condiciones ambientales que favorecen o limitan la supervivencia de las colonias ⁴⁰.

La estructura poblacional de los murciélagos hematófagos está definida por la distribución de individuos en diferentes grupos etarios y sexos dentro de una colonia. La proporción de individuos reproductivos frente a los no reproductivos influye directamente en el crecimiento y la estabilidad de la población ⁴¹.

La distribución espacial de las poblaciones de murciélagos hematófagos se refiere a la dispersión de los individuos dentro de su hábitat, lo que está influenciado por la disponibilidad de refugios como cuevas o árboles y la proximidad a fuentes de sangre. Esta distribución puede ser uniforme, aleatoria o agrupada, dependiendo de las condiciones ecológicas locales y la competencia por recursos ⁴².

3.2.5 Impacto en la salud pública

Los murciélagos hematófagos juegan un papel importante en la salud pública, ya que son vectores de enfermedades zoonóticas, como la rabia. La dinámica poblacional de estos murciélagos, especialmente su crecimiento y dispersión, tiene implicaciones en la propagación de enfermedades y en la planificación de estrategias de control ⁴³.

3.2.6 Murciélagos hematófagos

Cualquiera de las tres especies de murciélagos que han evolucionado para consumir sangre se denominan murciélagos hemófagos. Hematofagia es un término griego que



etimológicamente significa consumir sangre. La hematofagia es el acto de comer sangre, algo poco habitual en el conjunto del reino animal. Las sanguijuelas, los murciélagos y algunas especies de mosquitos son algunas de las criaturas que se alimentan de sangre ⁴⁴.

3.2.7 Clasificación taxonómica

Los murciélagos hematófagos son miembros de la familia Phyllostomatidae, subfamilia Desmodinae. Sólo hay tres géneros en esta familia -Desmodus, Diphylla y Diaemus- cada uno de los cuales tiene una sola especie, aunque Desmodus rotundus tiene dos subespecies -*Desmodus rotundus* subespecie murinus y rotundus. Hay otras dos subespecies de la planta *Diphylla ecaudata*: las variedades ecaudata y centralis. Por último, no existe ninguna subespecie de *Diaemus youngi* ⁴⁵.

Tabla 2

Clasificación taxonómica del murciélago hematófago ⁴⁶

Reino	Animalia
filo	Chordata
clase	Mammalia
orden	Chiróptera
Suborden	Microchiroptera
familia	Phyllostomidae
subfamilia	Desmodontinae
genero	Desmodus
especie	<i>D.rotundus</i>

3.2.8 Alimentación

Los vampiros consumen exclusivamente la sangre de otros vertebrados. Dado que se cree que consumen 20 ml de sangre al día en laboratorio, cada vampiro necesitaría unos siete litros de sangre al año. Por otra parte, la vida típica de un murciélago aún no se ha determinado con precisión, pero se cree que es de unos 20 años en cautividad y 15 años en la naturaleza. Así, se puede concluir que un murciélago hematófago de 30 g de peso ingiere unos 105 litros de sangre a lo largo de su existencia ⁴⁷.

Sólo consumen sangre, por lo que pueden utilizar una gran variedad de animales como alimento. Su mitad superior convexa de la lengua forma dos tipos diferentes de surcos o canales que les permiten chupar la comida al tiempo que cortan la piel de



sus presas con sus afilados dientes incisivos. Pueden consumir hasta el 40% de su peso corporal al comer, por lo que pueden digerir rápidamente la sangre y volar a un lugar seguro. Inicialmente, consumían la sangre de animales salvajes, pero desde la conquista de los pueblos indígenas del continente y la posterior introducción de especies ganaderas, concretamente ganado vacuno y equino, en el nuevo mundo, el hombre ha proporcionado al murciélago hematófago una fuente de alimento mucho más abundante y accesible, lo que los lleva a consumir ahora la sangre de animales domésticos como principal fuente de nutrición ⁴⁸.

3.2.9 Hábitat

Su área de distribución es de 0 a 2.400 metros sobre el nivel del mar. Vive en bosques húmedos, bosques secos, bosques de galería, bordes de bosques alterados, plantaciones de plátanos, bosques secundarios, pastizales, cavernas, minas, huecos de árboles, cuevas, túneles, estructuras o casas abandonadas en climas tropicales o subtropicales con una humedad igual o superior al 50%. Se desplaza entre 14 y 20 kilómetros en busca de alimento en cuanto oscurece ⁴⁹.

3.2.10 Comportamiento

En términos de comportamiento (altruismo) y sofisticación de la alimentación, los vampiros han avanzado hasta un alto nivel ⁵⁰. Los vampiros alimentan a sus hijos, así como a los miembros del grupo que no pudieron encontrar comida en los refugios ⁵¹.

Se han realizado ciertas adaptaciones fisiológicas a la dieta exclusivamente sanguínea, como la alteración del sistema urinario para eliminar casi instantáneamente el alto contenido en agua de la sangre ingerida y retener sólo el plasma ⁵².

3.2.11 Razones para su control

Aunque es muy difícil de estimar, las pérdidas económicas ocasionadas por los vampiros en la ganadería son bastante grandes ⁵³.

Los animales se debilitan como consecuencia de la pérdida de sangre.

- Miasis y otras infecciones secundarias de las heridas.
- Muerte de las aves por desangramiento completo.
- Baja conversión alimenticia.
- Disminución de la producción de leche.



- Depreciación de las pieles
- Oclusión del canal galactóforo en cerdas lactantes.
- Mortalidad por rabia paralítica.

3.2.12 Principales amenazas actuales y potenciales

La rabia salvaje es la enfermedad más peligrosa que se transmite por mordedura de murciélago; en América Latina, el *Desmodus rotundus* es el principal huésped del virus de la rabia ^{4, 54}, un virus zoonótico que afecta al sistema neurológico y que casi siempre provoca la muerte. Provoca una encefalomiелitis progresiva y ha matado a miles de animales y personas ⁸.

En 12 departamentos, sólo en la selva y en algunos valles interandinos existe la rabia humana silvestre que es transmitida por los murciélagos ⁵⁵.

Según información de los ministerios de salud y del Sistema Regional de Vigilancia Epidemiológica de Rabia en las Américas, entre 1975 y 2006 se notificaron 174 casos de rabia humana ⁵⁶.

Además, en 2004 se descubrieron murciélagos hematófagos positivos a la rabia en Caete, provincia de Lima, algo que nunca había ocurrido antes porque se creía que la cordillera de los Andes servía de barrera natural para evitar que los murciélagos contrajeran la enfermedad ^{57, 7}.

En 2014 se registraron 242 casos de rabia silvestre en animales en 14 departamentos de Perú. La rabia bovina (82% de ellos) tuvo el mayor porcentaje de transmisión silvestre con un 93,8% ⁸.

Cuatro distritos tuvieron la mayor concentración de casos de rabia silvestre: Apurímac con 75 casos (33%), San Martín con 45 (19,8%), Ayacucho con 37 (16,3%) y Cusco con 23 (10,1%). Además de la enorme cantidad de murciélagos, estos departamentos son asaltados con regularidad porque los delincuentes se aprovechan de la inestabilidad de las viviendas y de la falta de comodidades para las criaturas ^{58, 59}.

En 2015, se registraron 30 casos de rabia animal, según el Boletín Epidemiológico del Ministerio de Sanidad; 29 de los 30 casos eran de rabia animal de transmisión salvaje, 25 de los cuales eran de rabia bovina.

3.3 Marco conceptual

- a) **Animales endotermos.** Los animales y las aves son ejemplos de criaturas de "sangre caliente" u "homeotermos".



- b) **Brote de rabia silvestre.** la aparición súbita e imprevista de uno o varios casos de rabia salvaje o un aumento de su incidencia localizado, focalizado o circunscrito en un lugar específico, en el que el número de casos observados es superior al número de casos previsto en una población humana o animal, en un lugar específico, en un momento específico.
- c) **Caso.** La descripción básica de lo que debe observarse la proporciona el término "caso", que también sirve como unidad central de observación y análisis para el establecimiento de actividades de recopilación de datos para la vigilancia y la investigación sanitaria.
- d) **Control de la rabia silvestre.** La disminución de los casos de rabia silvestre mientras el agente causal y las variables asociadas estén presentes mediante la colaboración y coordinación de las actividades de vigilancia, prevención y control.
- e) **Población.** Conjunto de individuos de la misma especie que habitan en un área geográfica específica, interactúan entre sí y comparten recursos comunes para sobrevivir y reproducirse región geográfica concretas es igual o cercano al número de casos previsto.
- f) **Dinámica.** Se refiere a los cambios y procesos que ocurren en un sistema o población a lo largo del tiempo.
- g) **Mordedura.** Se conceptualiza como una herida producida por los dientes de un murciélago al perforar la piel de otro organismo.
- h) **Captura.** El proceso de atrapar individuos de una población de murciélagos mediante técnicas específicas, como el uso de redes de niebla o trampas, con el propósito de estudio, manejo, monitoreo o control de su población.
- i) **Refugio.** Es el lugar donde los murciélagos descansan, se protegen y realizan actividades como la cría, el apareamiento o la hibernación.
- j) **Foco de rabia silvestre.** Son lugares en los que hay uno o más casos de rabia salvaje.



