



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD

**MANEJO LOCAL DE FAUNA: REVISIÓN CONCEPTUAL Y ESTUDIOS
DE CASOS EN EL VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN Y LA SIERRA NEGRA, MÉXICO.**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

DOCTORA EN CIENCIAS

PRESENTA:

MARIANA ZARAZÚA CARBAJAL

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: DR. ALEJANDRO CASAS FERNÁNDEZ

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD, UNAM.

COMITÉ TUTOR: DRA. EK DEL VAL DE GORTARI

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD, UNAM.

DRA. MA. DEL CORO ARIZMENDI

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA UNAM.

DR. JOSÉ BLANCAS VÁZQUEZ

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN, UAEM.

MORELIA, MICHOACÁN, 2023.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD

**MANEJO LOCAL DE FAUNA: REVISIÓN CONCEPTUAL Y ESTUDIOS
DE CASOS EN EL VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN Y LA SIERRA NEGRA, MÉXICO.**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

DOCTORA EN CIENCIAS

PRESENTA:

MARIANA ZARAZÚA CARBAJAL

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: DR. ALEJANDRO CASAS FERNÁNDEZ

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD, UNAM.

COMITÉ TUTOR: DRA. EK DEL VAL DE GORTARI

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD, UNAM.

DRA. MA. DEL CORO ARIZMENDI

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA UNAM.

DR. JOSÉ BLANCAS VÁZQUEZ

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN, UAEM.

MORELIA, MICHOACÁN, 2023.

COORDINACIÓN DEL POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

ENTIDAD IIES-M

OFICIO CPCB/1026/2022

ASUNTO: Oficio de Jurado

M. en C. Ivonne Ramírez Wence
Directora General de Administración Escolar, UNAM
P r e s e n t e

Me permito informar a usted que, en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día **05 de septiembre de 2022**, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **DOCTORA EN CIENCIAS**, de la estudiante **ZARAZUA CARBAJAL MARIANA**, con número de cuenta **510008015** con la tesis titulada **“MANEJO LOCAL DE FAUNA: REVISIÓN CONCEPTUAL Y ESTUDIOS DE CASO EN EL VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN Y LA SIERRA NEGRA, MÉXICO”**, realizada bajo la dirección del **DR. ALEJANDRO CASAS FERNÁNDEZ**, quedando integrado de la siguiente manera:

Presidenta: DRA. MARIANA VALLEJO RAMOS
Vocal: DR. JOSÉ JUAN BLANCAS VÁZQUEZ
Secretaria: DRA. EK DEL VAL DE GORTARI
Vocal: DR. XAVIER LÓPEZ MEDELLÍN
Vocal: DRA. ANDREA MARTÍNEZ BALLESTÉ

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”
Ciudad Universitaria, Cd. Mx., a 09 de noviembre de 2022

COORDINADOR DEL PROGRAMA



DR. ADOLFO GERARDO NAVARRO SIGÜENZA



Agradecimientos institucionales:

al Posgrado en Ciencias Biológicas de la UNAM,

al CONACYT por la beca nacional otorgada para realizar estudios de doctorado, CVU 330200;

Por el financiamiento para el trabajo de campo:

al CONACYT (Proyectos CB-2013-01-221800 y A1-S-14306),

a DGAPA UNAM (PAPIIT; Proyectos IN206217 y IN206520),

al Proyecto Agrobiodiversidad Mexicana, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), FAO y GEF Proyecto RG023.

Al Dr. Alejandro Casas, tutor principal del proyecto,

a la Dra. Ek del Val, la Dra. Ma. del Coro Arizmendi y el Dr. José Blancas, miembros del comité tutor.

Agradecimientos personales:

Esta tesis involucra a muchas personas a quienes agradezco más de lo que imaginan. ¡Muchas gracias!

Al Dr. Alejandro Casas ¡gracias infinitas!, por compartir tu emoción y orientarme en estos temas del manejo como mi tutor. Gracias por todas tus enseñanzas, por compartir generosamente tus ideas y mirada de las interacciones humanidad-biodiversidad, de las montañas y de los mundos de este universo.

Al profesor Alfredo Ponce Cavanzo, por su asesoría en el reporte por escrito de la nomenclatura de fauna en las variantes de náhuatl de la Sierra Negra. Al profesor Alberto Peña, a la Lic. Floricel Ramírez, a las autoridades de Coyomeapan y a los inspectores de las localidades por todo su apoyo en la investigación de campo. **Las y los profesores, estudiantes, familias, amigas y amigos de Aticpac, Caxalli, Ixtaxochitla, Ahuatla y Santa María Coyomeapan hicieron posible este trabajo.** Muchas gracias.

Al comité tutorial: Dr. José Blancas, Dra. Ek del Val, Dra. Coro Arizmendi. Muchas gracias por su retroalimentación durante el proceso y por su ayuda en todas las cuestiones académicas y administrativas relacionadas.

A las y los compañeros del Laboratorio de manejo y evolución de recursos genéticos del IIES. He aprendido muchísimo de tod@s ustedes. Del corazón y neurona que le ponen a su trabajo, a sus vidas, a sus alimentos, a sus fermentos, a todo. Mich, gracias por tu confianza y por tu solidaridad constante.

A la Dra. Alicia Castillo y el Dr. Juan Luis Peña Mondragón, que en el curso de bases sociales para el manejo de ecosistemas del IIES me presentaron al interpretativismo y retroalimentaron junto con todo el grupo el anteproyecto. A la Dra. Mariana Vallejo y al Dr. Juan Luis Peña Mondragón por asesorarme durante las actividades académicas del posgrado de manera muy constructiva. A la Dra. Ana Isabel Moreno, Dra. Andrea Martínez, Dra. Ek del Val, Dra. Julieta Benítez y Dr. Dídac Santos Fita por su valiosa retroalimentación en la candidatura. A las y los coautores de los artículos publicados, por estas colaboraciones, por su apoyo y retroalimentación. A las y los profesores que llegado el momento participaron como jurado, aportando cuestionamientos y observaciones: la Dra. Mariana Vallejo, Dra. Andrea Martínez Ballesté, Dr. Xavier López Medellín, Dr. José Blancas y Dra. Ek del Val.

A quienes contribuyeron en distintas etapas al trabajo de campo, personas solidarias hasta las últimas consecuencias y muy pacientes. Gracias Michelle Chávez, José Blancas, Ignacio Torres, Miriam Linares, Alejandro Rivera, Viviana Andrade, Selene Rangel, Javier Rendón, Saúl, Domingo, Juan Luis Peña, Gonzalo Álvarez...

A la Ing. Atzimba López, el Ing. Alberto Valencia, el Dr. Heberto Ferreira, de la Unidad de Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones del IIES; a Leonarda Terán, enlace del Posgrado en el IIES. A Ireri Guzmán, asistente de la dirección del IIES; al Dr. Armando Rodríguez de la coordinación del posgrado, en verdad agradezco sus gestiones y ayuda durante este proceso.

A las compañeras y compañeros de la Lic. en Ciencias Agroforestales de la ENES Morelia, con quienes aprendí bastante.

A toda la comunidad IIES y el campus UNAM Morelia.

A las compañeras, compañeros y profesores, del curso de posgrado de Manejo y Domesticación de Recursos Genéticos UNAM-UNALM y de la cuenca de Warmiragra. Con ustedes he aprendido muchísimo. Por supuesto Casas, Fabi, Profe Juan, Aldo, Vero, los Ticlavilca, todos. Este curso ha sido un espacio formativo en muchos aspectos. Muchas gracias;

A quienes me reclutaron para ir a campo en sus proyectos. Acompañarles fue medicina y alegría entre tepejilotes, árboles y avispas. Espero haber sido más facilitadora que complicadora en sus investigaciones. Gracias Alana, Fercho y Vivi por esto.

a las amigas y amigos que estuvieron cerca aquí o allá. Erika, Lucy, John, Oso, Paco, Ángela, Celeste....

a Alberto, María Cristina, Valentina, Manuel y mis papás. También a mis abuelos, abuelas. A Pepa. En realidad agradezco a todas las personas de mi familia que estuvieron presentes de una u otra manera en cualquiera de las etapas de este trabajo. Alberto, en especial, gracias por estar muy de cerca (y a veces de lejos) con tu música, durante toda esta historia atravesada por la pandemia. Agradezco a las familias Robles Tapia y Tapia Reyes, que también han sido solidarias en estos años.

Para la construcción de esta tesis fueron de gran importancia los acervos y espacios de las bibliotecas del IIES, CIGA, ENES Morelia, el Instituto de Biología, la Biblioteca Nacional, la Biblioteca Central, la Facultad de Ciencias y el Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, además de los acervos digitales disponibles para la UNAM y de los documentos compartidos en reservorios y redes de ciencia abierta. Agradezco a quienes trabajan por que estos espacios, documentos e información sean accesibles.

Es difícil dar por “terminada” una tesis. Siempre hay algo más que resolver. Pero en algún momento hay que dejar todas las palabras atrapadas. Agradezco a quienes las lean.

Agradezco a la tesis misma por las experiencias que trajo consigo. Me parece que de pronto se convirtió en un animal.

***Ese animal acecha cada pensamiento
ese animal inunda cada rincón***

Fragmento de “Fascinación”
J.M. Aguilera

Contenido

Resumen.....	1
Abstract.....	3
I.Introducción general.....	5
1. Múltiples perspectivas del manejo de fauna y biodiversidad.....	5
1.1. Las interacciones humano-fauna.....	5
1.2. Conflicto humano-fauna y coexistencia.....	6
1.3. Propuestas en torno al manejo de fauna y de la biodiversidad.....	6
1.4. Gradiente continuo de intensidad en las interacciones humano-fauna.....	9
1.5. El manejo de fauna como una expresión de la cosmovisión.....	12
1.6. Las etnociencias como aproximación al estudio del manejo de fauna.....	15
2. Reconocer múltiples maneras de interpretar la realidad.....	15
2.1. La investigación cualitativa y el interpretativismo.....	15
2.2. Diseño de investigación.....	16
3. Preguntas de investigación.....	17
4. Objetivo e hipótesis general.....	17
4.1. Objetivo general.....	17
4.2. Hipótesis general.....	17
5. Proceso general de la tesis.....	18
6. Descripción de los tres capítulos.....	20
II. Capítulo 1: Conocimiento ecológico y manejo de fauna entre los <i>mexicatl</i> de la Sierra Negra, México: una aproximación interpretativa.....	23
.....	23
III. Capítulo 2: Uso y manejo de fauna en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán y regiones cercanas.....	24
IV. Capítulo 3: El conocimiento ecológico local de fauna y las interacciones y prácticas relacionadas.	
Revisión de literatura científica de 2010 a 2021.....	25
Resumen.....	26
I. Introducción.....	27
1.1. Múltiples aproximaciones al manejo de la biodiversidad y la fauna.....	27
1.2. ¿Quiénes conducen el manejo?.....	28
1.3. La incorporación de diferentes cuerpos de conocimiento y estrategias de manejo.....	29
II. Metodología.....	30
III. Resultados.....	31
3.1. Tendencias en el tiempo y áreas de investigación reportadas.....	31
3.2. Ejes de vinculación CEL/CET- manejo.....	33
3.3. Países de adscripción de autores y sitios de estudio.....	34
3.4. ¿Cómo se caracterizan y vinculan el CEL/CET y el manejo de fauna?.....	36
3.5. ¿Cuáles prácticas de manejo se reportan y qué factores las afectan?.....	46
3.5.1. Escalas del manejo.....	46
3.5.2. Regulaciones.....	51
3.6. Tipología de prácticas de manejo.....	54
3.6.1 Cuidados en vida silvestre, facilitación, reubicación.....	57
3.6.2. Monitoreo.....	57
3.6.4. Cacería.....	58
3.6.5. Pesca.....	61
3.6.6. Recolección-Captura.....	61

3.6.7. Cautiverio.....	63
3.6.8. Pastoreo.....	64
3.6.9. Cuidados de animales domésticos en esquemas flexibles de cautiverio.....	65
3.6.10. Restauración.....	65
3.6.11. Prácticas de atención al conflicto humano-fauna.....	66
VI. Discusión.....	68
6.1. Concepto de manejo.....	68
6.2. Enfoques de investigación, temática y tipología de prácticas.....	69
6.3. Vinculación CEL/CET y conocimiento científico para el manejo.....	70
6.4 Referencias bibliográficas.....	72
V. Discusión general.....	94
5.1. El conocimiento ecológico local, el manejo local y la conservación.....	94
5.2. Indicadores del gradiente continuo de intensidad en el manejo de fauna.....	98
5.3. Consideraciones en torno al concepto “recursos”.....	102
VI. Conclusiones.....	103
VII. Referencias bibliográficas.....	105
VIII. ANEXOS.....	114

Descripción de ANEXOS:

Capítulo 1

1. Liga al material suplementario de artículo y guía para entrevistas y para ejercicio de estímulos visuales en español
2. Lista de nombres en mexicanatl y español de animales registrados

Capítulo 2

1. Liga al material suplementario de artículo

Capítulo 3

1. Relación entre sitios de adscripción de autores y sitios de estudio
2. Definiciones de conocimiento local/tradicional/indígena en la literatura consultada

Resumen

Esta tesis investiga el manejo de fauna y sus motivaciones a lo largo de un continuo de interacciones entre humanos y distintos grupos de animales. En el primer capítulo, se reportaron los resultados de una investigación de campo en localidades *mexicatl* (nahuas) situadas en áreas rodeadas de selva mediana, bosque mesófilo y bosque de coníferas de la Sierra Negra, Puebla, México. Se analizó la tipología de prácticas de manejo y su relación con la subsistencia y la coexistencia humano-fauna. Se partió de la hipótesis de que mientras más significativas fueran las interacciones entre humanos y animales, debido a la percepción de beneficio o daño, mayor esfuerzo de manejo estaría sucediendo para mantenerlas o mitigarlas. Se condujo una investigación cualitativa-interpretativa y aproximaciones mixtas cualitativa-cuantitativas, para analizar la influencia del conocimiento ecológico local (CEL) en el uso, conflicto y manejo de la fauna silvestre y doméstica. Entre 2018 y 2019 se generaron 356 listados libres y 20 sesiones de entrevistas grupales con estudiantes de primaria, secundaria y bachillerato, usando estímulos visuales, acerca de la presencia de animales en el área, sus nombres, distribución, dieta, uso y manejo; además, se generaron listados libres y entrevistas a profundidad con 18 personas mayores de 16 años. Las personas entrevistadas reconocieron 114 animales, siendo los más relevantes 11 domésticos y 14 silvestres incluyendo venados, mamíferos medianos y pequeños, serpientes y aves. Se reportaron 18 categorías de uso y tres de daño. La demanda de carne de monte, especialmente de venado (*Mazama temama*) y tepezcuintle (*Cuniculus paca*), estuvo relacionada con la percepción de sus propiedades saludables. El manejo incluyó prácticas como: la crianza de animales domésticos, la extracción de animales silvestres para abastecimiento o prevención de daños, el cautiverio temporal de fauna silvestre, la tolerancia de las personas ante ciertos daños causado por la fauna, la aplicación de técnicas locales para proteger a las semillas de maíz y a la fauna doméstica que pueden ser perjudicadas por la fauna silvestre, la regulación a la extracción de fauna silvestre y acuerdos para prevenir conflictos. Se concluyó que el CEL interactúa con las celebraciones tradicionales, creencias religiosas, propiedad de la tierra y migración para definir preferencias y tipos de manejo de fauna.