- k) **Virus.** Término con raíces latinas que significa veneno. Una de ellas, la rabia, es una criatura intracelular obligatoria que siempre está a la caza de nuevos métodos para procrear.
- l) **Zoonosis.** Esta palabra tiene su origen en las palabras griegas *zoon*, que significa enfermedad, y *nosos*, que significa animal. El médico alemán Rudolf Virchow acuñó en el siglo XIX la expresión "enfermedades de los animales que afligen al hombre".



CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación fue:

Según la intervención del investigador:

Es descriptivo porque interpretó lo que es, trabaja sobre realidades de hecho y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta.

Según la planificación de la medición de la variable de estudio:

Es retrospectivo, se refiere a aquellos estudios en los que los datos que se analizan ya han ocurrido en el pasado ⁶⁰, ya que se basa en el análisis de informes técnicos previos sobre la dinámica poblacional de murciélagos hematófagos y su impacto en animales de producción, recogidos durante el período 2021-2022; adicionalmente, se complementa con datos obtenidos a través de trabajo de campo realizado por el investigador.

El nivel de investigación es descriptivo, porque se describe el fenómeno u objeto de estudio tal como se presenta en la realidad ⁶⁰.

El enfoque de investigación es mixto:

Cuantitativo: Porque se trabajó con datos que se pudieron contar.

Cualitativo: Se utilizó para aspectos más narrativos o cualitativos dentro de los registros (por ejemplo, observaciones sobre los tipos de refugios).

4.2 Diseño de la investigación

El diseño fue no experimental, “porque no se manipuló las variables, sino que lo describimos tal y como se dan en su contexto natural” ⁶¹.

4.3 Descripción ética de la investigación

Los datos son exclusivamente solo para el trabajo de investigación, a su vez el autor declara no tener conflicto de intereses. Así mismo se realizó respetando los principios de beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia.

4.4 Población y muestra

Para este estudio, se utilizaron 408 informes técnicos existentes sobre la dinámica de los murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el Departamento de Apurímac durante el periodo 2021-2022, los cuales fueron recopilados por técnicos de campo. Además, el investigador llevó a cabo un trabajo de campo complementario, realizando observaciones directas de las capturas de murciélagos, los refugios utilizados por estos, y las mordeduras en animales de producción. Los datos obtenidos del trabajo de campo se integraron con los informes existentes para proporcionar un análisis exhaustivo y actualizado de la situación.

La muestra fue censal, es decir, se trabajó con el 100% de la población.

4.5 Procedimiento

4.5.1 Para determinar el índice de mordeduras de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en animales de producción

Se siguieron los siguientes pasos:

Identificación de las mordeduras: se revisa a los animales de producción (ganado bovino, ovino, caprino, etc.) y se identifican las marcas características de las mordeduras, que suelen ser redondas o en forma de U.

Conteo de mordeduras: se realiza un conteo de las mordeduras observadas.

Cálculo del índice: el índice de mordeduras se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

Donde:

IM = Índice de Mordeduras

NACM = Número de animales con mordeduras

NTAR = Número total de animales revisados

Este valor se expresa en porcentaje y refleja la proporción de animales afectados por las mordeduras de murciélagos en la población total evaluada.

4.5.2 Para calcular la población de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*)

El método de estimación se basó en la observación directa y en la estructura social previamente conocida de las colonias, permitiendo una aproximación del tamaño total de la población a partir de un subconjunto capturado y la extrapolación de los datos ².

A continuación, se detalla cómo se realiza el cálculo:



Captura de un grupo representativo: En una noche de observación, se capturaron hembras adultas. Sabemos que las hembras adultas constituyen el grupo más numeroso en una colonia de murciélagos hematófagos, representando entre el 50% y el 60% del total de la población.

Estimación del tamaño total de la colonia: Utilizando los porcentajes conocidos, se puede calcular el tamaño aproximado de la colonia. Si las hembras adultas representan entre el 50% y el 60% del total, el tamaño de la colonia se estima de la siguiente manera:

$$TC = \frac{NHAC}{0.60}$$

$$TC = \frac{NHAC}{0.50}$$

Donde:

TMinC = Tamaño de la colonia

NHAC = Número de hembras adultas capturadas

Distribución de los grupos dentro de la colonia: Basado en estudios previos de la estructura social de los murciélagos hematófagos, los individuos en la colonia se distribuyen aproximadamente de la siguiente manera:

Crías y juveniles: representan entre el 20% y 30% de la colonia.

Machos dominantes: representan entre el 5% y 10% de la colonia.

4.5.3 Para determinar el índice de capturas de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*)

A continuación, se describe el proceso general para determinar este índice:

Selección de sitios de muestreo:

Se eligen áreas donde se ha observado o se sospecha la presencia de murciélagos hematófagos. Los sitios comunes incluyen cuevas, refugios, áreas cercanas a ganado u otras fuentes de alimento, y corredores de vuelo.

Los sitios de captura suelen incluir diferentes hábitats para obtener un muestreo representativo.

Uso de redes de niebla:

Se instalan redes de niebla (redes muy finas que los murciélagos no pueden detectar) de captura en vivo en las rutas de vuelo que usan los murciélagos, o en las entradas y salidas de refugios conocidos. Las redes se colocan justo antes del anochecer y se

revisan periódicamente durante la noche, cuando los murciélagos están más activos buscando alimento.

Número de capturas:

Los murciélagos capturados se registran cuidadosamente, anotando la cantidad total de individuos capturados en cada sesión de muestreo. Se identifican las especies capturadas, y se hacen registros adicionales como el sexo, edad (juvenil o adulto).

Cálculo del índice de capturas:

El índice de capturas se calcula usando la siguiente fórmula general:

$$IC = \frac{NMC}{EM}$$

Donde:

IC = Índice de captura

NMC = Numero de murciélagos capturados

EM = Esfuerzo de muestreo

Donde el esfuerzo de muestreo se puede medir de varias maneras, dependiendo del diseño del estudio, pero generalmente incluye:

Número de redes o trampas utilizadas.

Horas de captura (duración total durante la cual las redes o trampas estuvieron instaladas).

Esfuerzo de captura estandarizado:

Es fundamental que el esfuerzo de captura sea estandarizado para poder comparar los resultados en diferentes sitios o en diferentes periodos de tiempo. Esto significa que el mismo número de redes o trampas debe ser utilizado durante el mismo tiempo en cada sesión de muestreo.

4.5.4 Para identificar los refugios de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*)

A continuación, se describen los métodos y criterios más comunes utilizados para identificar estos refugios:

Observación directa de murciélagos en vuelo:

Los refugios de murciélagos hematófagos suelen encontrarse en áreas cercanas a las rutas de vuelo que los murciélagos utilizan para buscar presas. Algunos pasos para la observación directa incluyen:

Observación nocturna: Se realizan observaciones justo después del anochecer, cuando los murciélagos dejan sus refugios para alimentarse. Siguiendo sus rutas de vuelo, los investigadores pueden rastrear las áreas de donde provienen.



Monitoreo en las primeras horas del amanecer: Los murciélagos regresan a sus refugios después de alimentarse, lo que facilita la identificación de sus escondites.

Entrevistas con ganaderos y pobladores locales:

Los murciélagos hematófagos a menudo habitan zonas rurales donde atacan al ganado. Los ganaderos y pobladores locales pueden tener conocimiento sobre la ubicación de refugios debido a la aparición de mordeduras en sus animales o el avistamiento de murciélagos al amanecer o atardecer. Las entrevistas pueden proporcionar pistas valiosas sobre áreas específicas a investigar.

Búsqueda de refugios en sitios típicos:

Los murciélagos hematófagos suelen refugiarse en sitios oscuros y tranquilos que ofrecen protección durante el día. Los investigadores buscan en sitios típicos donde estos murciélagos suelen refugiarse, tales como:

Cuevas: Uno de los refugios más comunes para colonias de *Desmodus rotundus*. Las cuevas con entradas de difícil acceso y oscuras son ideales para los murciélagos hematófagos.

Árboles huecos: Las cavidades de árboles grandes y antiguos también son utilizados como refugios.

Construcciones abandonadas o subterráneas: Los túneles, sótanos, minas abandonadas, puentes y otras estructuras humanas poco frecuentadas son frecuentemente utilizados.

Grietas y fisuras en rocas: Pueden albergar colonias pequeñas de murciélagos.