El segundo capítulo es un estudio del uso y manejo de fauna en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (VTC) y áreas vecinas. La región se distingue a nivel mundial por su alta biodiversidad en relación con otras zonas áridas de América y por su también alta diversidad cultural. En esta zona existe evidencia arqueológica y etnoecológica del aprovechamiento de la biodiversidad por humanos desde hace por lo menos 12 000 años. Se planteó que sería factible identificar un continuo de prácticas de manejo con diferentes niveles de intensidad, dirigidas a la fauna silvestre relevante para la subsistencia de las

culturas locales. Se investigó el uso y manejo dirigidos a la fauna silvestre en las poblaciones humanas contemporáneas, en fuentes documentales publicadas entre 1967 (año de publicación de los estudios arqueológicos de MacNeish) y 2018; se incluyeron además observaciones propias en localidades ixcatecas, cuicatecas, nahuas y mestizas. Se usaron conteos y análisis multivariados para describir y examinar una tipología de manejo de fauna silvestre. Al menos 107 especies han sido reportadas en 11 categorías de uso, principalmente alimento, ornamental y medicinal, en localidades nahuas, cuicatecas, popolocas, ixcatecas, mazatecas y mestizas. Su extracción involucra captura, recolección manual y cacería, planeación en el tiempo y espacio, regulaciones comunitarias, reubicación y cuidados en cautiverio. No se encontró información etnozoológica para localidades mixtecas, chinantecas y chocholtecas de la región. Se concluyó que la fauna silvestre es valorada con fines de aprovechamiento por los habitantes del VTC y que es obtenida principalmente mediante prácticas extractivas que varían en sus características cualitativas entre diferentes localidades del área. Con este trabajo se brindó un contexto para establecer prioridades en la investigación de manejo de fauna con un enfoque biocultural para la región.

El tercer capítulo consistió en un análisis del concepto de “manejo” de fauna y su articulación con el conocimiento ecológico (i.e. local, tradicional, científico u otros). Se revisaron artículos científicos publicados entre 2010 y octubre de 2021, de las colecciones núcleo y Scielo de la base de datos Web of Science. Al menos 13 enfoques de investigación en 142 trabajos vinculan el manejo de fauna con el conocimiento ecológico local (CEL). Las prácticas basadas en CEL dirigidas a vertebrados, artrópodos, gasterópodos y anélidos incluyen el monitoreo, extracción, cuidados en vida silvestre, cautiverio y semicautiverio; crianza, manejo de fuego y agua, enriquecimiento del hábitat con vegetación y regulaciones. Se encontraron relativamente pocos trabajos que aporten evidencia de que el manejo basado en CEL favorece la sustentabilidad en el aprovechamiento de la fauna, la restauración de su hábitat y la prevención del conflicto humano-fauna. Se discute el concepto de manejo como un subconjunto de las interacciones humano-fauna en el que se pueden incluir: 1) la intencionalidad humana; 2) las perspectivas relacionales, en las que se enfatizan las relaciones de respeto, responsabilidad y cuidado; 3) el reconocimiento de la agencia de los animales, cuyas decisiones y acciones inciden en los sistemas socio-ecológicos; 4) el dinamismo de los intereses y motivaciones humanas en relación al manejo; y 5) el manejo como una expresión de las cosmovisiones de distintos grupos culturales.

Abstract

This thesis investigates the meaning and expressions of fauna management and its motivations along a continuum of human-fauna interactions. In the first chapter, our study aimed to analyse a typology of management forms, exploring their relationship with the motivation to maintain coexistence and use of fauna, as well as mitigate negative human-fauna interactions by the *Mexicatl* (Nahua) people of the Sierra Negra. We hypothesised that the more meaningful these interactions due to the magnitude of benefit or damage, phobias, or phobias among other positive or negative perceptions, and ecological aspects and management viability, the more actions and practices might be motivated to maintain or mitigate them. We conducted a qualitative research based on interpretivist approaches, mixing qualitative and quantitative analyses, to analyse the influence of local ecological knowledge (LEK) and natural history as perceived by people on the use, conflicts, and management practices regarding local fauna. In order to gather such information, in 2018 and 2019 we generated 356 free lists of fauna and 20 sessions of group interviews about the presence of animals in the area, the *Mexicatl* name, information on their distribution, diet, use and management. We used visual stimuli with children and young people from schools of basic and intermediate levels in five rural communities and the municipal head of Coyomeapan, Puebla. We also generated free lists and in-depth interviews with 18 persons older than 16 years. People recognised 114 animal items, the most salient being 11 domestic and 14 wild animals including deer, medium and small mammals, snakes, and birds. For both domestic and wild fauna, people reported 18 use categories and three types of damage. LEK interacted with traditional celebrations, religious beliefs, land tenure, and migration to define preferences and management types of fauna. Bushmeat demand, especially on *Mazama temama* and *Cuniculus paca*, was related to a perception of healthy nutrition properties. Management actions included husbandry of domestic animals, extraction of wild animals for supply, or to avoid damages, captivity, tolerance to damage, protection of seeds and domestic animals threatened by wild fauna, regulations for extraction of wild fauna, and agreements to prevent conflicts. Local management strategies of fauna were diverse and contribute to biocultural conservation and theoretical construction on domestication.

The second chapter is a study on the use and management of wild fauna in Tehuacán-Cuicatlán Valley (TCV) and surrounding areas. This region harbours a high biodiversity and a high cultural (and biocultural) diversity. Human-biodiversity interactions in the area have been documented for at least 12,000 years through archaeological and ethnoecological approaches. This study aimed to investigate the use and management practices directed to wild animals along current settlements in the region. We

conducted an extensive search, review and analysis of documental sources for the period between 1967 and 2018. We included our own observations from four case studies among the Ixcatec, Cuicatec, Nahua and Mestizo people. We used unconstrained multivariate data analyses to describe and analyse the typology of management of the animals in the region. Hitherto, 652 vertebrate species and 765 species of insects have been recorded in this area; and until present, 107 wild animal species have been reported to be used through 11 use-type categories, mostly for food, ornamental and medicinal purposes by the Nahua, Cuicatec, Popolocan, Ixcatec, Mazatec and Mestizo people. Their extraction entails manual capture and gathering as well as hunting and trapping strategies, some of them involving planning in time or space and communitarian regulations; in addition, relocation actions and care in captivity were recorded. Ethnozoological information is still lacking for the Mixtec, Chinantec and Chocholtec people in the area. We concluded that wild fauna is still a valuable source of useful products for the inhabitants of the TCV, some of them are also appreciated as company and pets, and some others are controlled to prevent damage. Animals are obtained through extractive practices, which vary from one another in their qualitative attributes. With this work, we provide a context for further research and actions priorities on fauna management in a region of high biocultural significance.

The third chapter consisted of an analysis of the concept of wildlife "management" and its articulation with ecological knowledge (i.e. local, traditional, scientific or other) based on scientific articles published between 2010 and October 2021, from the core and Scielo collections of the Web of Science database. At least 13 research approaches were identified in 142 papers linking wildlife management with local ecological knowledge (LEK). LEK-based practices targeting vertebrates, arthropods, gastropods, and annelids include monitoring, extraction, wildlife care, captivity and semi-captivity, husbandry, fire and water management, habitat enrichment with vegetation, and regulations. Relatively few papers were found providing information that LEK-based management favours sustainability in wildlife utilization, habitat restoration and prevention of human-fauna conflict. The concept of management is discussed as a subset of human-fauna interactions that may include: human intentionality; relational perspectives, in which relationships of respect, responsibility and care are emphasized; kincentric perspectives in which the agency of animals is recognized; human transitions from reacting to uncertainty to an interest in controlling elements or processes of social-ecological systems (and vice versa); and the incorporation of the worldviews of different cultural groups.

I.Introducción general

1. Múltiples perspectivas del manejo de fauna y biodiversidad

1.1. Las interacciones humano-fauna

Los animales cumplen roles sumamente complejos en las sociedades humanas. Pueden llegar a considerarse personas, maestros y deidades (Bhattacharyya & Slocombe, 2017; Espinosa, 2015). Sin embargo, solo para una pequeña fracción de la fauna conocida se ha documentado el aprovechamiento que de ellos hacen diferentes grupos humanos, así como su significado cultural, simbólico y otro tipo de relaciones, incluyendo posturas éticas y conflictos.

Las necesidades humanas que han sido cubiertas con la fauna son variadas (Alves et al., 2018). Para satisfacerlas, los humanos han recurrido a diferentes estrategias que implican la extracción de fauna silvestre, su crianza, su reproducción en cautiverio, procesos de domesticación o, al menos, el cuidado y mantenimiento de animales domésticos. Muy pocas especies de animales han sido domesticadas. La cifra no rebasa las decenas en el caso de los animales terrestres (Larson & Füller, 2014). La FAO reconoce 36 especies de animales domésticos, la mayoría vertebrados, sin contar razas o variedades (listados por sus nombres comunes en FAO, 2022). En estas interacciones tanto las poblaciones de fauna como las humanas pueden verse modificadas en su fenotipo y genotipo (Laland et al., 2016). A pesar de la incorporación de estos animales domésticos, la fauna silvestre de diferentes grupos taxonómicos es extraída bajo distintas estrategias y sigue siendo un elemento relevante para la subsistencia humana.

Por otro lado, los animales son vectores de enfermedades, portadores de venenos y competidores por alimento u otros requerimientos con respecto a los seres humanos, por lo que la gente ha buscado controlar las poblaciones de animales involucrados en interacciones negativas, mediante estrategias preventivas y a menudo con medios letales (Marchini, 2014).

1.2. Conflicto humano-fauna y coexistencia

El concepto de “conflicto humano-vida silvestre” ha sido abordado en la literatura a partir del caso de aquellos animales que, si bien pueden ser repudiados, también son valorados por su carisma o algún beneficio que ofrecen, a diferencia de aquellos animales que son percibidos con cierto consenso entre la población como indeseables o “plagas” (Marchini, 2014). El conflicto humano-fauna ocurre cuando las necesidades y el comportamiento de la vida silvestre impacta negativamente en los objetivos de los humanos, o viceversa, cuando los objetivos de los humanos impactan negativamente las necesidades de la vida silvestre (Madden, 2004).

Estos conflictos pueden surgir cuando la vida silvestre daña a los cultivos, a los animales domésticos o directamente a la gente (Madden, 2004), pero también cuando surgen desacuerdos entre las personas acerca del manejo de los animales que causan los daños (Marchini, 2014). Por ejemplo, mientras algunas personas o grupos humanos involucrados en el manejo de un sistema socio-ecológico consideran que reciben algún beneficio debido a la presencia del animal, otros consideran que se ven perjudicados (Ceașu et al., 2018). Estos conflictos no siempre son inevitables y para describir esta situación se hace mención del concepto de coexistencia humano-fauna (Madden, 2004). Sin embargo, la coexistencia y los criterios para determinarla son mediados por la cultura y siguen siendo objeto de discusión (Knox et al., 2020). A pesar de esto, hay un interés en estudiar las situaciones en las que posiblemente se presente la coexistencia entre fauna y diferentes grupos humanos, con la intención de ofrecer una guía de cómo se podría lograr la coexistencia en otras situaciones (Madden, 2004).

La diversidad de interacciones humano-fauna, que incluyen (pero no se limitan a) el uso, el conflicto y la coexistencia, dan lugar a la toma de decisiones y acciones con ciertos propósitos deliberados, es decir, al manejo de fauna.

1.3. Propuestas en torno al manejo de fauna y de la biodiversidad

El manejo es un concepto en constante discusión. Las definiciones de manejo de fauna presentes en la literatura son diversas, pero tienen en común la incorporación de la toma de decisiones con propósitos deliberados, sobre la fauna o su hábitat, que pueden manifestarse como monitoreo o manipulación de elementos y procesos del ecosistema (Mayor-Aparicio et al., 2004; Ojasti, 2000; Sánchez, 1999; Santos-Fita, 2013; Sinclair et al., 2006) (Tabla 1).

Tabla 1. Algunas definiciones de “Manejo de fauna” presentes en la literatura.

Definición	Referencia
<p>“...actividades dirigidas a la conservación y manipulación del hábitat y de especies en particular, orientadas hacia producir y mantener poblaciones saludables de especies silvestres, en formas ecológicamente sustentables”</p>	<p>Sánchez, 1999, p.18.</p>
<p>“...ciencia y arte de decidir y actuar para manipular la estructura, dinámica y relaciones entre poblaciones de animales silvestres, sus hábitats y la gente, a fin de alcanzar determinados objetivos humanos por medio del recurso fauna silvestre”</p>	<p>Giles, 1971, 1978, citado en Ojasti, 2000, p. 5</p>
<p>“...gestionar el uso de un recurso, en este caso animales silvestres, de tal forma que este recurso proporcione beneficios para la población que lo maneja y de forma sostenida”</p>	<p>Mayor-Aparicio, Santos-Fita y López-Bejar, 2007, p. 71</p>
<p>Actividades dirigidas a las poblaciones de aves y mamíferos en vida silvestre, en el contexto del ecosistema, para cumplir un objetivo deliberado y que puede consistir en hacer que la población incremente, disminuya, se obtenga una cosecha continua o únicamente se lleve a cabo el monitoreo.</p>	<p>Sinclair et al., 2006, pp.2,3</p>
<p>“acciones que se realizan de manera planificada para manipular o preservar una población determinada en su hábitat (Caughley y Sinclair, 1994), con fines de obtener un beneficio directo (e.g. uso extractivo) o indirecto (e.g. servicio ambiental)”... con propósitos de “uso, control planificado y protección de la fauna silvestre que aprovechan los seres humanos para satisfacer necesidades concretas y responder a expectativas, aspiraciones o demandas, muchas veces incluso antagónicas (Miranda, 1993)”</p>	<p>Santos-Fita, 2013, p.5</p>

Sin embargo, en general estas definiciones se enfocan en animales que son mantenidos en condiciones silvestres y excluyen la reproducción de animales en cautiverio, ya que esto se considera dentro del campo de la zootecnia (Ojasti, 2000).