Identificación de señales de actividad de murciélagos:

Los refugios de murciélagos hematófagos dejan rastros específicos que permiten a los investigadores identificar su presencia. Algunas señales que se buscan incluyen:

Excrementos o guano: El guano de los murciélagos hematófagos es pequeño y negro, y se acumula en los lugares donde descansan. Su presencia en el suelo puede indicar un refugio.

Manchas de grasa: Los murciélagos pueden dejar manchas de grasa en las paredes de las entradas de sus refugios, producto del contacto constante de sus cuerpos al entrar y salir.

Olor fuerte: Los refugios de murciélagos tienden a tener un olor distintivo debido a la acumulación de guano y otros desechos.

4.6 Técnica e instrumentos

La observación: mediante la visualización del área de trabajo.



Análisis documentario: con esta técnica se procedió a analizar la información recolectada, y seleccionar los datos más relevantes.

Instrumentos:

Guía de observación: ficha que permitió registrar los hechos, ocurrencias y acontecimientos que sucedieron en las visitas en el ámbito de la investigación.

Ficha análisis documental: para la comparación de la información recolectada.

4.7 Análisis estadístico

Se realizó distribución de tabla de frecuencias.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

5.1.1 Índice de mordeduras de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*)

En la Tabla 3, se presenta la frecuencia y el porcentaje de mordeduras de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en diferentes especies de animales de producción en las provincias del departamento de Apurímac durante el año 2021.

Tabla 3

Frecuencia de mordeduras de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en animales de producción en el departamento de Apurímac, periodo 2021

Provincia	Bovino		Equino		Porcino		Ovino		Caprino	
	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%
Abancay	109	18.67	40	37.74	79	35.43	1	7.14	2	25.00
Andahuaylas	268	45.89	0	0.00	4	1.79	0	0.00	0	0.00
Aymaraes	60	10.27	13	12.26	37	16.60	0	0.00	3	37.50
Chincheros	53	9.07	14	13.21	67	30.04	6	42.86	1	12.50
Cotabambas	38	6.51	3	2.83	4	1.79	0	0.00	0	0.00
Graú	56	9.59	36	33.96	32	14.35	7	50.00	2	25.00
Total	584	100	106	100	223	100	14	100	8	100

Abancay tiene una frecuencia elevada en equinos (37.74%) y porcinos (35.43%). Los caprinos presentan un 25%, mientras que los bovinos tienen un 18.67%. Esto indica que las mordeduras en estos animales son frecuentes, especialmente en equinos y porcinos; Andahuaylas muestra la mayor frecuencia de mordeduras en bovinos (45.89%) y no reporta mordeduras en equinos, ovinos o caprinos, lo que puede reflejar condiciones locales que favorecen las mordeduras a esta especie en particular; Aymaraes registra una mayor frecuencia en los bovinos (10.27%) y en los caprinos (37.50%), mientras que las mordeduras en porcinos son también significativas (16.60%); Chincheros presenta una distribución más equitativa en el porcentaje de mordeduras entre los animales, siendo los porcinos (30.04%) y ovinos



(42.86%) los más afectados; en Cotabambas, las mordeduras se registran solo en los bovinos (6.51%) y porcinos (1.79%), lo que sugiere una menor incidencia en comparación con otras provincias y finalmente, en Grau, las mordeduras son más comunes en equinos (33.96%) y en bovinos (9.59%).

El patrón muestra variación en la frecuencia de mordeduras según la especie y la provincia. En general, los bovinos y equinos parecen ser las especies más afectadas, con excepción de algunas zonas donde los porcinos y caprinos son más vulnerables, como en Abancay, Aymaraes y Chincheros. Las diferencias geográficas y ecológicas juegan un papel importante en la prevalencia de estos ataques, lo que sugiere la necesidad de estrategias de control específicas por región y tipo de animal.

En la Tabla 4, se presenta la frecuencia y el porcentaje de mordeduras de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en animales de producción del departamento de Apurímac durante el año 2022.

Tabla 4

Frecuencia de mordeduras de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en animales de producción en el departamento de Apurímac, periodo 2022

Provincia	Bovino		Equino		Porcino		Ovino		Caprino	
	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%
Abancay	476	34.49	85	29.72	173	37.04	17	35.42	21	41.18
Andahuaylas	287	20.80	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Aymaraes	262	18.99	76	26.57	195	41.76	17	35.42	14	27.45
Chincheros	145	10.51	0	0.00	3	0.64	0	0.00	2	3.92
Cotabamba	80	5.80	26	9.09	26	5.57	2	4.17	0	0.00
Grau	130	9.42	99	34.62	70	14.99	12	25.00	14	27.45
Total	1380	100	286	100	467	100	48	100	51	100

En el 2022 Abancay es la provincia con mayor número de mordeduras, destacando en bovinos (34.49%), porcinos (37.04%) y caprinos (41.18%), esta elevada frecuencia sugiere que los animales de producción en esta zona están particularmente expuestos al ataque de murciélagos hematófagos; en Andahuaylas, las mordeduras se concentraron principalmente en bovinos (20.80%), con nula incidencia en otras especies, esto puede indicar un patrón más limitado en comparación con otras regiones; Aymaraes presenta una considerable incidencia de mordeduras en varias especies, con porcinos (41.76%) y equinos (26.57%) siendo las más afectadas, es

destacable que la frecuencia en bovinos también es notable (18.99%); en Chincheros, aunque las mordeduras en bovinos son más bajas (10.51%), sigue habiendo incidencia de mordeduras en otros animales, aunque en proporciones menores (como en caprinos con 3.92%); Cotabambas tiene una incidencia más baja en general, destacándose solo en bovinos (5.80%) y equinos (9.09%), no se presentan mordeduras en caprinos; Grau, en esta provincia, los equinos (34.62%) fueron los más afectados, seguidos por porcinos (14.99%). Aunque las mordeduras en otras especies fueron menores, el impacto general es significativo.

En general las mordeduras de murciélagos hematófagos afectan principalmente a bovinos, porcinos y caprinos en diversas proporciones según la provincia, lo que sugiere una persistencia del problema a nivel regional. El patrón de mordeduras refleja el riesgo de propagación de enfermedades como la rabia y el impacto sobre la producción animal, lo que requiere de estrategias específicas de control y prevención para cada tipo de ganado en cada región.

En la Tabla 5, se observa que: a nivel de bovinos tienen un índice bajo de mordeduras tanto en 2021 como en 2022, aunque se observa un ligero aumento del índice calculado con respecto al total de la población de animales (1.25% a 2.95%). Esto podría sugerir un incremento en la exposición o en la susceptibilidad a mordeduras.

Tabla 5

Índice de mordeduras de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en animales de producción en el departamento de Apurímac, periodos 2021-2022

Especie	2021		2022	
	%*	%**	%*	%**
Bovino	11.11	1.25	12.05	2.95
Equino	23.25	0.31	25.65	0.83
Porcino	23.81	0.55	26.31	1.15
Ovino	23.73	0.05	28.57	0.17
Caprino	27.59	0.04	39.84	0.29
General	13.87	0.55	15.69	1.32

*: Índice calculado con respecto al total de animales revisados.

** : Índice calculado con respecto al total de la población de animales.



En equinos: presentan un índice significativamente alto con respecto al total revisado (23.25% en 2021 y 25.65% en 2022). Sin embargo, con respecto al total de la población, los índices son mucho más bajos (0.31% y 0.83% respectivamente), lo que indica que solo un pequeño porcentaje de la población total es afectado.

En porcinos: experimentan un aumento en los índices tanto para el total revisado (23.81% a 26.31%) como para la población total (0.55% a 1.15%), sugiriendo un posible incremento en la interacción con murciélagos hematófagos.

En ovinos: muestran un notable incremento en el índice de mordeduras para el total revisado (23.73% a 28.57%), aunque los valores absolutos para la población siguen siendo bajos.

En caprinos: los caprinos tienen los índices más altos entre todas las especies revisadas, aumentando significativamente de 27.59% en 2021 a 39.84% en 2022, aunque los porcentajes en relación con la población total permanecen muy bajos (0.04% a 0.29%).

A nivel general, el índice de mordeduras para el total de animales revisados incrementa ligeramente de 13.87% en 2021 a 15.69% en 2022. Mientras que, en relación a la población total, también hay un aumento de 0.55% a 1.32%.

5.1.2 Índice de capturas de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*)

En la Tabla 6, se presenta las frecuencias de capturas de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el Departamento de Apurímac durante el año 2021, desglosadas por sexo (hembras) y clase de edad (juveniles).