Para aproximarnos a las interacciones humano-fauna, en este trabajo usamos como base la propuesta general de manejo de biodiversidad de Casas et al. (2014, 2016) y Casas y Parra (2016), y como resultado de la investigación se recreó esta propuesta. De acuerdo con estos autores, el manejo comprende decisiones, intervenciones o transformaciones con propósitos deliberados, sobre elementos y/o sus procesos funcionales en el ecosistema a diferentes escalas, incluyendo individuos o poblaciones, interacciones ecológicas, así como los elementos abióticos del sistema. Dichos actos pueden tener fines de aprovechamiento (i.e. estrategias y prácticas para obtener y utilizar elementos, procesos o sistemas), conservación (i.e. estrategias y prácticas para mantener los elementos, procesos o sistemas) o restauración (i.e. estrategias y prácticas para recuperar elementos, procesos o sistemas) y tienen una dimensión en el espacio y tiempo mediante el ordenamiento (i.e. estrategias de planificación del manejo) (Casas et al. 2014, 2016; Casas & Parra, 2016).

De esta manera, con base en esta propuesta conceptual, para dirigir esta investigación se partió de considerar el manejo de fauna como un conjunto de prácticas intencionales en un amplio espectro: por un lado, prácticas extractivas como la cacería, pesca o recolección de animales silvestres, que pueden incluir la manipulación de otros elementos como plantas hospederas o que son parte de la dieta, con el fin de aumentar la accesibilidad de un recurso (Zeder, 2015). Asimismo, contempla la eliminación deliberada de fauna considerada nociva o indeseable para la vida humana (Madden, 2014). También comprende prácticas como los cuidados o la crianza sistemática de fauna silvestre o doméstica y la selección humana asociada a procesos de domesticación (Casas et al., 2014). Finalmente, incluye las acciones de conservación o restauración, las cuales pueden acordarse con el propósito de evitar el abatimiento de las poblaciones de interés o incluso su recuperación, para lograr la coexistencia humano-fauna (Lute & Carter, 2020).

El manejo de fauna está influido por la percepción de la historia natural de los animales de interés, su disponibilidad y los valores asociados a ellos. Además, por el grado en que éstos son extraídos y el riesgo que implica para las personas extirpar los elementos deseados. También por la

curiosidad, la atracción por la belleza y el simbolismo. En su conjunto, estas cuestiones constituyen motivaciones que dan lugar a una alta diversidad de prácticas de manejo (Blancas et al., 2016). Sin embargo, también lo son las relaciones de respeto, responsabilidad y cuidado establecidas entre las personas y otros seres (i.e. valores relacionales), así como las propiedades del organismo en cuestión. En este caso se incluyen aquellos valores asociados a la existencia de los organismos, independientemente de que se les otorgue un valor en función de los humanos y considerando, además, su calidad de vida (i.e. valores intrínsecos). Todos estos valores son aspectos considerados en el manejo (Bhattacharyya & Slocombe, 2017; IPBES, 2022; Moreno-Calles et al., 2010; Rangel-Landa et al., 2016; Thornton et al., 2015). Las estrategias de manejo de los taxa valorados (i.e. plantas o fauna alimenticias) pueden llevarse a cabo con distintos niveles de intensidad de manera simultánea, incluso a escala local (Blancas et al., 2016; Harris, 1989; Solís & Casas, 2020).

1.4. Gradiente continuo de intensidad en las interacciones humano-fauna

La hipótesis de un gradiente continuo en la intensidad de las interacciones de los humanos con la biodiversidad y con los animales en particular ha sido planteada desde la década de los 1960's (Zeuner, 1963). Ha sido parte del análisis de los orígenes de la domesticación. Esta hipótesis contempla, por un lado, la intencionalidad humana y por otro su vinculación ecológica y biológica con otros organismos o con su hábitat. Además, es posible vincularla con la construcción cultural de nicho, que implica la inclusión de procesos sociales de transmisión del conocimiento como catalizadores del manejo de la biodiversidad (Smith, 2011, 2011b). Las similitudes y variaciones en la intencionalidad humana, así como en las interacciones ecológicas que las poblaciones humanas establecen con otros elementos del ecosistema y la transmisión social del conocimiento pueden resultar en una alta diversidad de interacciones humano-fauna (Bhattacharyya & Slocombe, 2017; Solís y Casas, 2019; Thornton et al., 2015; Zeder, 2006). La discusión de un continuo de estrategias de manejo, derivadas de dichas interacciones, que se manifiesta a distintas escalas y que tiene implicaciones tanto en la conservación como en los escenarios de domesticación, es de interés en este trabajo. Por tal motivo, esta sección está dedicada a introducir algunos de los modelos de gradiente continuo de intensidad de manejo.

Los modelos de un gradiente continuo de intensidad de manejo de fauna que se mencionarán a continuación no implican necesariamente una transición de una etapa a otra y son modelos descriptivos, pero no explicativos. Se trata de modelos cualitativos que ponen énfasis en una pregunta:

¿cómo son y qué huellas dejan las interacciones de manejo humano-fauna, que se encuentran en el continuo que existe entre los extremos planteados? (Zeder, 2006). Esta pregunta tiene proyección ecológica, evolutiva y social. El presente trabajo se elaboró con base en estas propuestas de gradientes de interacción, partiendo en particular del modelo de interacciones humano-fauna propuesto por Zeder y vinculándolo con las propuestas de Smith para ubicar las acciones dirigidas a la fauna en escalas ecológicas más amplias como las comunidades bióticas, los ecosistemas y paisajes. En los tres diferentes capítulos se exploró la utilidad de estos modelos como marco para un análisis descriptivo de las interacciones humano-fauna, guiadas por la intencionalidad humana, a diferentes escalas. Pero se generó, además, una propuesta explicativa con base en información cualitativa de un caso de estudio. De manera similar, estos gradientes de interacciones han motivado investigaciones arqueológicas, etnoecológicas y biológicas del manejo de animales, plantas, hongos y bacterias, así como de sistemas de provisión y producción de alimentos para los cuales se han utilizado distintos indicadores (Álvarez, 2019; Blancas et al., 2013; Casas et al., 2014, 2016; Farfán-Heredia et al., 2018; Rangel-Landa et al., 2017; Sugiyama et al., 2020; Torres et al., 2015). Entre las evidencias que se han utilizado para respaldar estos modelos se encuentra la etnográfica, histórica y arqueológica.

Harris (1989) planteó con evidencia etnográfica e histórica un modelo descriptivo de la intensidad de las interacciones humano-plantas en los sistemas alimenticios, que también propuso como aplicable a la fauna. En su propuesta, el esfuerzo humano invertido por unidad de área es un indicador de la intensidad. Su modelo mantuvo un carácter cualitativo, aunque sugirió la posibilidad de utilizar las calorías por unidad de área como unidades de medición del esfuerzo humano invertido y los resultados obtenidos a cambio. Respecto al esfuerzo invertido en las plantas, actividades como el uso del fuego o la recolección de plantas silvestres reflejarían poco esfuerzo humano y pocos cuidados dirigidos a las plantas, por lo tanto, son consideradas de baja intensidad. En cambio, comportamientos o acciones puntual y deliberadamente dirigidas al cuidado de las plantas como la labranza sistemática de la tierra, la manipulación de los sistemas reproductivos, la aplicación de selección artificial y el cultivo o propagación de especies domesticadas, son todas interacciones con mayor intensidad. Cada una de estas acciones tiene efectos ecológicos a distintas escalas. El esfuerzo invertido también está relacionado con el avance del tiempo y la modificación de atributos socioeconómicos como la transición al sedentarismo, el aumento de la densidad poblacional o la estratificación de la organización social. Más recientemente, Melinda Zeder (2006) propuso, integrando evidencia arqueológica, un

gradiente continuo de interacciones humano-fauna que se manifiesta tanto por parte de los humanos, como por parte de las poblaciones de la fauna con la que mantienen interacciones.

De acuerdo con la propuesta de Zeder (2006), existen múltiples ejes a lo largo de los cuales se puede identificar un gradiente continuo en la intensidad de las interacciones. Por un lado, en las poblaciones de especies de animales (o de plantas) tendríamos en un extremo de baja intensidad, a las poblaciones silvestres sujetas a procesos de extracción, que no presentan cambios en el genotipo y fenotipo atribuibles a la manipulación de los humanos, mientras que, en otro extremo, tendríamos poblaciones en las que han ocurrido cambios en el genotipo y fenotipo entre poblaciones silvestres y manejadas como resultado de las acciones humanas. Asimismo, encontraríamos variación en el nivel en que las poblaciones animales manejadas dependen de los humanos para sobrevivir. Así, en un extremo de baja intensidad estarían las poblaciones silvestres y aquellas poblaciones animales que, después de haber estado bajo cuidado humano (incluso en procesos de selección artificial y domesticación), son capaces de establecerse y mantener su adecuación en vida libre. Por otro lado, en un extremo de alta intensidad de manejo, tendríamos las poblaciones animales domesticadas (en este caso, la domesticación se define como un mutualismo mediado por la intencionalidad humana), las cuales no podrían sobrevivir en vida libre, sin cuidado humano. Es la situación, por ejemplo, de poblaciones de animales que han sido trasladadas a condiciones ambientales en las que no tienen disponibilidad de alimento, enferman o son fácilmente depredadas hasta su extirpación. Por parte de los humanos algunos de los criterios son la forma de obtención de los animales, la inversión en labores y la incorporación de la fauna en la organización socioeconómica. Así, en el extremo de baja intensidad encontraríamos prácticas extractivas como la cacería y recolección de animales silvestres, ninguna inversión humana en labores y la ausencia de nociones de propiedad sobre la fauna. En el extremo de alta intensidad de manejo, tendríamos un sistema económico totalmente basado en la agricultura y una alta inversión de labores en la crianza selectiva, así como nociones de propiedad sobre la fauna.

El gradiente continuo de intensidad de manejo también se manifiesta cuando las acciones son dirigidas, además de la fauna, a otros componentes del ecosistema como socios o acompañantes ecológicos o elementos abióticos del hábitat de los organismos referidos. Por ejemplo, plantas hospederas, especies competidoras o depredadoras, organismos que son parte de la dieta de los animales o bien, manipulación de fuego y agua en función de facilitar o disminuir la presencia de la

fauna (Clement et al., 2021, van Itterbeeck & van Huis, 2012). De hecho, algunas aproximaciones han tomado como modelo a los animales vertebrados para rastrear la intensidad de manejo en el paisaje (Sugiyama et al., 2020). Todas estas modificaciones a distintas escalas pueden incluirse en el marco teórico de la construcción cultural del nicho de diferentes grupos humanos desde la prehistoria, que implica no solo la adaptación a los cambios en el ambiente que actúen como presiones de selección, sino la posibilidad de modificar este ambiente (Smith, 2011, 2011b; Zeder, 2015).

El modelo de la construcción cultural de nicho (Smith, 2011, 2011b) propone que durante el Holoceno los humanos se han comportado activamente como ingenieros de los ecosistemas que habitan, característica compartida con otros animales, pero que ha sido catalizada por la transmisión social del conocimiento. Los han modificado para obtener más energía, mediante estrategias para volver más accesible, abundante y predecible la disponibilidad de plantas y animales necesarios para la subsistencia. Este modelo implica que existe un conocimiento que se transmite entre personas, acerca de estas prácticas. Además, el modelo propone que existe un conjunto determinado de características que permite predecir cuáles taxa son susceptibles de manejo y que existirá cierta tipología limitada de estrategias de manejo que pueden ser dirigidas a dichos taxa. Con evidencias del manejo de fauna en Norteamérica, Smith (2011b) propuso que las estrategias dirigidas a facilitar el acceso humano a la fauna silvestre están representadas en dos categorías generales: aquellas mediante las cuales se busca expandir el hábitat y recursos para la fauna y aquellas con las que se pretende restringirla o canalizarla, mediante modificaciones estructurales o funcionales en el paisaje. Asimismo, Smith discute que, si bien existen estrategias de amplio espectro que inciden en la vegetación aumentando su capacidad de carga en presas de cacería, también hay acciones dirigidas puntualmente a ciertas especies de animales, o sitios del paisaje relacionados con la fauna deseada.

En su conjunto, estas estrategias de manejo pueden considerarse manifestaciones de la cosmovisión, como se discute a continuación.

1.5. El manejo de fauna como una expresión de la cosmovisión

El concepto de cosmovisión es un aporte de distintas áreas de las ciencias sociales (i.e. historia, antropología, sociología) al estudio de la construcción de interpretaciones del mundo y decisiones humanas con respecto a tal interpretación (López-Austin, 2015; Sancén, 2015). En torno a este

concepto existen múltiples perspectivas, y en esta tesis se ha partido de tres propuestas surgidas de estudios de la cosmovisión mesoamericana. En términos generales, la cosmovisión se refiere a aquello que permite a una cultura percibir el universo que le rodea, interactuar con él y formarse una imagen estructurada de todo cuanto existe para esa cultura (Espinosa, 2015). Good-Eshelman (2015, pp. 140,141) la plantea como una “tradición intelectual” entendida como: “...un amplio y diverso cuerpo de conocimiento y de pensamiento sistemático, acumulado, modificado y transmitido a través del tiempo; necesariamente tiene una coherencia y lógica internas que puede acomodar una diversidad de perspectivas, y por lo mismo no es homogéneo ni normativo”.

López-Austin (2015, pp.33, 44) se refiere a la cosmovisión como una “red intersubjetiva de actos mentales”, que involucran no sólo procesos relacionados con el conocimiento sino también de emociones e intenciones y es definida como: “Hecho histórico de producción de procesos mentales inmerso en decursos de muy larga duración, cuyo resultado es un conjunto sistémico de coherencia relativa, constituido por una red colectiva de actos mentales, con la que una entidad social, en un momento histórico dado, pretende aprehender el universo en forma holística”.

Uno de los planteamientos en la aproximación de López-Austin es que los componentes del conjunto de la cosmovisión cambian a diferentes ritmos; mientras algunos son efímeros, otros se han mantenido en periodos históricos muy largos (muchos siglos, a ésto le llama “decursos”), como es el caso de las actividades de cacería, pesca y recolección, porque siguen formando parte de las vivencias cotidianas de las sociedades mesoamericanas, aunque también se hayan incorporado actividades agrícolas o de otro tipo (López-Austin, 2015).