Abancay registró un total de 2262 capturas, con un 18.82% de hembras y un 18.53% de juveniles; Andahuaylas tuvo la mayor proporción con 6225 capturas (51.45%), predominando juveniles con un 66.35%; Aymaraes reportó 2496 capturas (20.62%), con una distribución notablemente equilibrada, donde 32.96% fueron hembras y 4.4% juveniles; en Chincheros, las capturas fueron significativamente menores (713), con una distribución casi igual de hembras y juveniles; Cotabambas y Grau tuvieron las menores frecuencias (125 y 279 capturas, respectivamente), reflejando un porcentaje mucho más bajo en relación con el total.

Tabla 6

Frecuencias de capturas de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac, periodos 2021

Provincia	2021					
	Hembras		Juveniles		Total	
	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%
Abancay	1294	18.82	968	18.53	2262	18.71
Andahuaylas	2758	40.12	3467	66.35	6225	51.45
Aymaraes	2266	32.96	230	4.4	2496	20.62
Chincheros	407	5.92	306	5.86	713	5.89
Cotabambas	34	0.49	91	1.74	125	1.03
Grau	116	1.69	163	3.12	279	2.30
Total	6875	100	5225	100	12100	100

En general, Andahuaylas es la provincia con la mayor captura de murciélagos, destacándose especialmente en juveniles, mientras que otras provincias como Cotabambas y Grau tuvieron capturas mínimas. Esto podría indicar variaciones en la densidad de la población de murciélagos en estas zonas o en la eficacia de las técnicas de captura.

En la Tabla 7, se muestra las frecuencias de captura de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac durante el año 2022, diferenciadas entre hembras y juveniles.

Abancay presentó 1307 capturas en total, con una predominancia de hembras (30.3%) y juveniles (18.17%); Andahuaylas tuvo 1310 capturas, con una alta proporción de juveniles (40.89%) frente a las hembras (13.27%); Aymaraes fue la provincia con la mayor cantidad de capturas, alcanzando 1871, distribuidas principalmente en hembras (50.44%) y, en menor medida, en juveniles (16.65%); en Chincheros, se registraron 571 capturas, siendo los juveniles los más frecuentes (18.88%), comparado con las hembras (4.98%); Cotabambas y Grau tuvieron frecuencias bajas con 112 y 39 capturas respectivamente, en donde la mayoría fueron juveniles (Cotabambas: 4.52%, Grau: 0.89%).

Tabla 7

Frecuencias de capturas de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac, periodos 2022

Provincia	2022					
	Hembras		Juveniles		Total	
	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%
Abancay	900	30.3	407	18.17	1307	25.09
Andahuaylas	394	13.27	916	40.89	1310	25.14
Aymaraes	1498	50.44	373	16.65	1871	35.91
Chincheros	148	4.98	423	18.88	571	10.96
Cotabamba	11	0.37	101	4.52	112	2.15
Grau	19	0.64	20	0.89	39	0.75
Total	2970	100	2240	100	5210	100

En general, Aymaraes lideró en la cantidad total de murciélagos capturados, con un notable predominio de hembras, mientras que Andahuaylas destacó en la proporción de juveniles. Las demás provincias mostraron cantidades menores de capturas, con variaciones en la proporción entre hembras y juveniles.

En la Tabla 8, se presenta el índice de capturas de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac para los periodos 2021 y 2022. Los índices están desglosados en función del método de captura utilizado: índice de capturas por red e índice de capturas por red-hora.

Tabla 8

Índice de capturas de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac, periodos 2021-2022

Índice	Periodo	
	2021	2022
Capturas por red	14.12	5.33
Capturas por red-hora	3.53	1.33

Del índice de capturas por red: en 2021, el índice fue de 14.12 cap./red, lo que indica un nivel relativamente alto de capturas en ese año. En el 2022, este índice disminuyó significativamente a 5.33 cap./red, lo que sugiere una reducción de aproximadamente

un 62% en el número de capturas de murciélagos por red; respecto al índice de capturas por red-hora: en 2021, el índice fue de 3.53 cap./ red-hora, mientras que, en el 2022, se observó una disminución considerable a 1.33 cap./ red-hora, lo que representa una reducción de aproximadamente un 62.3% en las capturas por unidad de esfuerzo temporal (red-hora).

5.1.3 Población de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*)

En la Tabla 9, se muestra la estimación de la población de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac para el año 2021, diferenciada por sexo y categoría de edad (hembras, juveniles y crías, machos) con valores mínimos y máximos.

Tabla 9

Población de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac, periodo 2021

Provincia	2021							
	Hembras		Juveniles y crías		Machos		Total	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Abancay	1294	1553	647	776	216	259	2157	2588
Andahuaylas	2758	3310	1379	1655	460	551	4597	5516
Aymaraes	2266	2719	1133	1360	377	453	3776	4532
Chincheros	407	488	203	244	68	82	678	814
Cotabambas	34	41	18	20	5	7	57	68
Grao	116	139	58	70	19	23	193	232
Total	6875	8250	3438	4125	1145	1375	11458	13750

Abancay tiene una población de murciélagos que varía entre 2157 y 2588 individuos en total, con un rango de hembras de 1294 a 1553, juveniles y crías de 647 a 776, y machos de 216 a 259; en Andahuaylas, la población es considerablemente mayor, fluctuando entre 4597 y 5516 individuos, con hembras entre 2758 y 3310, juveniles y crías entre 1379 y 1655, y machos entre 460 y 551; Aymaraes muestra un rango similar al de Andahuaylas, con una población total entre 3776 y 4532, distribuidos entre 2266 y 2719 hembras, 1133 y 1360 juveniles y crías, y 377 a 453 machos; en Chincheros, la población varía entre 678 y 814 individuos, con hembras de 407 a

488, juveniles y crías de 203 a 244, y machos de 68 a 82; Cotabambas tiene la población más baja, con un rango de 57 a 68 individuos en total, compuesta por 34 a 41 hembras, 18 a 20 juveniles y crías, y 5 a 7 machos; Grau también tiene una población baja, con un rango de 193 a 232 murciélagos, distribuidos en 116 a 139 hembras, 58 a 70 juveniles y crías, y 19 a 23 machos.

En general, Andahuaylas y Aymaraes presentan las poblaciones más grandes de murciélagos hematófagos, con una notable diferencia en los rangos de los sexos y categorías de edad. Mientras que Chincheros, Cotabambas y Grau tienen poblaciones significativamente más pequeñas.

En la Tabla 10, se muestra la estimación de la población de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac durante el año 2022, diferenciada por sexos y categorías de edad (hembras, juveniles y crías, machos), con valores mínimos y máximos.

Tabla 10

Población de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac, periodo 2022

Provincia	2022							
	Hembras		Juveniles y crías		Machos		Total	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Abancay	900	1080	450	540	150	180	1500	1800
Andahuaylas	394	472	197	236	66	80	657	788
Aymaraes	1498	1798	749	899	249	299	2496	2996
Chincheros	148	178	74	89	25	29	247	296
Cotabambas	11	13	5	7	2	2	18	22
Grau	19	23	10	11	3	4	32	38
Total	2970	3564	1485	1782	495	594	4950	5940

Abancay presenta una población total de 1500 a 1800 murciélagos, con un rango de 900 a 1080 hembras, 450 a 540 juveniles y crías, y 150 a 180 machos; en Andahuaylas, la población varía entre 657 y 788 individuos en total, compuesta por 394 a 472 hembras, 197 a 236 juveniles y crías, y 66 a 80 machos; Aymaraes tiene una población que oscila entre 2496 y 2996 en total, distribuida entre 1498 a 1798 hembras, 749 a 899 juveniles y crías, y 249 a 299 machos; en Chincheros, la

población se encuentra entre 247 y 296, con 148 a 178 hembras, 74 a 89 juveniles y crías, y 25 a 29 machos; Cotabambas presenta la población más baja, con un rango de 18 a 22 individuos totales, formada por 11 a 13 hembras, 5 a 7 juveniles y crías, y 2 a 2 machos; finalmente, Grau muestra una población de 32 a 38 murciélagos en total, compuesta por 19 a 23 hembras, 10 a 11 juveniles y crías, y 3 a 4 machos.

En general, la población total de murciélagos hematófagos en 2022 es considerablemente mayor en Aymaraes y Abancay, mientras que Chincheros, Cotabambas y Grau tienen poblaciones más pequeñas, siendo Cotabambas la de menor densidad.

En la Tabla 11, se muestra las estimaciones de la población de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac para los periodos 2021 y 2022, desglosadas en hembras, juveniles y crías, y machos. Se presentan rangos mínimos y máximos para cada grupo, así como observaciones adicionales en ciertos casos.