Si bien la cosmovisión es un concepto abstracto, se puede observar en actos concretos o “empíricos” manifestados en el aprovechamiento de la biodiversidad, así como en actividades económicas, políticas, ceremoniales, artísticas, entre otras (Good-Eshelman, 2015). Estas actividades surgen en un contexto histórico y social específico y se modifican según distintas coyunturas socio-políticas; asimismo, involucran un proceso de percepción e interpretación tanto individual como colectivo, por lo que al interior de un mismo grupo humano pueden existir divergencias (Good-Eshelman, 2015; López- Austin, 2015; Sancén, 2015). Por lo tanto, podemos situar al manejo de fauna

como una de las manifestaciones concretas de la cosmovisión, que al igual que otros elementos, se ve influido por condiciones internas y externas, actuales e históricas, del grupo humano que las realiza.

El manejo de diferentes grupos de animales y en general de la biodiversidad ha sido vinculado con las cosmovisiones humanas a través del concepto denominado conocimiento ecológico “local” o “tradicional”. Sin embargo, como se analiza en el capítulo 3 de este trabajo, no existe un consenso respecto al significado de tal concepto, ni del uso de los adjetivos “local” o “tradicional” en la literatura de manejo de fauna. Algunos autores lo han planteado como un complejo de conocimientos, prácticas y creencias (Berkes, 2008; Toledo, 2002), que en su conjunto está inmerso en la cosmovisión (Berkes, 2008). En este planteamiento, las creencias denotan aspectos religiosos, espirituales o percepciones en cuanto al rol de los humanos en el mundo (Berkes, 2008).

El análisis de Berkes (2008), respecto a las relaciones entre la cosmovisión y el CEL/CET es frecuentemente citado en la literatura de manejo de fauna (capítulo 3). En él, se refiere a la cosmovisión como el componente conceptual con el que se interpretan las observaciones del ecosistema y del mundo en general. Es decir, resalta su componente abstracto. Sin embargo, los referentes de la cosmovisión mesoamericana (Espinosa, 2015; Good-Eshelman, 2015; López-Austin, 2015) permiten situar como componentes de la misma, también a los procesos de construcción, transmisión y aplicación práctica del conocimiento y del manejo.

En los tres diferentes capítulos de esta tesis existen variaciones en la aproximación al CEL/CET y al manejo. Esto se debe al proceso mismo de investigación e interpretación de la información. Sin embargo, de manera general, consideramos que el CEL/CET involucra la configuración mutua entre la cosmovisión y los actos de observar, habitar, manejar e interpretar un ecosistema (Barrera-Bassols y Toledo, 2005; Berkes, 2008; Pauli et al., 2012). Además, incluye procesos adaptativos y su transmisión intergeneracional (Berkes, 2008). En otras palabras, el CEL/CET es el resultado de una larga historia compartida entre los ecosistemas y las poblaciones humanas, que se manifiesta en el aprendizaje profundo de la diversidad, propiedades, interacciones, beneficios, daños, simbolismos, valores, mitos, costumbres y prácticas dirigidas a la fauna con distintas finalidades (Solís y Casas, 2019). Entre las disciplinas que estudian el CEL/CET y el manejo se encuentran las etnociencias.

1.6. Las etnociencias como aproximación al estudio del manejo de fauna

Las etnociencias son un conjunto de disciplinas que, desde principios del siglo XVIII, se dirigen a documentar y comprender la sabiduría “indígena”, “campesina” y “popular” (Argueta-Villamar, 1997, p.13). Entre ellas se encuentran la etnozología, la etnobiología y la etnoecología. Desde la aparición de estos términos en 1914, 1936 y 1954 respectivamente (Argueta-Villamar et al., 2012; Toledo, 2002), la interpretación de los mismos y la construcción de su marco conceptual ha sido objeto de discusión (Alves et al., 2018; Alves & Souto, 2015; Argueta-Villamar et al., 2012; Toledo, 2002).

Entre las etnociencias, la etnoecología permite articular las decisiones de manejo de fauna, que pueden involucrar la manipulación de elementos y procesos del ecosistema a varias escalas, con sus repercusiones sobre parámetros ecológicos, pero también con la cosmovisión de las personas que las llevan a cabo (Toledo, 2002). Todo ello, sin perder de vista que la experiencia individual influye en la toma de decisiones. Por su planteamiento interdisciplinario, este marco da cabida a varias epistemologías y procedimientos metodológicos (Toledo, 2002). En esta investigación, para analizar los procesos implicados en las decisiones de manejo de fauna se condujo una investigación cualitativa, orientada por el interpretativismo (Castillo et al., 2020; Maxwell, 2013) y que incorpora la teoría fundamentada en datos (Strauss & Corbin, 1998). Además, en los casos en los que las preguntas lo ameriten, se utiliza una aproximación cuantitativa.

2. Reconocer múltiples maneras de interpretar la realidad

2.1. La investigación cualitativa y el interpretativismo

La investigación cualitativa está enfocada en el estudio, descripción y explicación de los procesos que conducen a que sucedan ciertos eventos. Es decir, busca explicar o generar teoría, acerca de la manera en que las personas, situaciones y eventos se relacionan e influyen entre sí para que un fenómeno ocurra. En contraste, la investigación cuantitativa está más enfocada en el estudio de relaciones entre variables y las explicaciones que ofrece suelen fundamentarse en análisis estadísticos acerca de cómo la variación de una variable determinada influye sobre la variación de otra (Maxwell, 2013). Cada uno de estos enfoques tiene sus fortalezas y, dependiendo del tipo de pregunta, es pertinente utilizar uno u otro.

La investigación cualitativa permite un enfoque interpretativo, orientado a entender la manera en que los participantes en el estudio interpretan ciertos eventos y cómo dichas interpretaciones influyen sobre su comportamiento, en un contexto particular (Maxwell, 2013). Desde el interpretativismo se reconoce la existencia o percepción de realidades múltiples, que son construidas a través de la interacción humana en un contexto social dado (ontología). Además, en la construcción de la realidad también está involucrada la investigadora (o investigador) con sus propias interpretaciones (epistemología). Estas características contrastan con la postura del positivismo, que contempla una única realidad universal, independiente del investigador, que puede ser medida y conocida con objetividad (Castillo et al., 2020).

En la investigación cualitativa el diseño de investigación es flexible, en tanto que permite incorporar fenómenos que no habían sido anticipados y generar explicaciones acerca de estos. Ello puede lograrse a través de la metodología conocida como la teoría fundamentada en datos (Strauss & Corbin, 1998). En ésta se plantea que es a partir de los datos que se puede encontrar una aproximación a la realidad más fidedigna que aquella basada únicamente en evaluar o poner a prueba ciertos conceptos teóricos previamente desarrollados.

2.2. Diseño de investigación

En la presente investigación se ha adoptado un diseño siguiendo la propuesta de Maxwell (2013), haciendo explícito que es un diseño interactivo. Es decir, el marco conceptual está siendo fundamentado en la teoría previamente desarrollada por diversos autores en torno al manejo de fauna desde disciplinas como la ecología evolutiva y domesticación, la biología de la conservación, así como en la teoría fundamentada en datos a partir del análisis del trabajo de campo (Strauss & Corbin, 1998). A su vez, este marco conceptual está en interacción con las preguntas de investigación, por lo que ambos se han ido redefiniendo. Se plantearon algunas preguntas de proceso, que fueron analizadas con métodos cualitativos para comprender las conexiones entre distintos eventos; sin embargo, también se plantearon algunas preguntas de varianza, que fueron analizadas con conteos y métodos estadísticos (Maxwell, 2013).

3. Preguntas de investigación

Esta investigación se dirigió a contestar las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se articulan el conocimiento ecológico local y las estrategias de manejo local de fauna en comunidades *mexicatl* de la Sierra Negra, en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán y en contextos más generales?
- ¿Cómo se manifiesta en estos tres casos la diversidad de las prácticas de manejo local de fauna y un gradiente continuo en la intensidad de manejo?
- ¿Cuáles son las condiciones que actúan como motivaciones o detractores del manejo local de fauna?
- ¿Qué indicadores funcionan como marcadores de la intensidad de manejo de fauna?

4. Objetivo e hipótesis general

4.1. Objetivo general

Analizar los tipos de interacciones humano-fauna y las estrategias de manejo basadas en conocimiento ecológico local, dirigidos a atender los requerimientos humanos de subsistencia y coexistencia con la fauna, identificando las condiciones que actúan como motivaciones o detractores de este manejo, de su intensificación y diversificación, a escala local (en comunidades *mexicatl* de la Sierra Negra), regional (Sierra Negra y Valle de Tehuacán-Cuicatlán) e internacional (literatura científica).

4.2. Hipótesis general

La idea que ha guiado esta tesis es que existe un gradiente continuo en el manejo de fauna (Zeder 2006), que puede analizarse de manera cualitativa caracterizando los tipos de manejo y sus motivaciones a nivel local, regional y en la literatura científica internacional de tal manera que:

Una mayor intensidad en el manejo de la fauna, o de los elementos con los que esta mantiene interacciones bióticas (i.e. árboles hospederos, elementos de la dieta), o del manejo de su hábitat, estará dirigida a facilitar: (i) la presencia de aquellos animales de mayor importancia cultural y/o (ii) que se

encuentran sometidos a un alto nivel de demanda por su valoración utilitaria, cultural o económica y que (iii) son percibidos con una mayor incertidumbre en la reducción o agotamiento de su disponibilidad (Blancas et al., 2013). O bien, estarán dirigidas a favorecer aquellos animales que son apreciados por estar asociados a valores relacionales o intrínsecos (Bhathacharyya & Slocombe, 2017; Rangel-Landa et al., 2016; Thornton et al., 2015). Una mayor intensidad de manejo también estará dirigida a disminuir los conflictos con aquellos animales que siendo percibidos como causantes de problemas o pérdidas son vistos como un riesgo para la vida humana o las actividades que la sustentan (Marchini, 2014).

5. Proceso general de la tesis

Para investigar las preguntas y analizar las hipótesis, se llevó a cabo una investigación de campo en comunidades *mexicatl* de la Sierra Negra de Puebla. Asimismo, se realizó una búsqueda y revisión de literatura sobre uso y manejo de fauna en la región del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Finalmente, para abordar el contexto general del manejo se efectuó una búsqueda de literatura sobre manejo de fauna en relación con el conocimiento ecológico tradicional, como se explica en la Figura 1.

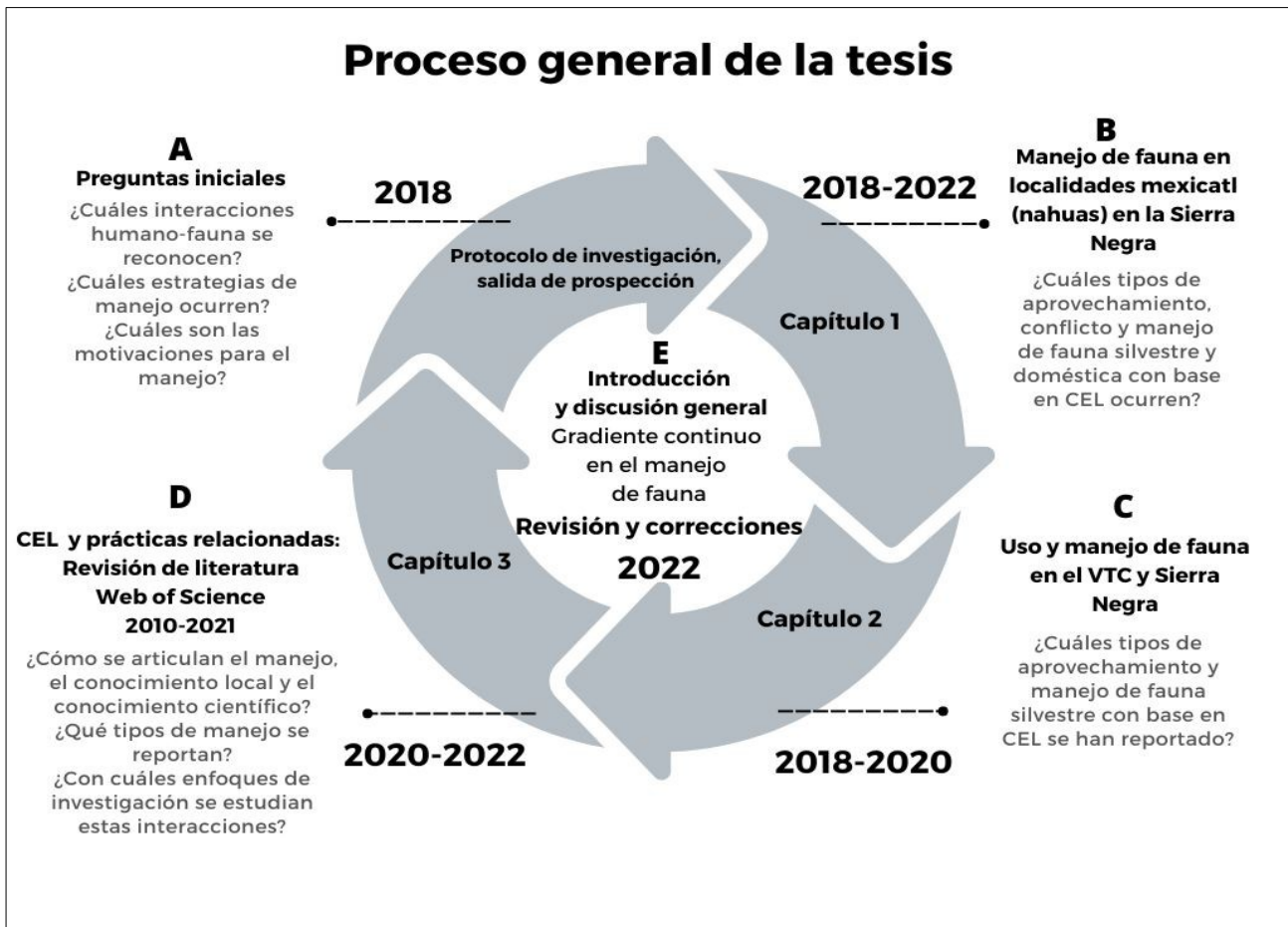


Figura 1. Proceso general de la tesis. En el año 2018 se partió de preguntas guía para generar un protocolo de investigación del manejo de fauna (A). Entre 2018 y 2020 se condujo una investigación de campo del manejo de fauna en localidades nahuas del municipio Coyomeapan en la Sierra Negra de Puebla (B) que constituye el capítulo 1. Paralelamente se inició una investigación documental (C) acerca de los tipos de manejo de fauna con base en conocimiento ecológico local (CEL) reportados en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (VTC) y Sierra Negra, a la cual se integraron reportes de estudios de caso recientes, incluyendo el de este proyecto (B) y constituye el capítulo 2. La información generada en ambos estudios marcó la pauta para el capítulo 3 (D) , que es un análisis en torno a la articulación del manejo de fauna con el CEL y el conocimiento científico, así como de los tipos de manejo local reportados en la literatura científica de las bases de datos de Web of Science entre 2010 y 2021. Finalmente, estos tres capítulos fueron integrados en la introducción y discusión general del presente documento, en el cual se vinculan con las propuestas de un gradiente continuo en el manejo de fauna (E). El proceso de revisión final trajo como resultado una nueva iteración en la investigación que se ve reflejada en la introducción y discusión general.