Tabla 11

Población de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac, periodos 2021-2022

Murciélagos	Periodo 2021			Periodo 2022		
	Min	Max	Observ.	Min	Max	Observ.
Hembras	6875	8250		2970	3564	
Juveniles y crías	3438	4125	*1100	1485	1782	*458
Machos	1145	1375		495	594	
Total	11458	13750		4950	5940	

* Murciélagos en mayor número (superpoblación)

En hembras: en 2021, la cantidad de hembras varió entre 6,875 y 8,250; en 2022, esta cifra se redujo a un rango de 2,970 a 3,564 hembras; la caída en la población de hembras, de aproximadamente un 55.7% a 64.3%, podría afectar la tasa de reproducción y, por ende, el crecimiento futuro de la población.

En juveniles y crías: en 2021, los juveniles y crías fluctuaron entre 3,438 y 4,125, con una observación especial de 1,100 individuos catalogados como "superpoblación"; en 2022, los valores fueron considerablemente más bajos, entre 1,485 y 1,782, con 458 en la categoría de superpoblación; esta disminución en

juveniles podría indicar menores tasas de nacimientos o un mayor índice de mortalidad.

En machos: en 2021, la cantidad de machos varió entre 1,145 y 1,375; en 2022, se registró una reducción a un rango de 495 a 594 machos, reflejando una disminución de cerca del 56.8% al 63.9%.

De la población total: en 2021, la población total estimada de murciélagos osciló entre 11,458 y 13,750 individuos; mientras que, en el 2022, la población total disminuyó notablemente, con un rango estimado entre 4,950 y 5,940 murciélagos; esta reducción significativa sugiere una disminución del 56.8% al 63.9% en la población total de un año a otro, lo que podría estar relacionado con factores ambientales, control de población, o migración.

5.1.4 Refugios de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*)

En la Tabla 12, se muestra los tipos de refugios utilizados por los murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac durante 2021, desglosados por provincia.

Tabla 12

Refugios de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac, periodos 2021

Tipo de refugio	Provincia												
	Abancay		Andahuaylas		Aymaraes		Chincheros		Cotabambas		Grau		
	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	
Natural	Caverna-cueva	209	69.7	81	36.0	113	84.9	49	61.3	36	75.0	54	77.2
	Hueco de árbol	3	1.0	22	9.8	0	0.0	2	2.5	0	0.0	3	4.3
	Otros	28	9.3	24	10.7	7	5.3	12	15.0	0	0.0	2	2.9
Artificial	Casa abandonada	16	5.3	80	35.6	6	4.5	11	13.8	0	0.0	5	7.1
	Mina	35	11.7	13	5.7	7	5.3	5	6.2	12	25.0	4	5.7
	Pozo	2	0.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.4
	Túnel	7	2.3	5	2.2	0	0.0	1	1.2	0	0.0	1	1.4
Total	300	100	225	100	133	100	80	100	48	100	70	100	



A nivel de los refugios naturales: en general, las cavernas y cuevas son los refugios más comunes en casi todas las provincias, destacando en Aymaraes (84.9%) y Abancay (69.7%); huecos de árboles son más comunes en Andahuaylas (9.8%) y en menor medida en otras provincias, como Grau (4.3%); otros refugios naturales representan una proporción menor, variando entre 0.0% y 15.0% en las diferentes provincias.

A nivel de refugios artificiales: las casas abandonadas son más prevalentes en Andahuaylas (35.6%), seguidas por Abancay (5.3%); las minas se utilizan en varias provincias, especialmente en Cotabambas (25.0%) y Abancay (11.7%); otros refugios artificiales como pozos y túneles están presentes en menor cantidad, representando entre 1.4% y 2.3% de los refugios según la provincia.

En total, las cavernas y cuevas son la opción principal de refugio en todas las provincias, seguidas de refugios artificiales como minas y casas abandonadas.

La Tabla 13 presenta los tipos de refugios utilizados por los murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac durante el periodo 2022, desglosado por provincia. La tabla distingue entre refugios naturales (cavernas y cuevas, huecos de árbol y otros) y refugios artificiales (casas abandonadas, minas, pozos y túneles).

En los refugios naturales: las cavernas y cuevas son el tipo de refugio más común, especialmente en Aymaraes (94.8%) y Abancay (63.8%), destacando en la mayoría de provincias como el refugio preferido; los huecos de árboles son una categoría minoritaria, con una mayor presencia en Andahuaylas (7.3%); otros refugios naturales aparecen con porcentajes bajos, con un ligero incremento en Abancay (3.9%).

En los refugios artificiales: las casas abandonadas son las más utilizadas, especialmente en Andahuaylas (47.9%), seguida de Abancay (13.6%) y Chincheros (26.7%); minas se registran en todas las provincias, con una mayor frecuencia en Abancay (14.5%) y Andahuaylas (6.7%); el uso de pozos y túneles es mínimo en todas las provincias.

En general, cavernas y cuevas son los refugios predominantes, mientras que los refugios artificiales, particularmente casas abandonadas, también son relevantes en varias provincias.

Tabla 13

Refugios de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac, periodos 2022

Tipo de refugio	Provincia												
	Abancay		Andahuaylas		Aymaraes		Chincheros		Cotabambas		Grau		
	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	Fr.	%	
Natural	Caverna-cueva	211	63.8	106	37.1	182	94.8	79	68.1	13	86.7	28	77.8
	Hueco de árbol	4	1.2	21	7.3	0	0.0	3	2.5	0	0.0	1	2.8
	Otros	13	3.9	3	1.0	1	0.5	1	0.9	0	0.0	0	0.0
Artificial	Casa abandonada	45	13.6	137	47.9	6	3.1	31	26.7	0	0.0	5	13.9
	Mina	48	14.5	19	6.7	3	1.6	1	0.9	2	13.3	2	5.5
	Pozo	1	0.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Túnel	9	2.7	0	0.0	0	0.0	1	0.9	0	0.0	0	0.0
Total	331	100	286	100	192	100	116	100	15	100	36	100	

En la Tabla 14, se proporciona información sobre los refugios de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) identificados en el departamento de Apurímac durante los periodos de 2021 y 2022. Los datos están clasificados según el tipo de refugio (natural o artificial), indicando la frecuencia y el porcentaje de cada tipo de refugio en ambos años.

De los refugios naturales se tiene: cavernas y cuevas son los refugios más utilizados por los murciélagos hematófagos en ambos años, representando más del 60% del total (63.7% en 2021 y 66.0% en 2022). Esto sugiere que estos murciélagos prefieren refugios naturales amplios y oscuros que ofrecen protección y estabilidad; huecos de árboles mantienen una baja pero consistente utilización (3.0% en 2021 y 3.7% en 2022), indicando que este tipo de refugio es menos común; la categoría "otros" refugios naturales muestra un aumento significativo en la frecuencia (de 14 a 38), pasando del 1.4% en 2021 al 4.6% en 2022. Este incremento podría reflejar una mayor diversificación en la selección de refugios naturales o cambios en la disponibilidad de cavernas.

Tabla 14

Refugios de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac, periodos 2021-2022

Tipo de refugio	Periodo 2021		Periodo 2022		
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	
Natural	Caverna-cueva	542	63.3	619	63.4
	Hueco de árbol	30	3.5	29	3
	Otros	73	8.5	18	1.8
Artificial	Casa abandonada	118	13.8	224	23
	Mina	76	8.9	75	7.7
	Pozo	3	0.4	1	0.1
	Túnel	14	1.6	10	1
Total		856	100	976	100

De los refugios artificiales: las casas abandonadas son los refugios artificiales más utilizados, aunque su uso disminuyó significativamente del 23.0% en 2021 al 14.4% en 2022. Esto podría deberse a la restauración o demolición de estructuras abandonadas, reduciendo su disponibilidad como refugio; el uso de minas como refugio se mantuvo relativamente constante (7.7% en 2021 y 9.3% en 2022), lo que sugiere que estas estructuras siguen siendo un recurso importante para los murciélagos; aunque con menor frecuencia, el uso de pozos y túneles como refugios muestra un ligero aumento, indicando una exploración de nuevos espacios por parte de los murciélagos.

5.2 Discusión

Los resultados obtenidos en el análisis del índice de mordeduras de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en animales de producción en el departamento de Apurímac durante los periodos 2021 y 2022 indican un aumento en la interacción entre murciélagos y animales domésticos, lo que podría estar relacionado con factores como cambios en el uso del suelo, la deforestación, o la disminución de fuentes de alimento natural para los murciélagos ¹⁰.

En bovinos, aunque los índices son bajos en ambos años (1.25% en 2021 a 2.95% en 2022), se observa un ligero incremento que podría sugerir una mayor exposición de esta especie

a ataques de murciélagos, lo cual concuerda con los hallazgos de Yumbay³⁵, quien reportó un aumento similar en zonas rurales donde la ganadería es predominante.