6. Descripción de los tres capítulos

El primer capítulo es un artículo publicado en la revista *Frontiers in Ecology and Evolution* (Zarazúa-Carbajal et al. 2022). En este trabajo se reportan los resultados de una investigación de campo en localidades *mexicatl* (nahuas) situadas en áreas rodeadas de selva mediana, bosque mesófilo y bosque de coníferas de la Sierra Negra, Puebla, México. Como guía para iniciar la investigación, se partió de la hipótesis de que mientras más significativas fueran las interacciones entre humanos y animales, debido a la percepción de beneficio o daño, mayor esfuerzo de manejo estaría sucediendo para mantenerlas o mitigarlas. Se condujo una investigación cualitativa-interpretativa y aproximaciones mixtas cualitativa-cuantitativas, para analizar la influencia del conocimiento ecológico local (CEL) en el uso, conflicto y manejo de la fauna silvestre y doméstica. Se analizó la tipología de prácticas de manejo y su relación con la subsistencia y la coexistencia humano-fauna utilizando categorías teóricas previamente propuestas en la literatura científica e integrando además aquellas emergentes en la evidencia empírica del trabajo de campo. Entre 2018 y 2019 se generaron 356 listados libres y 20 sesiones de entrevistas grupales siguiendo el formato de taller, con estudiantes de primaria, secundaria y bachillerato, usando estímulos visuales (fotografías). En estas sesiones se abordó la presencia de animales en el área, sus nombres locales (en nahuatl y español) e información de distribución, dieta, uso y manejo. Además, se generaron listados libres y entrevistas a profundidad con 18 personas mayores de 16 años. Las personas entrevistadas reconocieron un total de 114 animales, siendo los más relevantes 11 domésticos y 14 silvestres incluyendo venados, mamíferos medianos y pequeños, serpientes y aves. Se reportaron 18 categorías de uso y tres de daño. La demanda de carne de monte, especialmente de venado (*Mazama temama*) y tepezcuintle (*Cuniculus paca*), estuvo relacionada con la percepción de sus propiedades saludables. El manejo incluyó prácticas como: la crianza de animales domésticos, la extracción de animales silvestres para abastecimiento o prevención de daños, el cautiverio temporal de fauna silvestre, la tolerancia de las personas ante ciertos daños causado por la fauna, la aplicación de técnicas locales para proteger a las semillas de maíz y a la fauna doméstica que pueden ser perjudicadas por la fauna silvestre, la regulación a la extracción de fauna silvestre y acuerdos para prevenir conflictos. Se concluyó que el CEL interactúa con las celebraciones tradicionales, creencias religiosas, propiedad de la tierra y migración para definir preferencias y tipos de manejo de fauna.

El segundo capítulo del documento es un estudio sobre el uso y manejo local de fauna en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (VTC) y áreas vecinas. En orden cronológico, fue el primer artículo publicado, en la revista *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* (Zarazúa-Carbajal et al. 2020). Sin embargo, se desarrolló de manera simultánea a la primera fase del capítulo previo. El Valle de Tehuacán-Cuicatlán fue elegido como lugar de estudio para este trabajo ya que se distingue por su alta biodiversidad en relación con otras zonas áridas de América y por su también alta diversidad cultural. Por estos motivos ha sido declarado como un sitio de Patrimonio Mundial por la UNESCO. En esta zona existe evidencia arqueológica y etnoecológica del aprovechamiento de la biodiversidad por humanos desde hace por lo menos 12 000 años. Se planteó que sería factible identificar un continuo de prácticas de manejo con diferentes niveles de intensidad, dirigidas a la fauna silvestre relevante para la subsistencia de las poblaciones humanas locales. Se investigó el uso y manejo dirigidos a la fauna silvestre en las poblaciones humanas contemporáneas, en fuentes documentales publicadas entre 1967 (año de publicación de los estudios arqueológicos de MacNeish) y 2018. Además, se incorporaron observaciones propias en localidades nahuas en la Sierra Negra y, mediante colaboraciones con el grupo de coautores, también en localidades ixcatecas, cuicatecas y mestizas con ancestros popolocas. Se usaron conteos y análisis multivariados para describir y examinar una tipología de manejo de fauna silvestre. Encontramos que al menos 107 especies han sido reportadas en 11 categorías de uso, principalmente alimento, ornamental y medicinal, en localidades nahuas, cuicatecas, popolocas, ixcatecas, mazatecas y mestizas. Su extracción involucra captura, recolección manual y cacería, planeación en el tiempo y espacio, regulaciones comunitarias, reubicación y cuidados en cautiverio. Sin embargo, no se encontró información etnozoológica para localidades mixtecas, chinantecas y chocholtecas de la región. Se concluyó que la fauna silvestre es valorada con fines de aprovechamiento por los habitantes del VTC y que es obtenida principalmente mediante prácticas extractivas que varían en sus características cualitativas entre diferentes localidades del área. Con este trabajo se buscó aportar un primer esfuerzo de sistematización y análisis acerca del manejo local de fauna silvestre en la región. De esta manera, se brinda un contexto para futuras investigaciones en la región, que aborden el manejo local de fauna.

El tercer capítulo se configuró como tal para situar en un contexto más general los temas que emergieron en el proceso de investigación de los dos capítulos anteriores. Por ejemplo, el tipo de regulaciones vinculadas al manejo local, así como las condiciones que actúan como facilitadoras o

detractoras del mismo. También estuvo motivado por un cuestionamiento respecto al uso de conceptos como “manejo”, “recursos”, “creencias” y CEL/CET en esta tesis. Con tal fin se revisaron artículos científicos de manejo de fauna publicados entre 2010 y octubre de 2021, de las colecciones núcleo y Scielo de la base de datos Web of Science. Se buscó identificar los ejes de vinculación entre el manejo y el conocimiento ecológico (i.e. local, tradicional, científico u otros) identificados en 194 resúmenes de esta literatura. Además, analizar los conceptos de “manejo” de fauna y del conocimiento ecológico “local” (CEL) o “tradicional” (CET), reportados desde diferentes enfoques de investigación (alrededor de 100 trabajos citaron estos conceptos y cerca de 40 trabajos incluyeron definiciones). Finalmente, identificar una tipología de las prácticas de manejo presentes en 93 artículos de esta colección. Para esto último, se siguió la hipótesis de un gradiente continuo en la intensidad de manejo de fauna y se incluyeron los principales temas abordados por los autores de estos trabajos para cada práctica. Gran parte de los resúmenes analizados refieren a fortalezas y desafíos acerca del CEL como fuente de información para trabajos ecológicos científicos aplicables al manejo. Sin embargo, pocos resúmenes se refieren a las estrategias basadas en CEL como “manejo”. Al menos 13 enfoques de investigación vincularon el manejo de fauna con el CEL. Se reportaron prácticas basadas en CEL vinculadas con la subsistencia y la atención al conflicto humano-fauna. Éstas fueron dirigidas a vertebrados terrestres y acuáticos, artrópodos, gasterópodos y anélidos. Se expresan en escalas ecológicas desde los individuos hasta el paisaje. Incluyeron el monitoreo, extracción, cuidados en vida silvestre y en cautiverio; crianza, manejo de fuego y agua, enriquecimiento del hábitat con vegetación y diversas regulaciones. Se discute el concepto de manejo como una perspectiva de las interacciones humano-fauna en la que se pueden incluir: 1) la intencionalidad humana, 2) los valores relacionales, que enfatizan el respeto, responsabilidad y cuidado; 3) el reconocimiento de la agencia de los animales, cuyas decisiones y acciones inciden en los sistemas socio-ecológicos; 4) el manejo local como expresión de las cosmovisiones de distintos grupos humanos; y 5) el dinamismo de los intereses y motivaciones humanas en relación al manejo. Se concluye que las aproximaciones de investigación que reconocen múltiples maneras de interpretar la realidad en general y las interacciones humano-fauna en particular, son relevantes para los procesos de manejo en que se plantea como guía la sinergia entre el manejo local, el CEL/CET y el conocimiento ecológico académico.

II. Capítulo 1: Conocimiento ecológico y manejo de fauna entre los *mexicatl* de la Sierra Negra, México: una aproximación interpretativa

Artículo de investigación:

Zarazúa-Carbajal M, Chávez-Gutiérrez M, Peña-Mondragón JL y Casas A (2022) Ecological Knowledge and Management of Fauna Among the Mexicatl of the Sierra Negra, México: An Interpretive Approach. *Front. Ecol. Evol.* 10:760805. doi: 10.3389/fevo.2022.760805



Mejor prevenir que perder la semilla. La resina es extraída de astillas de madera de pino en un horno de tierra. Servirá para proteger de la depredación de animales, a las semillas de maíz recién sembradas. Ahuatla, Coyomeapan, Puebla. 9 de abril de 2019.



Ecological Knowledge and Management of Fauna Among the *Mexicatl* of the Sierra Negra, México: An Interpretive Approach

Mariana Zarazúa-Carbajal^{1,2}, Michelle Chávez-Gutiérrez¹, Juan Luis Peña-Mondragón¹ and Alejandro Casas^{1*}

¹ Laboratorio de Manejo y Evolución de Recursos Genéticos, Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, Mexico, ² Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico City, Mexico

OPEN ACCESS

Edited by:

Rômulo Romeu Nóbrega Alves,
State University of Paraíba, Brazil

Reviewed by:

Miguel Alfonso Ortega-Huerta,
National Autonomous University
of Mexico, Mexico
Pratheesh C. Mammen,
Kerala State Disaster Management
Authority (SDMA), India

*Correspondence:

Alejandro Casas
acasas@cieco.unam.mx

Specialty section:

This article was submitted to
Conservation and Restoration
Ecology,
a section of the journal
Frontiers in Ecology and Evolution

Received: 18 August 2021

Accepted: 14 March 2022

Published: 13 April 2022

Citation:

Zarazúa-Carbajal M,
Chávez-Gutiérrez M,
Peña-Mondragón JL and Casas A
(2022) Ecological Knowledge
and Management of Fauna Among
the *Mexicatl* of the Sierra Negra,
México: An Interpretive Approach.
Front. Ecol. Evol. 10:760805.
doi: 10.3389/fevo.2022.760805

Generally motivated by the relevance of animals in human subsistence, the management of fauna has taken different shapes throughout the world. This study aims to analyse a typology of management forms, exploring their relationship with the motivation to maintain coexistence and use of fauna and mitigate negative human-fauna interactions by the *Mexicatl* (Nahua) people in Central Mexico. We generally expected to find a broad spectrum of management types in a gradient of interactions intensity. This is because we hypothesised that the more meaningful these interactions due to the magnitude of benefit or damage, phobias, or phobias among other positive or negative perceptions, and ecological aspects and management viability, the more actions and practices might be motivated to maintain or mitigate them. We conducted a qualitative research based on interpretivist approaches, mixing qualitative and quantitative analyses, to register the *Mexicatl* names of fauna present in the area and recognised by locals and to analyse the influence of local ecological knowledge (LEK) and natural history as perceived by people on the use, conflicts, and management practices regarding local fauna. In order to gather such information, in 2018 and 2019 we generated 356 free lists of fauna and 20 sessions of group interviews about the presence of animals in the area, the *Mexicatl* name, information on distribution, diet, use, management, and other facts. We used visual stimuli with children and young people from schools of basic and intermediate levels in five rural communities and the municipal head of Coyomeapan, Puebla. We also generated free lists and in-depth interviews with 18 persons older than 16 years. People recognised 114 animal items, the most salient being 11 domestic and 14 wild animals including deer, medium and small mammals, snakes, and birds. For both domestic and wild fauna, people reported 18 use categories and three types of damage (crop losses, predation of domestic animals, and damages to health). LEK interacted with traditional celebrations, religious beliefs, land tenure, and migration to define preferences and management types of fauna. Bushmeat demand, especially for *Mazama temama* and *Cuniculus paca*, was related to a perception of healthy nutrition properties. Management actions included husbandry of domestic animals, extraction

of wild animals for supply, or to avoid damages, captivity, tolerance to damage, protection of seeds and domestic animals threatened by wild fauna, regulations for extraction of wild fauna, and agreements to prevent conflicts. Mixed quantitative and qualitative approaches allowed the interpretation of the human-fauna interactions related to subsistence, coexistence, and the high relevance of LEK, perceptions, religious beliefs, ecosystem, socio-demographic factors, and animal behaviour and habits, which are crucial factors that influence the shaping of management practices. Local management strategies of fauna were diverse and contribute to biocultural conservation and theoretical construction on domestication.

Keywords: ethnozoology, wildlife, worldview, local ecological knowledge, animals management, traditional ecological knowledge, humans-animals coexistence, subsistence

INTRODUCTION

Management actions are concrete expressions of worldviews of human individuals or societies. It involves decisions on elements and/or processes of ecosystems at several scales to use, conserve, and/or restore them (Casas et al., 2016). Management of fauna populations may involve decisions on animals' ecological partners, such as host plants, diet elements, or abiotic elements of their habitat (Ojasti, 2000; Zeder, 2015) to ease obtention, ensure the availability of animals (Zeder, 2015), or to deliberately reduce their populations (Ojasti, 2000; Sinclair et al., 2006).

Fauna management actions are based on the several corpuses of place-based, local empirical knowledge that accumulated, evolved through time, and incorporated Western scientific and conservation biology principles (Sánchez, 1999). Local ecological knowledge (LEK) (or traditional ecological knowledge *sensu* Berkes, 2008) is adaptive information (i.e., knowledge, beliefs, values, symbols, techniques, and practices) about the interactions of living beings, including humans, with others and their environment that is transmitted through generations (Berkes, 2008). Local management may, or may not, be enough to allow the viability of fauna populations and their habitats, especially when external pressures (i.e., global, national) cause the deterioration of quality of life and environment, and the collapse of local institutions (Ostrom et al., 1999; Agatha, 2016), including the mechanisms of LEK adaptation and transmission (Fernández-Llamazares and Reyes-García, 2016). However, research on local management practices that likely do it, including technology, decision making (Ostrom et al., 1999), and the favourable social institutions and conditions that allow this management to occur, should enlighten conservation strategies (Casas et al., 2016).

Fauna plays complex roles in human life. People engage in affective or even religious relations with animals. They recognise their intrinsic value or consider them in their ecological dimension. However, humans also appreciate fauna in a utilitarian sense or relate it to factors of damage. Animals have provided food, medicine, company as pets, ornaments, traction, transport, materials to manufacture tools or shelter, entertainment, amulets, and symbols of status, religion, belonging to a group (Nóbrega-Alves, 2012; Nóbrega-Alves and Albuquerque, 2018), or offering in ceremonies

(López-Austin, 1999; Willerslev and Vitebsky, 2014; Santos-Fita et al., 2015). Animals may also be bioindicators about changes in weather (Rivero-Romero et al., 2016; Nóbrega-Alves and Duarte-Barboza, 2018) and human health (Nóbrega-Alves and Albuquerque, 2018). In addition, animals, trained or not, can help to obtain other animals in hunting or fishing (Santos-Fita et al., 2012; Pinto et al., 2018). Nevertheless, fauna may also transmit diseases, compete with humans for food, or be poisonous and harmful, which can sometimes result in human lethal actions towards fauna populations (Marchini, 2014).

Negative interactions between humans and wildlife occur when requirements and behaviour of the latter have negative impacts on human agenda, or vice versa (Madden, 2004). Human conflict can also arise when groups of people disagree regarding the animals' management (Marchini, 2014). For instance, while some persons or human groups involved in the management of a socio-ecological system consider that they receive a benefit due to the presence of an animal, others may consider it as harmful (Ceausu et al., 2018). But both conflicts and conditions to achieve human-fauna coexistence may be managed (Madden, 2004), and attending to them has become a main challenge for biodiversity conservation.

Coexistence is mediated through ecological, cultural, economic, and social dimensions. Therefore, it cannot be universally defined (Knox et al., 2020). However, this concept has been proposed (Madden, 2004) to integrate the management of human-wildlife and human-human reaction to conflicts in a way that ensures the long-term viability of populations of both humans and wildlife. Coexistence considers the ability to share a landscape in space and/or time, the human tolerance towards the damages caused by wildlife (Lute and Carter, 2020), the learning and changes in behaviour from both wildlife and humans, and the presence and legitimacy of social institutions, including formal and informal rules that regulate reaction to conflicts (Carter and Linell, 2016).

The purpose of our research was to analyse how LEK, human perceptions of fauna, and ecological aspects and habits of animals interact to shape the types of management practices by the *Mexicalt* people towards wild and domestic fauna, for satisfying subsistence needs and human-fauna coexistence. We analysed these aspects in a context in which people live close to forests and heavily depend on biotic and agricultural resources to live

and continually make decisions towards fauna on their daily life. We aimed to answer the following questions: (1) Which wild and domestic animals are relevant to people in their human-influenced and wild environments? (2) Which needs use animals for satisfaction? Which animals are used to satisfy these needs?; (3) Which animals cause damages? What specific damage(s) do they cause? (4) How do people manage animals? (5) Which management choices, based on LEK, allow the human-fauna coexistence? and (6) How do human-fauna interactions differ among villages located in different ecosystems?

We generally expected that LEK plays a major role in the management practices engaged to ensure the availability of useful fauna and to mitigate human-fauna negative interactions or human-human conflicts that could arise in relation to animals. In addition, other factors related to ecological aspects, behaviour, and habits of animals influence how the interactions and management are.

MATERIALS AND METHODS

Study Area

The municipality of Coyomeapan is located in the portion of the Sierra Madre Occidental known as Sierra Negra in the state of Puebla, México. It is part of the area of influence of the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [SEMARNAT- CONANP], 2013). We conducted our work in Santa María Coyomeapan, an urban nucleus with 1,288 people (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 2020) and in four *Mexicatl* rural communities. The village of Aticpac, with 160 inhabitants (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 2020), is located in the transition between semi-evergreen tropical forest, cloud forest, and pine forest. The village is settled in an area locally known as “Tierra Caliente” (TC), which includes the villages of Ahuatla, Caxalli, and Ixtlahuac with 554, 216, and 431 inhabitants, respectively (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 2020), are located in the pine forest area, which in this manuscript will be referred to as “Sierra.” People’s subsistence mainly relies on the agroecosystem called *milpa* which includes maize, beans, and several species of edible weedy plants called “*quelites*” (Blancas et al., 2013). In the Sierra, crops also include apple, fava beans, chile canario (*Capsicum pubescens* Ruiz and Pav) and avocado, while in the TC, crops include sugarcane, banana, coffee, and tepejilote (*Chamaedorea tepejilote* Liebm.). Domestic animals raised include sheep (*Ovis aries* L.), goats (*Capra hircus* L.), pigs (*Sus scrofa* L.), chickens (*Gallus gallus* L.), and turkeys (*Meleagris gallopavo* L.). Familiar remittances from abroad are a considerable source of income; small commerce and low intensity tourism also occur. Trade of products from the different ecosystem regions is carried out in the plaza of Santa María Coyomeapan every Thursday and Sunday. Zoological and ethnozoological literature is scarce for the area, but previous work reported the presence of the American deer (*Mazama temama* Kerr) (Pérez-Solano et al., 2012), herpetofauna

(Canseco and Gutiérrez, 2010; Linares-Rosas et al., 2021), and use reports of 13 mammals, snakes, and immature stages of Saturniidae and Hepialidae Lepidoptera (Zarazúa-Carbajal et al., 2020; Linares-Rosas et al., 2021; **Figure 1**).

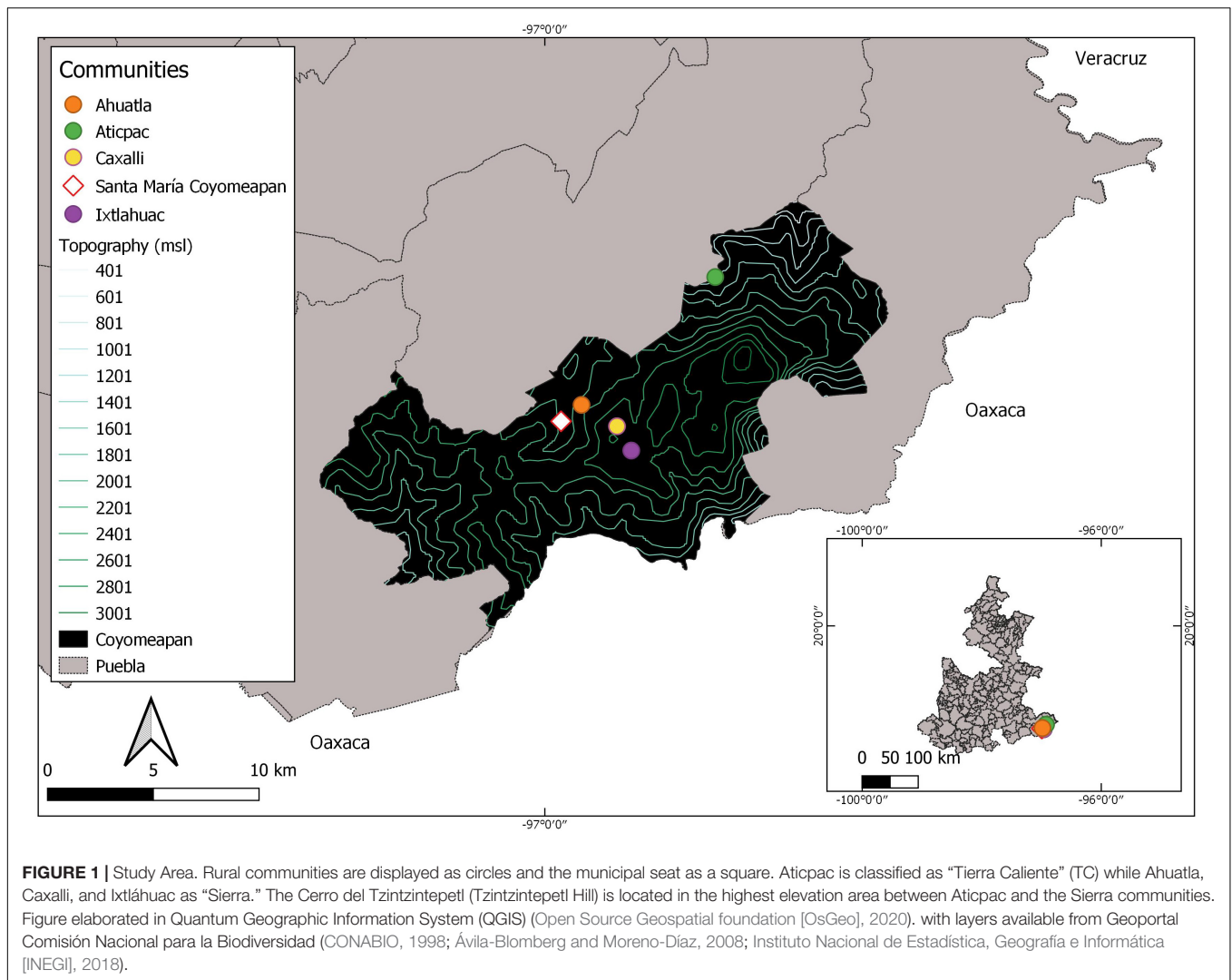
Research Design

Our work incorporates insights from the grounded theory (Strauss and Corbin, 1998), ethnosciences (Argueta et al., 2012; Casas et al., 2016; Nóbrega-Alves and Albuquerque, 2018; Albuquerque et al., 2020), and fauna management (Ojasti, 2000; Sinclair et al., 2006; Zeder, 2006, 2015; Carter and Linell, 2016; Zarazúa, 2016; Ceausu et al., 2018; Zarazúa-Carbajal et al., 2020). We conducted exploratory qualitative research that allowed us to adopt an interpretive perspective from which the construction of multiple realities through social interaction is recognised. In addition, it allowed to show that the investigation was influenced by the researcher’s own interpretations (Maxwell, 2013; Castillo et al., 2020). The information was generated through cultural domain and semi-structured interview techniques (Newing et al., 2011) and through direct observation of items and events. We included people of different profiles (women, men, specialised hunters, children, and teenagers) who use and manage animals and could show variation in their perspectives about fauna management to increase the internal validity of the analysis (Drury et al., 2011). Although the general approach is qualitative, we used both quantitative and qualitative analyses of the information.

Semi-Structured Interviews and Observation

From April 2018 to July 2019, we conducted workshops with 356 students aged 8–17 years old in groups of 15–40 students each in three elementary schools, two secondary schools, and one high school. Also, we carried out individual in-depth interviews with adults (> 16 years old). Each workshop and interview started with a presentation of our research team that included the purposes of the project. We requested permission to take notes and/or audio recordings before each session. In workshops, we asked the students to write down, individually, a free list of the animals present in the community. Free lists included wild and domestic fauna items. We continued with a visual stimulus instrument consisting, in the projection, of photographs of animal species previously reported in the Tehuacán-Cuicatlán and the Sierra Negra regions. We asked the following about each animal: if it occurs in the area, its *Mexicatl* name, information on distribution, diet, use, management, and free additional facts. We conducted 11 workshops about mammals, four about domestic fauna, three about herpetofauna, two about insects, and one about birds (**Supplementary Additional Table 1** in Additional File 1). In each session, we carried out games (30–180 min each, depending on the interest of the group) in which we asked open questions about the damages an animal may cause.

Interviews with adults were carried out with 14 women and four men of 18 households from Ahuatla, Caxalli, and Aticpac (nine from the Sierra, and nine from the TC). They



recognised themselves as *Mexicatl* and were bilingual *Mexicatl*–Spanish speakers, native from their villages or living there for at least 15 years. Their main economic activities are agriculture and animal husbandry, but some of them have complementary occupations. We started asking an oral free list of the wild animals present in the community, prioritising mentions of wild animals that would be more difficult to be directly observed by visitors compared with domestic animals. Afterwards, we performed a semi-structured in-depth interview, with open questions about nomenclature, distribution, diet, use, conflicts, and management (**Supplementary Additional Table 2** in Additional File 1). We added questions to deepen information or when new subjects arose. Printed photographs of the animals or its display on a laptop screen were used to relate an animal to its taxonomic identity and to stimulate conversations. Additional information related to fauna management that arose from direct observation (i.e., demonstrations of management practices by people, hunting evidence such as skins or skulls) or informal conversations was registered in pictures and field diaries and used as a complementary source of data. When cited as sources of

information throughout this manuscript, interviews to adult people are labelled as follows: (a) Sierra: D6, D7/8/9, D10, D11, D12, D13/28, D14, D25, D16, D18; and (b) TC: D5/23, D19, D20, D21, D22, D24, D25, D26, D27, while information from workshops with students is labelled D41 for the secondary school of the municipal head, D42 for the high school the municipal head, and D43 for Mariana Zarazúa (MZ) field diaries.

Data Analysis

Free Lists

Items were listed in Spanish and/or *Mexicatl*. Before the analysis, all items were homogenised in their written nomenclature to avoid synonyms. Male, female, and young animals of a given species were considered as one item (i.e., rooster, hen and chicken; male and female turkey). However, we maintained the distinction between creole turkey and farm turkey, butterfly and their immature stages, and between frog and tadpole. All free lists' analyses were performed using R 3.6.3 R software (2020) and R studio (2021).

We calculated the frequency of mention of each item, its average order of mention, and the Smith salience index, calculated as follows: $S = \left(\frac{L-Rj+1}{L} \right) N$; where “L” is the length of the list, “Rj” is the rank of item *j* in the list, and “N” is the number of lists (Smith and Borgatti, 1997) in accordance with da Silva et al. (2019). An item was considered salient if its Smith salience index value was above the average value for the group and if the probability that the value turned out by chance was less than 5% ($p < 0.05$). To calculate this probability per group, lists from 1,000 random populations with the same number of items and informants as the group were simulated using the Monte Carlo method (da Silva et al., 2019). To perform the analysis, we grouped the lists following age and provenance of people. At the first level, we grouped the students’ overall lists ($n = 356$). Then, we grouped students’ lists in eight sets according to their community of origin and school grade (elementary, 8–12 years old; secondary, 12–15 years old; and high school, 15–17 years old) to register the matches of the salient items among these eight sets. Free lists from adults were analysed by overall grouping ($n = 16$) on the first level and as two sets (TC and Sierra, 8 free lists each) on the second level.