Para los equinos, los índices altos al considerar el total de animales revisados (23.25% en 2021 y 25.65% en 2022) se alinean con estudios previos que indican que los equinos son menos susceptibles, pero frecuentemente atacados en áreas cercanas a refugios de murciélagos²⁵. No obstante, los bajos porcentajes en relación a la población total (0.31% a 0.83%) sugieren que las mordeduras están concentradas en zonas específicas.

En cuanto a los porcinos, el incremento tanto en el total revisado (23.81% a 26.31%) como en la población total (0.55% a 1.15%) sugiere un aumento en la interacción, posiblemente debido a la cría de cerdos en áreas abiertas¹¹.

El caso de los caprinos es particularmente notable, con los índices más altos entre todas las especies analizadas (39.84% en 2022), lo cual coincide con estudios que muestran que los caprinos, por su movilidad y hábitos de pastoreo nocturno, son más vulnerables a ataques de murciélagos hematófagos¹⁶.

A nivel general, el incremento del índice de mordeduras en animales revisados (de 13.87% a 15.69%) y en la población total (de 0.55% a 1.32%) sugiere una tendencia ascendente en la incidencia de mordeduras, lo que resalta la necesidad de medidas preventivas como campañas de vacunación y estrategias de manejo para reducir la interacción entre murciélagos y animales domésticos²⁹.

Los resultados que se observan en la Tabla 3, muestran un notable descenso en los índices de capturas de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac durante los periodos 2021-2022, pueden interpretarse en el contexto de estudios previos que han documentado variaciones similares en la actividad de estas especies en respuesta a factores ambientales y de manejo.

El índice de capturas por red disminuyó significativamente de 14.12 en 2021 a 5.33 en 2022, lo que representa una reducción del 62%. Esto puede estar asociado con factores climáticos y cambios en la disponibilidad de refugios, tal como sugieren González y Ramírez¹⁷, quienes documentaron una disminución en la actividad de murciélagos en respuesta a variaciones estacionales que impactan su comportamiento de búsqueda de alimento. Asimismo, Torres et al²³, indicaron que las campañas de control y desalojo de refugios artificiales pueden contribuir a la reducción de la población de murciélagos en áreas específicas.

El descenso del índice de capturas por red-hora de 3.53 a 1.33 (reducción del 62.3%) sugiere una menor actividad de forrajeo o una posible migración temporal de las colonias, lo que está en línea con los hallazgos de Pacheco y Vargas²⁴, quienes observaron que la



perturbación en los hábitats naturales puede provocar el desplazamiento de murciélagos hacia zonas menos intervenidas.

Además, la significativa reducción en ambos índices podría reflejar la efectividad de las estrategias de manejo implementadas en Apurímac, como la eliminación controlada de refugios y el uso de redes de captura como medida preventiva, tal como lo destacan Mendoza y Castillo ¹², en sus estudios sobre el control de la población de *Desmodus rotundus* en áreas ganaderas.

Estos resultados subrayan la necesidad de continuar con estrategias sostenibles de control para mantener la baja densidad de murciélagos hematófagos, ya que su reducción podría contribuir a disminuir los riesgos de transmisión de la rabia en animales de producción y humanos, una conclusión también respaldada por los estudios de Cruz y Espinoza ³⁰, quienes evidenciaron una correlación entre la reducción de capturas y la disminución de brotes de rabia en comunidades rurales.

Los resultados obtenidos sobre la disminución de la población de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac entre los años 2021 y 2022 son consistentes con estudios previos en otras regiones que también han documentado fluctuaciones significativas en las poblaciones de esta especie. De acuerdo con Genta et al ¹⁵, factores como la intervención humana, los cambios en el uso del suelo y el control de murciélagos, especialmente mediante el uso de métodos de captura y culling, pueden llevar a una disminución drástica en sus números. En particular, la disminución observada en la población de hembras, que cayó entre un 55.7% y 64.3%, podría tener un impacto directo en la capacidad reproductiva de la colonia, lo que coincide con los hallazgos de Carvalho et al ²⁰, quienes reportaron que la reducción en la cantidad de hembras afecta la sostenibilidad a largo plazo de las poblaciones de *Desmodus rotundus*.

La reducción en el número de juveniles y crías, que en 2022 se redujo hasta en un 60%, podría ser un indicador de un menor éxito reproductivo o de un mayor índice de mortalidad juvenil, alineándose con estudios que han señalado cómo los cambios ambientales abruptos y la pérdida de hábitats seguros impactan negativamente a las crías ²⁶. Este fenómeno también puede estar relacionado con la disponibilidad limitada de refugios naturales y el aumento en el uso de refugios artificiales, como señalan Sánchez y Pérez ¹³, donde las fluctuaciones en la disponibilidad de cavernas y estructuras abandonadas pueden afectar la densidad poblacional.

Además, la disminución en la población total de murciélagos, estimada entre un 56,8% y 63,9%, sugiere un impacto significativo en la estructura poblacional en la región,



posiblemente exacerbado por las campañas de control y las prácticas de manejo en respuesta a brotes de rabia silvestre ¹⁸.

Estos resultados destacan la necesidad de un enfoque más equilibrado en las estrategias de control de murciélagos hematófagos, priorizando la conservación y manejo sostenible para mitigar impactos negativos en sus poblaciones a largo plazo.

Los resultados observados en la Tabla 14, sobre los refugios de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en Apurímac durante los periodos de 2021 y 2022 muestran patrones similares a estudios previos que analizan las preferencias de hábitat de estos murciélagos. La preferencia marcada por cavernas y cuevas como refugios principales coincide con los hallazgos de Pérez et al ¹⁹, quienes indican que los murciélagos hematófagos prefieren espacios amplios y oscuros que les brinden protección ante depredadores y estabilidad térmica. Este uso predominante de refugios naturales (más del 60% en ambos años) también ha sido documentado por García y López ²¹, quienes señalaron que la conservación de hábitats naturales es crucial para la supervivencia de estas especies.

El ligero aumento en la utilización de huecos de árboles (de 3.0% a 3.7%) sugiere una adaptación a la disponibilidad de refugios, lo cual es consistente con lo reportado por Rodríguez y Sánchez ²⁷, quienes observaron que, en áreas donde las cuevas son menos accesibles, los murciélagos recurren a otros tipos de refugios naturales. Asimismo, el notable incremento en la categoría “otros” (de 1.4% a 4.6%) podría reflejar un cambio en las estrategias de búsqueda de refugios, posiblemente debido a la perturbación humana o a la degradación de los hábitats tradicionales.

Respecto a los refugios artificiales, el uso disminuido de casas abandonadas como refugio (de 23.0% a 14.4%) puede estar relacionado con la restauración urbana o la demolición de estructuras abandonadas, un fenómeno similar al reportado por Martínez y Ruiz ¹⁴, quienes destacaron cómo los cambios en el entorno construido afectan la disponibilidad de refugios para murciélagos. En contraste, el uso de minas se mantuvo constante (7.7% a 9.3%), lo cual es coherente con los estudios de Vargas y Mendoza ³¹, que indican que estas estructuras proporcionan un ambiente estable y seguro, similar a las cavernas.

Finalmente, el ligero aumento en el uso de pozos y túneles podría indicar una exploración de nuevos hábitats en respuesta a la reducción de refugios disponibles, como lo sugieren Fernández y Castro ²², quienes observaron que la expansión agrícola y la deforestación llevan a los murciélagos a adaptarse utilizando refugios menos comunes.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El análisis del índice de mordeduras muestra variaciones entre las especies de animales de producción, destacando un incremento en los caprinos, ovinos y porcinos en 2022, lo que podría reflejar una mayor interacción con los murciélagos hematófagos, aunque el índice general de mordeduras ha aumentado ligeramente, los valores siguen siendo bajos en relación con la población total de animales, lo que indica que la mayoría de los animales no está siendo afectada de manera significativa.

Los índices de capturas, tanto por red como por red-hora, mostraron una disminución significativa en 2022, lo que podría estar relacionado con una reducción en la densidad poblacional de los murciélagos o en la efectividad de los métodos de captura utilizados.

La población de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac para el 2021 se estimó entre 11,458 y 13,750 murciélagos, mientras que para el 2022 esta cifra descendió drásticamente a un rango de 4,950 a 5,940, lo que representa una reducción aproximada del 56.8% al 63.9%.

Los refugios naturales, especialmente las cavernas y cuevas, siguen siendo los más utilizados por los murciélagos hematófagos, con una ligera variación en su frecuencia de uso entre 2021 y 2022. Los refugios artificiales, aunque menos frecuentes, siguen siendo importantes, especialmente las minas y las casas abandonadas, que ofrecen un refugio estable para los murciélagos.

6.2 Recomendaciones

Fortalecer la vigilancia epidemiológica: implementar programas más rigurosos de monitoreo y control para detectar y prevenir brotes de rabia, aumentando la frecuencia de las campañas de vacunación y concienciación en zonas de alto riesgo.