We compared the total inventory of wild fauna items among age groups (adults, high school, secondary school, and elementary school students) and regions (Sierra, TC, municipal head) according to the presence/absence of data with an analysis of similarities (ANOSIM) using Jaccard distances (“anosim” function, package vegan, Rsoftware) (Oksanen et al., 2020). In a similar way, we compared the inventory of wild fauna salient items among age groups (adults vs. secondary school).

Salience, Use, and Conflict Reports

We built contingency tables with the counts of the listed items (students and adults separately), categorising variables according to the salience (salient or not salient), use (yes or not), and whether they cause damage (yes or not). We tested the independence between these variables with the Fisher’s exact test (fisher.test function, R software).

Analysis of Natural History, Use, Conflict, and Management Typology

Audios and notes were transcribed, and the text was codified (Strauss and Corbin, 1998; Maxwell, 2013) by using the software ATLAS.ti 8 (2021). Codes were grouped into categories (Maxwell, 2013; Table 1) and organised into a typology and a general scheme of fauna use and management.

RESULTS

Free List Inventory, Frequency, Order, and Salience Analyses Students’ Free List

An inventory of 108 animal items was registered in 356 lists. Wild mammals represented 26.78% of the items followed by arthropods at 24.11%, birds at 19.96%, reptiles at 8.93%, amphibia at 3.57%, snail, and fish (one item each). All domestic animals

TABLE 1 | Organisational categories and references of theoretical frames used for analysing the information generated in this research.

Category ^a	Definition (Number and percentage of mentions) ^b	References
Natural history (O)	Codes and categories relating to diet, life cycles, distribution or ecological interactions of used/managed fauna	NA
Fauna use (O)	Codes and categories describing use typology (155 mentions for 70 animals; 100%)	López-Austin, 1999; Nóbrega-Alves, 2012; Willerslev and Vitebsky, 2014; Santos-Fita et al., 2015; Rivero-Romero et al., 2016; Nóbrega-Alves and Albuquerque, 2018; Nóbrega-Alves and Duarte-Barboza, 2018; Pinto et al., 2018.
Food (T)	Meat, eggs, milk or other parts and products of an animal, except honey, are eaten (26%)	
Ornamental/Exhibition (T)	The living animal, taxidermies, or parts of the animal’s body such as skin or bone remains are displayed as an ornament or status symbol (18%)	
Medicine (T)	The animal or parts of the animal are used to treat illnesses or aid birth labour (14%)	
Pet (T)	The animal is kept alive as animal companion (7%)	
Tool (T)	Parts of the animal such as bones, shields, antlers, or products such as wax are used as an instrument to facilitate human work (6%).	
Commercialisation (T)	People obtain an income after selling the animal to a second user (6%)	
Recreational (T)	An animal or its parts are used for recreation (4%)	
Amulet (T)	An animal or its parts are worn, kept, or displayed for protection against illness, or for attract good fortune (4%)	
Bioindicator (T)	Animals that indicate changes in weather, through behaviour and/or other phenotypical traits (3.3%)	
Traction/transport (T)	An animal is used to carry weight, people or as a draught animal (2%)	
Gift/offering (T)	Animals used as food or a special gift for someone in dairy life or to the godparents “padrinos” in social celebrations such as weddings, or ritual ceremonies “vestir al difunto” (dress a deceased person), among others (turkey) (2%)	
Honey (T)	Use of the honey, generally with edible or medicinal purposes (1.3%)	

(Continued)

TABLE 1 | (Continued)

Category ^a	Definition (Number and percentage of mentions) ^b	References
Fertiliser (T)	Use of the animal faeces to improve growth and productiveness of the plants (1.3%)	
Pest control (T)	Use of the animal to reduce the presence of damaging insects or mice (1.3%)	
Souvenir (T)	Part of the animal is kept as a reminder of a place or event (1.3%)	
Surveillance (T)	The animal is kept for announcing the presence of someone in the house or to drive away damaging fauna (1.3%)	
Animal health (T)	Animals are used to treat or prevent animal illness (1.3%)	
Aid in hunting (T)	Animals are used to facilitate the hunt (0.65%)	
Fibres (T)	Use of the shelter of the animal for obtaining raw material to manufacture strings, clothing or others (0.65%)	
Damage caused by fauna (O)	Codes and categories describing damages caused by fauna to crops, domestic animals or human health (41 mentions for 36 animals; 100%)	Marchini, 2014
Crop damage (T)	Crop losses because the animals (wild or domestic) predate part of the plants, either foliage, roots, flowers, fruits, or seeds; it also includes behaviours such as plant removing while looking for insects (61%)	
Predation of domestic animals (T)	Animals kill or feed on domestic animals, causing death, wounds, or illness. These are mostly wild animals, but free ranging dogs are also included (24%)	
Damage to human health (T)	These include disease (i.e., rabies) transmission, ophidian accident, and stings or bites of animals considered as poisonous (14.6%)	
Damage to merchandise (T)	This was the case only for the stole of eggs from a small grocery store by <i>Bassariscus</i> sp. (<1%)	
Fauna management (O)	Codes and categories describing actions towards fauna, host plants or habitat, intended to use, conserve, restore, perform land planning, reduce damages caused by fauna or achieve coexistence.	Ostrom et al., 1999; Ojasti, 2000; Sinclair et al., 2006; Zeder, 2006, 2015; Casas et al., 2016; Carter and Linell, 2016; Zarazúa-Carbajal et al., 2020
Supply (T)	Practices for obtaining animals in order to use them. Includes: Hunting, wild fauna captivity, gathering, feeding of domestic animals, health of domestic animals, reproduction of domestic animals, cares towards domestic animals.	
Extraction for prevention (T)	Fauna extraction to prevent damages to other items or processes. Includes: Hunting, poisoning	
Prevention (T)	Damage prevention that does not involve fauna extraction. Includes: Cares towards domestic animals, drive away, crop protection	

(Continued)

TABLE 1 | (Continued)

Category ^a	Definition (Number and percentage of mentions) ^b	References
Assume the loss (T)	Withdrawal from economic activities or tolerance to the damages caused by fauna, because damage prevention is not effective. Includes: Tolerance to damage, abandonment of an activity.	
Human conflict prevention (T)	Agreements between people to prevent or remediate human conflicts caused by fauna management. Includes: agreements about grazing, gathering, hunting, retribution for stallion.	
Conservation (T)	Regulations to fauna extraction. Includes: Agreements, rules, personal attitudes that could imply regulations to fauna extraction.	

^aO, organisational categories (general subjects of research, used for ordering the information and defined before the interviews) T, theoretical categories (allow to situate the information in an abstract framework; they are defined by the researcher, often arising from theoretical background) (Maxwell, 2013). NA, does not apply.

^bNumber of mentions for use and damage was calculated as the summatory of the number of categories mentioned for each animal, by all interviewed adults (n = 18). A given animal could have been mentioned by the same person for more than one use or damage category.

(mammals and birds) represented the 15.75% In addition, this technique allowed the registry of two items that we did not expect within the animal cultural domain, the “chane” and the “duende” (two of several spiritual beings recognised by people as present in forests, sometimes tricky, specially to children), although its frequency was low (n = 2 each). The 24 items that were determined as salient included 11 domestic and 13 wild animals (eight mammals, two reptiles, two birds, and one butterfly). Although not salient, the items, namely, frog, racoon, and bee, also had Smith values above the mean (Table 2). Table 3 shows a summary of the lists by school groups.

Adult People's Free Lists

A total of 48 wild items were listed by adults. Mammals represented the seven most salient items (squirrel, deer, rabbit, white-nosed coati, racoon, opossum, and armadillo) and 45.8% of the listed items. Reptiles and birds represented 20.83% in each of the listed items and arthropods the 10.41%. Although not salient, the items snake, peccary, paca, skunk, and dove had Smith index values above the mean (Table 4 and Supplementary Additional File 2).

We did not find significant differences in the general wild animal inventory between age groups (adults vs. high school vs. secondary school vs. elementary school $R = 0.1364$, $p = 0.171$) or provenance (Sierra vs. Tierra Caliente vs. Municipal seat $R = 0.1798$, $p = 0.133$) for wild animal salient items between age groups (adults vs. secondary school $R = 0.75$, $p = 0.333$).

Salience, Use, and Conflict Reports

We rejected the independent null hypothesis between a higher salience and use reports for both students and adults (respectively, p -value < 0.05; p -value = 0.01). We also rejected

TABLE 2 | Smith salience index, mean position, and frequency of wild and domestic animal items in 356 students' free lists, with *p*-values.

Item in English	Item in Spanish ^a	Salience (Smith Index)	Salience <i>p</i> -value	Mean position	Mean position <i>p</i> -value	Frequency	Frequency <i>p</i> -value
rabbit	conejo	0.584	0	5.1538	0	286	0
dog	perro	0.5039	0	5.3202	0.0001	253	0
hen	gallina	0.485	0	7.2028	0.0246	281	0
cat	gato	0.4725	0	6.4598	0.002	261	0
snake	serpiente	0.3874	0	7.083	0.0173	229	0
squirrel	ardilla	0.3641	0	7.7293	0.0896	229	0
turkey	guajolote	0.3459	0	7.5743	0.0619	202	0
bird	pájaro	0.3137	0	7.6763	0.0796	207	0
deer	venado	0.313	0	7.4565	0.0464	184	0
horse	caballo	0.2484	0	8.1494	0.1984	154	0
lamb	borrego	0.2168	0	9.7267	0.1842	161	0
pig	cerdo	0.2134	0	9.6139	0.2189	158	0
mouse	ratón	0.2028	0	9.872	0.147	164	0
donkey	burro	0.1896	0	8.976	0.4676	125	0
cow	vaca	0.1834	0	11.6621	0.0023	145	0
armadillo	armadillo	0.1698	0	9.487	0.2617	115	0
lizard	lagartija	0.1663	0	9.9697	0.1262	132	0
eagle	águila	0.1518	0	9.2703	0.34	111	0
duck	pato	0.1442	0	8.8696	0.487	92	0
opossum	tlacuache	0.1385	0	10.5849	0.0369	106	0
goat	chivo	0.1355	0	10.5926	0.0362	108	0
butterfly	mariposa	0.1189	0	11.6204	0.0024	108	0
coyote	coyote	0.1108	0.0003	6.9016	0.0101	61	0.0151
gray fox	zorra	0.1072	0.0005	9.5946	0.2247	74	0
frog	rana	0.0864	0.0683	10.0968	0.1	62	0.0105
raccoon	mapache	0.0732	0.3573	9.4038	0.2906	52	0.2001
bee	abeja	0.0724	0.3856	13.4	0	70	0.0002
fish	pez	0.0676	0.4438	10.8148	0.0209	54	0.1279
vulture	zopilote	0.0672	0.4305	10.86	0.0189	50	0.2988
spider	araña	0.0635	0.3025	9.9615	0.127	52	0.2001
ant	hormiga	0.0564	0.1157	13.2545	0	55	0.1002
hawk	gavilán	0.0531	0.0625	10.5952	0.0361	42	0.2854
gopher	tuza	0.0475	0.0173	11.3256	0.0053	43	0.3438
peccary	jabalí	0.0433	0.0056	9.1538	0.3892	26	0.0003
owl	búho	0.0417	0.0033	9.5	0.2583	30	0.0042
fly	mosca	0.0403	0.0023	10.0667	0.1057	30	0.0042
worm	gusano	0.039	0.0014	12.9512	0	41	0.2323
hummingbird	colibrí	0.0347	0.0002	11.0435	0.0117	23	0.0001
toad	sapo	0.0314	0	11.9231	0.0009	26	0.0003
skunk	zorrito	0.0306	0	15.7667	0	30	0.0042
cricket	grillo	0.0294	0	10.3182	0.0645	22	0.0001
dove	paloma	0.0283	0	12.7727	0	22	0.0001
bat	murciélago	0.0266	0	14.8485	0	33	0.0181
woodpecker	pájaro carpintero	0.0261	0	10.9412	0.0152	17	0
owl	tecolote	0.0223	0	11.6364	0.0024	22	0.0001
wolf	lobo	0.0218	0	9.4667	0.2675	15	0
turtle	tortuga	0.0208	0	10	0.1207	12	0
earthworm	lombriz	0.017	0	14.1875	0	16	0
white nosed coati	tejón	0.0167	0	11.9231	0.0009	13	0
mole	topo	0.0152	0	10.2727	0.0711	11	0

(Continued)

TABLE 2 | (Continued)

Item in English	Item in Spanish ^a	Saliency (Smith Index)	Saliency p-value	Mean position	Mean position p-value	Frequency	Frequency p-value
ring tailed cat	<i>chicna</i>	0.014	0	9.1	0.4128	10	0
tadpole	renacuajo	0.0137	0	11.1	0.0102	10	0
grasshopper	chapulín	0.0126	0	13.7	0	10	0
mount cat	gato montés	0.0113	0	5.4	0.0001	5	0
snail	caracol	0.0108	0	15.7	0	10	0
Mexican alligator lizard	kuwishi	0.0105	0	6.1667	0.0007	6	0
iguana	iguana	0.0093	0	11	0.0135	14	0
rat	rata	0.0091	0	7.6667	0.0785	6	0
lice	piojo	0.0089	0	15	0	9	0
mosquito	mosco	0.0079	0	13.7	0	10	0
scorpion	alacrán	0.0076	0	16.9	0	10	0
poxokuilí	<i>poxokuilí</i>	0.0069	0	13	0	5	0
wessel	onza	0.0068	0	12.1667	0.0005	6	0
mule	mula	0.0065	0	8.75	0.4355	4	0
wasp	avispa	0.0058	0	15.8333	0	6	0
rattlesnake	cascabel	0.0054	0	13.6	0	5	0
tarantula	tarántula	0.0054	0	2	0	2	0
woodlouse	cochinilla	0.0052	0	13.2	0	5	0
paca	tepezcuintle	0.005	0	7	0.0138	4	0
raven	cuervo	0.0049	0	12.6667	0	3	0
margay	tigrillo	0.0044	0	8	0.1565	2	0
peacock	pavo real	0.0041	0	12.6	0.0001	5	0
canary	canario	0.0034	0	15	0	3	0
monkey	mono	0.0033	0	10	0.1207	3	0
centipedes	cienpiés	0.0032	0	18	0	4	0
cockroach	cucaracha	0.0032	0	14.3333	0	3	0
caterpillar	<i>xigala</i>	0.003	0	8.5	0.3321	2	0
farm turkey	pavo	0.0028	0	14.25	0	4	0
sparrow	gorrión	0.0025	0	15.3333	0	3	0
Coral snake	coralillo	0.0024	0	11.6667	0.0023	3	0
quail	codorniz	0.0023	0	9.5	0.2583	2	0
porcupine	puercoespín	0.0023	0	9	0.4613	2	0
insect	insecto	0.0022	0	15.5	0	2	0
beetle	escarabajo	0.0021	0	18	0	2	0
fierce	<i>tekuaní</i>	0.0021	0	11.25	0.0066	4	0
caterpillar	oruga	0.0019	0	17	0	3	0
hare	liebre	0.0017	0	10	0.1207	2	0
cardinal bird	pájaro cardenal	0.0017	0	6	0.0003	1	0
grasshopper	saltamonte	0.0016	0	7	0.0138	1	0
palanca snake	palanca	0.0015	0	9	0.4613	1	0
mockingbird	zenzontle	0.0015	0	15.5	0	2	0
dragon fly	libelula	0.0013	0	15.5	0	2	0
jaguar	jaguar	0.0012	0	9	0.4613	2	0
horn pitviper	<i>nagascoatl</i>	0.0012	0	11	0.0135	1	0
aquatic snake	víbora de agua	0.0012	0	9	0.4613	1	0
axolotl	ajolote	0.001	0	17.5	0	2	0
parakeet	perico	0.001	0	18	0	2	0
hawk	halcón	0.0008	0	16	0	1	0
flea	pulga	0.0008	0	20.3333	0	3	0
chane	<i>chane</i>	0.0005	0	23	0	2	0
kinkajou	<i>biok</i>	0.0004	0	15	0	1	0