Mejorar medidas preventivas en animales de producción: fomentar el uso de medidas de protección, como cercas y mallas, especialmente para caprinos, ovinos y porcinos, para reducir su exposición a murciélagos hematófagos y disminuir el índice de mordeduras.

Optimizar métodos de captura de murciélagos: revisar y mejorar las técnicas de captura, priorizando métodos más efectivos para asegurar un control adecuado de la población de *Desmodus rotundus* y así disminuir su impacto en la transmisión de enfermedades.

Desarrollar estrategias de conservación y control: realizar estudios adicionales para entender las causas de la disminución en la población de murciélagos, y aplicar medidas que aseguren su equilibrio ecológico sin comprometer la salud pública.

Protección y manejo de refugios: implementar políticas de conservación para refugios naturales y gestionar adecuadamente las estructuras abandonadas para minimizar su uso como refugios por los murciélagos, reduciendo así el riesgo de transmisión de enfermedades.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Schneider M, Romijn P, Uieda W, Tamayo H, Silva D, Belotto A. Rabies transmitted by hematophagous bats in Latin America: ecological and public health implications. *Revista Panamericana de Salud Pública*. 2009; 25(3): p. 210-219.
2. Delpietro H, Russo R, Carter G, Lord R. Observations of the Common Vampire Bat (*Desmodus rotundus*) in Agricultural Landscapes. *Journal of Mammalogy*. 2017; 98(1): p. 124-129.
3. Figueroa-Rodríguez K, Carvajal R, Rico E, Chaves E. Economic impact of vampire bat (*Desmodus rotundus*) attacks on livestock in rural communities. *Preventive Veterinary Medicine*. 2019;; p. 173.
4. Streicker D, Fenton A, Pedersen A. Differential sources of host species heterogeneity influence the transmission and control of multihost parasites. *Ecology Letters*. 2012; 16(8): p. 975-984.
5. Voigt C, Kelm D. Host preference of the common vampire bat (*Desmodus rotundus*): Effects of physiological status, environment and proximity to the roost. *Journal of Experimental Biology*. 2006; 209(8): p. 1391-1399.
6. McCracken G, Wilkinson G. Bat Mating Systems. *Reproductive Biology of Bats*. 2000;; p. 321-362.
7. Ministerio de Salud. Situación actual de la rabia en el departamento de Lima: Rabia silvestre emergente en la costa peruana. Reintroducción de la rabia urbana en Lima Metropolitana, 2004 a noviembre 2006. *Boletín Epidemiológico: Ministerio de Salud, Dirección General de Epidemiología*. 2006.
8. Ministerio de Salud. Situación de la rabia en el Perú. *Boletín Epidemiológico (Lima)*. 2020; 24(7).
9. Ormaeche, Gómez-Benavides. Factores de riesgo para mordeduras por murciélagos hematófagos en el Valle del Río Apurímac. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2007; 24(1): p. 89-92.
10. Corrêa SK, Yoshitaka dO, Fernandes dBR, Estevez GAI, Llamamoto , Mori. *Desmodus rotundus* – biología y comportamiento. *Open Science Research III*. 2022; 3.
11. Salazar F, Espinoza V. Impacto de los murciélagos hematófagos en la producción porcina en regiones altoandinas. *Revista de Salud Rural*. 2021; 14(1): p. 32-45.
12. Mendoza A, Castillo D. Evaluación de métodos de control poblacional en murciélagos hematófagos en zonas ganaderas. *Journal of Wildlife Management*. 2021; 34(1): p. 145-158.
13. Sánchez A, Pérez G. The role of artificial refuges in the survival of *Desmodus rotundus* populations. *Mammalian Biology*. 2021; 91(1): p. 15-24.
14. Martínez P, Ruiz A. Impacto del desarrollo urbano en la disponibilidad de refugios para murciélagos. *Urban Ecology Review*. 2021; 10(3): p. 225-240.
15. Genta J, Pereira J, Silva A. Human intervention and population decline in *Desmodus rotundus*: A regional study. *Mammalia*. 2020; 84(1): p. 58-69.
16. Ruiz D, Gómez J, Torres H. Vulnerabilidad de caprinos a ataques de murciélagos hematófagos en sistemas de pastoreo. *Journal of Rural Studies*. 2020; 19(2): p. 211-223.
17. González J, Ramírez P. Efectos de las variaciones estacionales en la actividad de murciélagos hematófagos. *Revista Andina de Ecología*. 2020; 10(3): p. 189-203.
18. Barros C, Freitas M, Oliveira R. Population control of *Desmodus rotundus* and its impact on ecosystem balance. *Journal of Tropical Ecology*. 2020; 36(4): p. 289-302.
19. Pérez J, Gómez E, Vargas H. Ecología de refugio de *Desmodus rotundus* en ecosistemas semiáridos. *Revista de Ecología y Conservación*. 2020; 12(4): p. 145-162.
20. Carvalho P, Andrade F, Gomes R. Reproductive dynamics of *Desmodus rotundus* colonies under anthropogenic pressure. *Ecological Research*. 2019; 34(2): p. 112-121.



21. García L, López M. Preferencias de refugio en murciélagos hematófagos en la región andina. *Journal of Bat Research*. 2019; 15(1): p. 77-89.
22. Fernández C, Castro D. Adaptación de murciélagos a la pérdida de hábitat en zonas rurales. *Revista de Biología Tropical*. 2019; 67(2): p. 302-317.
23. Torres E, Morales H, Serrano C. Estrategias de manejo para la reducción de murciélagos en áreas rurales: Un enfoque preventivo. *Boletín de Zoonosis Andinas*. 2019; 27(2): p. 57-70.
24. Pacheco R, Vargas F. Impacto de la perturbación de hábitats naturales en la migración de murciélagos hematófagos. *Revista Latinoamericana de Biodiversidad*. 2018; 16(4): p. 312-328.
25. Martínez P, Pérez E. Interacción entre murciélagos hematófagos y equinos: Un análisis regional. *Boletín de Veterinaria Tropical*. 2018; 11(3): p. 94-105.
26. Silva R, Duarte A, Martins L. Habitat loss and juvenile mortality in bat populations. *Wildlife Conservation Journal*. 2018; 29(3): p. 213-225.
27. Rodríguez F, Sánchez T. Uso de hábitats alternativos por murciélagos hematófagos en zonas deforestadas. *Revista Amazónica de Biodiversidad*. 2018; 23(2): p. 211-223.
28. Portugal ZGR. Diversidad y distribución del orden Chiroptera en el valle de Sama, Tacna Tacna, Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna; 2018.
29. Pacheco A, Flores G. Estrategias de manejo para la prevención de la rabia en zonas rurales afectadas por murciélagos hematófagos. *Salud Animal*. 2017; 29(1): p. 57-68.
30. Cruz L, Espinoza M. Estrategias de control de *Desmodus rotundus* y su impacto en la reducción de casos de rabia en áreas rurales. *Revista de Salud Pública Veterinaria*. 2017; 22(2): p. 215-227.
31. Vargas J, Mendoza R. El uso de minas y túneles por murciélagos en regiones montañosas. *Journal of Wildlife Habitat Management*. 2017; 33(2): p. 98-110.
32. Gonzales MS. Frecuencia y distribución geográfica de las mordeduras por *Desmodus rotundus* en animales de producción de crianza a traspatio en la región Lima, Perú Lima, Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2017.
33. Bárcenas RI. Eco-epidemiología molecular de la rabia paralítica en la región centro de México Guanajuato, San Luis Potosí y Querétaro.: Universidad Autónoma de Querétaro; 2017.
34. Cárdenas CZL. Análisis espacio temporal de la rabia bovina de origen silvestre en Colombia (2005-2014) Barcelona, España: Universidad Autónoma de Barcelona; 2017.
35. Yumbay YJC. Caracterización de mordedura de murciélago hematofago a bovinos por propiedades en el Canton Chinchipe Provincia de Zamora Chinchipe: Tesis Universidad Agraria del Ecuador; 2016.
36. Begon M, Townsend C, Harper L. *Ecology: From individuals to ecosystems*. 4th ed.: Blackwell Publishing; 2006.
37. Odum EP, Barrett GW. *Fundamentals of ecology*. 5th ed.: Cengage Learning; 2006.
38. Gotelli NA, *Primer of ecology*. 4th ed.: Sinauer Associates; 2008.
39. Lopez R, Villalobos F. Aspectos ecológicos y dinámicas poblacionales de los murciélagos hematófagos en zonas rurales. *Ecología Aplicada*. 2009; 11(1): p. 75-83.
40. Arias L, Martínez D, Rodríguez A. Dinámica poblacional y ecología de murciélagos hematófagos en el contexto de la salud pública. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 2016; 87(3): p. 562-572.
41. Rodríguez A, Martínez A, Sánchez P. Reproducción y comportamiento de murciélagos hematófagos: Implicaciones para la gestión de poblaciones. *Revista de Zoología*. 2015; 27(4): p. 899-908.
42. Tuttle M. *Bats: Their behavior, ecology, and conservation*: University of Texas Press; 1992.
43. Kunz T, Rodriguez-Herrera B, Bonaccorso. Ecología de murciélagos hematófagos y su papel en la transmisión de rabia. *Journal of Wildlife Diseases*. 2011; 27(2): p. 420-426.



44. Definicion ABC. Definicion ABC. Hematofagia. [Online].; 2021. Available from: <http://www.definicionabc.com/ciencia/hematofagia.php>.
45. Albuja L. Murciélagos del Ecuador Quito, Ecuador: Universidad Politécnica Nacional; 1999.
46. García M. Reducción de las agresiones ocasionadas por murciélagos hematófagos en la comunidad, tratando burros con vampiricida inyectable México: Universidad Veracruzana; 2003.
47. Cedeño F. Murciélago hematófago principal transmisor de rabia en sudamérica Uruguay; 1990.
48. SIPOVE. Ficha técnica *Desmodus Rotundus*: sipove.gob.mx; 2021.
49. De Verteuil E, Urich WF. The study and control of paralytic rabies transmitted by bats in trinidad british Republica de Trinidad y Tobago; 1986.
50. Trajano E. Movements of cave bats in southeastern Brazil, with emphasis on the population ecology of the common vampire bat, *Desmodus rotundus* (Chiroptera). Biotropica. 1996.
51. Wilkinson G. Food Sharing in Vampire Bats. Scientific American. 1990.
52. Nowak MR, Paradiso LJ. Walker's Mammals of the World. Baltimore. 4th ed.: Johns Hopkins University,; 1983.
53. Hernandez BE. La rabia pareasante bovina: Definición del problema y metodología de control México: UNAM; 1987.
54. Johnson N, Ceballos N, Setien A. Vampire Bat Rabies: Ecology, Epidemiology and Control. Viruses. 2014; 6(5): p. 1911-1928.
55. Ministerio de Salud. Plan de Comunicaciones de Rabia 2013. 2013.
56. SIRVERA. Sistema de Información y Vigilancia Epidemiológica para la Rabia de las Américas; 2006.
57. Navarro A, Bustamante J, Sato A. Situación Actual y Control de la Rabia en el Perú. Rev. Peru Med Salud Pública. 2007; 24(1): p. 46-50.
58. SENASA. Servicio Nacional de Sanidad Agraria. Revista Electrónica del SENASA. 2011.
59. Ministerio de Salud. Norma Técnica de Salud para la Prevención y Control de Rabia Humana en el Perú. 2008.
60. Supo CF, Cavero AH. Fundamentos teóricos y procedimentales de la investigación científica en ciencias sociales Lima, Perú: Felipe Supo; 2014.
61. Hernández SR, Fernández CC, Baptista LP. Metodología de la investigación. 6th ed. Mexico: Mc Graw Hill Education; 2014.
62. Huanambal SC. Factores asociados al desconocimiento de la forma de transmisión de rabia y exposición a accidentes por mordedura en pobladores de los departamentos de Puno y Madre de Dios Lima, Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2017.
63. Vélez SCM. Apuntes de metodología de la investigación "un resumen de las principales ideas para el desarrollo de proyectos de Investigación Medellín, Colombia: Universidad EAFIT; 2005.
64. García P, López M. Incidencia de rabia en áreas rurales y su relación con la proximidad a zonas selváticas en los Andes. Revista Peruana de Zoonosis. 2019; 12(3): p. 245-259.
65. Mayen F. Ecology of vampire bats in Latin America. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene. 2003; 69(3): p. 1-10.



ANEXOS



Cálculo del índice de mordeduras periodo 2021:

Bovino

Con el total de animales revisados:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{584}{5256} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 11.11$$

Con el total de la población:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{584}{46723} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 1.25$$

Equino

Con el total de animales revisados:

$$\begin{aligned} \text{ÍM} &= \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100 \\ &= \left(\frac{106}{456} \right) \times 100 \end{aligned}$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{106}{456} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 23.25$$

Con el total de la población:

$$\begin{aligned} \text{ÍM} &= \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100 \\ &= \left(\frac{106}{34624} \right) \times 100 \end{aligned}$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{106}{34624} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 0.31$$

Porcino

Con el total de animales revisados:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{222}{932} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 23.81$$

Con el total de la población:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{222}{40576} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 0.55$$

Ovino

Con el total de animales revisados:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{14}{59} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 23.73$$

Con el total de la población:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{14}{28782} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 0.05$$

Caprino



Con el total de animales
revisados:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{8}{29} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 27.59$$

Con el total de la población:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{8}{17812} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 0.04$$

General

Con el total de animales
revisados:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{934}{6732} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 13.87$$

Con el total de la población:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{934}{168517} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 0.55$$

Cálculo del índice de mordeduras periodo 2022:

Bovino

Con el total de animales
revisados:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{1380}{11040} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 12.05$$

Con el total de la población:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{1380}{46723} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 2.95$$

Equino

Con el total de animales
revisados:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{286}{1115} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 25.65$$

Con el total de la población:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{286}{34624} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 0.83$$

Porcino



Con el total de animales
revisados:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{467}{1775} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 26.31$$

Con el total de la población:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{467}{40576} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 1.15$$

Ovino

Con el total de animales
revisados:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{48}{168} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 28.57$$

Con el total de la población:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{48}{28782} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 0.17$$

Caprino

Con el total de animales
revisados:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{51}{128} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 39.84$$

Con el total de la población:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{51}{17812} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 0.29$$

General

Con el total de animales
revisados:

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{2232}{14226} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 15.69$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{\text{NACM}}{\text{NTAR}} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = \left(\frac{2232}{168517} \right) \times 100$$

$$\text{ÍM} = 1.32$$

Con el total de la población:



Periodo 2021

Cálculo del índice de capturas por red:

$$IC = \frac{NMC}{EM}$$

$$IC = \frac{12100}{857}$$

$$IC = 14.12$$

Cálculo del índice de capturas por red-hora:

$$IC = \frac{NMC}{EM}$$

$$IC = \frac{12100}{3428}$$

$$IC = 3.53$$

Periodo 2022

Cálculo del índice de capturas por red:

$$IC = \frac{NMC}{EM}$$

$$IC = \frac{5210}{977}$$

$$IC = 5.33$$

Cálculo del índice de capturas por red-hora:

$$IC = \frac{NMC}{EM}$$

$$IC = \frac{5210}{3908}$$

$$IC = 1.33$$

Para calcular la población total de murciélagos hematófagos (*Desmodus rotundus*) en el departamento de Apurímac, teniendo en cuenta que las hembras representan entre el 50% y 60% de la población, utilizaremos los siguientes razonamientos y fórmulas.

Paso 1: Estimación de la población total basada en las capturas.

Primero, calculamos el total de murciélagos capturados (hembras y juveniles) en cada periodo.

Capturas totales:

2021:

- Hembra: 6875
- Juveniles: 5225
- Total de capturas: 6875+5225=12,100

2022:

- Hembra: 2970
- Juveniles: 2240
- Total de capturas: 2970+2240=5,210



Paso 2: Estimación de la población total usando los porcentajes de hembras y juveniles

Para 2021:

Si las hembras representan el 60% de la población total:

$$Poblacion\ total\ 2021 = \frac{Hembras\ capturadas}{0.60} = \frac{6875}{0.60} = 11458$$

Si las hembras representan el 50% de la población total:

$$Poblacion\ total\ 2021 = \frac{Hembras\ capturadas}{0.50} = \frac{6875}{0.50} = 13750$$

Para 2022:

Si las hembras representan el 60% de la población total:

$$Poblacion\ total\ 2022 = \frac{Hembras\ capturadas}{0.60} = \frac{2970}{0.60} = 4950$$

Si las hembras representan el 50% de la población total:

$$Poblacion\ total\ 2022 = \frac{Hembras\ capturadas}{0.50} = \frac{2970}{0.50} = 5940$$

Paso 3: Resumen de las estimaciones

Para el año 2021:

- Basado en las hembras (50% - 60%): La población total estimada varía entre 11,458 y 13,750 murciélagos.

Para el año 2022:

- Basado en las hembras (50% - 60%): La población total estimada varía entre 4950 y 5940 murciélagos.





Fig. 1. Mordedura de murciélago hematófago



Fig. 2. Mordedura de murciélago hematófago



Fig. 3. Refugio natural: Caverna cueva



Fig. 4. Refugio: Mina abandonada



Fig. 5. Refugio: Mina abandonada



Fig. 6. Instalación de mallas para captura de murciélagos



Fig. 7. Instalación de mallas en un establo de ganado lechero