(Continued)

TABLE 2 | (Continued)

Item in English	Item in Spanish ^a	Saliency (Smith Index)	Saliency p-value	Mean position	Mean position p-value	Frequency	Frequency p-value
Stick worm	gusano de palo	0.0004	0	23.5	0	2	0
dove	pichón	0.0004	0	22	0	1	0
“capanila” bird	pájaro capanila	0.0003	0	16	0	1	0
dwarf	duende	0.0002	0	24	0	2	0
goose	ganso	0.0002	0	27	0	1	0
anteater	oso hormiguero	0.0002	0	18	0	1	0
moth	polilla	0.0001	0	21	0	1	0

Animal items listed: 108, Mean of Smith97 index: 0.069, Mean of Frequency: 46.20. Salient items and significant values ($p < 0.05$) are shown in bold letters.

^a*Mexicatl* names are instead provided for some animals (italics).

TABLE 3 | Number of lists and items for each school group.

	High school Santa Maria	Secondary school Santa Maria	High school Ahuatla ^b	Secondary school Ahuatla ^b	Primary school Ahuatla	Secondary school Ixtlahuac	Primary school Caxalli	Schools Aticpac
Zone classification	Municipal seat ^a	Municipal seat ^a	Sierra Low	Sierra Low	Sierra Low	Sierra High	Sierra High	Tierra Caliente ^c
Number of lists	60	188	15	27	16	16	18	16
Total number of items	69	100	51	56	40	34	33	53
Number of salient items	17	23	11	10	10	7	4	11
Mean of Smith saliency (lowest – higher value)	0.103 (0.001–0.669)	0.078 (0.000–0.611)	0.147 (0.003–0.623)	0.130 (0.001–0.568)	0.175 (0.002–0.555)	0.159 (0.006–0.757)	0.207 (0.012–0.558)	0.164 (0.003–0.695)
Mean of Frequency (lowest- higher value)	11.449 (1–55)	27.59 (1–156)	4.137 (1–14)	6.571 (1–21)	5.225 (1–12)	4.617 (1–14)	6.934 (1–11)	4.943 (1–14)

^aIncluding rural barrios Segunda sección and Cuarta sección; ^bselected from municipal head secondary and high school; and ^c10 students from elementary school, 3 from secondary school and 3 from the municipal head high school. Outputs available in Supplementary Additional File 2.

the independent null hypothesis between a higher saliency and damage reports for students (p -value < 0.05), but not for adults. A high percentage of the listed animals was not reported to have any use or did not cause any damage (Table 5).

Recognised Diet, Distribution, Seasonality, and Life Cycles

Diet

Most birds and mammals were reported to feed on sources related to anthropogenic activities such as crops, secondary vegetation, or domestic animals. However, trees identified as sources of food for birds and mammals in the lowlands of TC were black “zapotl” [*Diospyros nigra* (JF Gmel.) Perrier], “amatl” (*Ficus* sp.), and “yoloxochitl” (*Magnolia* sp.), while in the highlands, “xometl” (*Sambucus mexicana* C. Presl ex DC), pinecones (*Pinus* spp.), and acorns (*Quercus* spp.) were mentioned. White tailed deer was reported to feed on “apashmama” (*Lopezia racemosa* Cav.) and “teterisia” (*Monnina xalapensis* Kunth) leaves, butterflies, bees, stingless bees, hummingbirds, and bats were recognised as flower visitors that feed on nectar and pollen. On the other hand, bats were also identified as blood

suckers, frugivorous, and insectivorous. Dogs and cats were reported to feed mainly on wild fauna and on human leftovers (Supplementary Additional File 3).

Environmental Units of Presence and Distribution of Fauna

We found similar trends across age groups in the identification of environmental units associated to presence and distribution of fauna. Three categories of distribution were identified: (1) general environmental units, including mount (the most frequent response in all age groups), field, water bodies, homes, and milpas standing among other crops such as banana, apple, peach, and pea; (2) specific elements of the environment, namely trees (the most frequent response in all age groups), stones, herbs, soil, under the stones, underground, dry trees, rotten trees, canyon, and trails, among others; and (3) spatial units, namely, TC and Tzintzintepetl Hill. TC was related to mammals, snakes, birds and arthropods. Tzintzintepetl Hill was related to wild animals in general and fantastic fauna (eg., an animal that produces gold). The main difference between generations was that spatial units were not reported by children from elementary schools, but were mentioned in workshops of secondary-high school and in interviews with adults (Supplementary Additional File 6).

TABLE 4 | Smith saliency index, mean position, and frequency of wild animal items in 16 adults' free lists, with *p*-values.

Item in English	Item in Spanish ^a	Saliency (Smith Index)	Saliency <i>p</i> -value	Mean position	Mean position <i>p</i> -value	Frequency	Frequency <i>p</i> -value
squirrel	ardilla	0.612	0	3.8571	0.1551	14	0
deer	venado	0.6048	0	2.9167	0.0723	12	0
rabbit	conejo	0.4575	0	4.7273	0.2597	11	0
white nosed coati	tejón	0.3952	0.0001	2.875	0.0723	8	0.0064
raccoon	mapache	0.3665	0.0005	5.3333	0.3332	9	0.0009
opossum	tlacuache	0.2933	0.0068	3.3333	0.1093	6	0.0853
armadillo	armadillo	0.2617	0.0195	6.7143	0.534	7	0.0274
snake	víbora	0.212	0.0716	6.875	0.4511	8	0.0064
peccary	jabalí	0.1629	0.2049	8.2	0.2839	5	0.2063
paca	tepezcuintle	0.136	0.3254	9.8333	0.1492	6	0.0853
skunk	zorrito	0.1335	0.3386	5.5	0.3737	4	0.4103
dove	paloma	0.1251	0.3817	7	0.4511	5	0.2063
ring tailed cat	<i>chicna</i>	0.1056	0.4941	7.3333	0.3948	3	0.5897
gray fox	zorra	0.1027	0.4755	4	0.1982	2	0.3295
bird	pájaro	0.0997	0.456	6.5	0.5148	4	0.4103
quail	<i>koyotcho</i>	0.0943	0.4192	6	0.457	4	0.4103
bat	murciélago	0.0936	0.4132	5.5	0.3737	2	0.3295
wessel	onza	0.0786	0.3233	7.5	0.3777	2	0.3295
margay	tigrillo	0.0625	0.2323	8.5	0.2614	2	0.3295
scorpion	alacrán	0.0595	0.2015	4.5	0.2435	2	0.3295
rattlesnake	cascabel	0.0583	0.1951	9	0.2236	2	0.3295
coyote	coyote	0.0574	0.1891	9	0.2236	2	0.3295
hummingbird	colibrí	0.0529	0.1637	3	0.104	1	0.114
turtle	tortuga	0.0481	0.1397	4	0.1982	1	0.114
hawk	<i>kuixi</i>	0.0469	0.1338	5	0.3197	1	0.114
lizard	lagartija	0.0441	0.1198	11.6667	0.0657	3	0.5897
woodpecker	p carpintero	0.0439	0.1193	12.5	0.0482	2	0.3295
owl	tecolote	0.0404	0.1026	7	0.4511	1	0.114
frog	rana	0.0341	0.0798	11	0.0977	1	0.114
black widow	viuda negra	0.0312	0.0677	4	0.1982	1	0.114
anteater	oso hormiguero	0.0288	0.0607	8	0.3247	1	0.114
iguana	iguana	0.0284	0.0595	13	0.0416	1	0.114
mouse	ratón	0.0267	0.0534	14.5	0.0201	2	0.3295
mazahuatl snake	<i>mazahuatl</i>	0.0257	0.051	11	0.0977	1	0.114
kinkajou	<i>biok</i>	0.0256	0.0505	14	0.0257	1	0.114
pheasant	faisán	0.0246	0.0476	8.5	0.2614	2	0.3295
eagle	águila	0.024	0.0455	9	0.2236	1	0.114
coral snake	coralillo	0.0221	0.0421	12	0.0641	1	0.114
agouti	<i>kowtuza</i>	0.0208	0.0366	9	0.2236	1	0.114
tonalquetzi bird	<i>tonalquetzi</i>	0.0192	0.0316	10	0.1481	1	0.114
tepotzo snake	<i>tepotzo</i>	0.0184	0.0312	13	0.0416	1	0.114
ahuatl snake	<i>ahuatl</i>	0.0147	0.0223	14	0.0257	1	0.114
rat	rata	0.0142	0.02	18	0.0053	1	0.114
cricket	grillo	0.0114	0.0163	19	0.0039	1	0.114
gopher	tuza	0.01	0.0133	12.5	0.0482	2	0.329
cockroach	cucaracha	0.0085	0.0076	20	0.0028	1	0.114
Mexican alligator lizard	<i>kuwishi</i>	0.0078	0.0065	15	0.0182	1	0.114
fly	mosca	0.0048	0.0014	13	0.0416	1	0.114

Animal items listed: 48, Mean of Smith97 index: 0.109, Mean of Frequency: 3.167 Salient items and significant values ($p < 0.05$) are shown in bold letters.

^aMexicatl names are instead provided for some animals (italics).

TABLE 5 | Contingency tables with the count of items with use and damage reports included in free lists.

Group of freelists	Variable	Use (proportion in brackets)			Damage (proportion in brackets)		
		no	yes	total	no	yes	total
Students (108 items)	Salience						
	no	62 (0.57)	22 (0.20)	84 (0.77)	62 (0.57)	22 (0.20)	84 (0.77)
	yes	3 (0.02)	21 (0.19)	24 (0.22)	10 (0.09)	14 (0.12)	24 (0.21)
	Total	65 (0.59)	43 (0.39)	108	72 (0.66)	36 (0.32)	108
Adults (48 items)	Salience						
	no	22 (0.45)	19 (0.39)	41 (0.85)	19 (0.39)	22 (0.45)	41 (0.85)
	yes	0	7 (0.15)	7 (0.15)	1 (0.02)	6 (0.13)	7 (0.15)
	Total	22 (0.45)	26 (0.54)	48	20 (0.42)	28 (0.58)	48

Insects (*Okuilitzín*)

“Hoja santa” or “*nextokuili*” (Coleoptera: Melolonthidae) (D27 TC) is an animal that becomes the plant “*tlanekpakilitl*,” *Piper auritum* Kunth, after it burrows underground (D20 TC, D21 TC, D23, TC). The similarity of the inflorescence of the plant to a white worm is interpreted by participants as a vestige of this transformation (D23 TC).

“*Kuetla*” is the immature stage of the butterfly *Arsenura armida* Cramer (Figure 2). Three instars were recognised. In the first one, caterpillars have “horns” and are small and dark. As they grow, they lose their horns and become fatty. When they are ready to be eaten, they are fatty, with green, orange, and dark stripes. They can be found in groups of over a hundred in the higher section of a single trunk of a *Heliocarpus appendiculatus* Turcz tree. They lay in the trunk during the day, but feed on leaves at night. People said that when *kuetlas* fall from trees, they are eaten by snakes. Therefore, people must be aware and mindful when approaching a *Heliocarpus* tree to collect “*kuetla*.” Some women expressed their phobia towards these larvae. They are found in groups, which are called “little herds” or “*setlamoxotzintli*” in Mexicatl (Nahuatl) (D23 TC). *Kuetlas* availability occurs mainly in July but also on October.

A life cycle involving Hepialidae, Saturniidae, Cicadidae, and Melolonthidae was proposed in TC, where these insect groups co-occur. The “*chajkchama*,” “*chajchamokuili*,” or true “*poxokuili*” larvae (immature Hepialidae) live inside the “*chajchamakowitl*” tree (*Lippia myriocephala* Schltld. And Cham.) for 2 or 3 months. Since woodpeckers predate them, they are usually only found in the lower sections of trees (D43 TC). Then, the “*chajkchama*” enters a stage in which “it loses its hands” (corresponding to the pupa, called “*mosawa*”), and afterwards becomes a butterfly (Figure 2). Then, the butterfly will only live for around a month and lays its eggs in a different tree (*H. appendiculatus*). These eggs become the *poxokuili* or “*kuetla*” (immature stages of *A. armida*). Afterwards, these *kuetla* fall down, burrow in the soil, and become a cicadas (Cicadidae) “*xikilixi*,” which is seen aboveground for 3 or 4 months during the warm season. Some people have heard that this cycle further continues—that Cicadidae become “*nextokuili*” (Melolonthidae) and *Piper auritum*. It is because of such cycles of metamorphosis linking one insect to another that *Lippia myriocephala*’s bark and *Piper auritum*

leaves and stems have nice, beautiful, and similar smells (D23 TC, D43 TC).

Reptiles

Snakes (kuwatl). In the Sierra region the main kind of snakes recognised by people were the rattlesnakes “*tehuankuwatl*” (*Crotalus* spp.), the aquatic snakes “*ahuatl*” (*Thamnophis* sp.), and the horned vipers “*akaskuwatl*” (*Ophryacus* spp.). According to locals, rattlesnakes are abundant and fearful. They run away or hide inside the earth in the presence of people. Therefore, snake bites are rare events. Snakes are often seen near fallen trees (D14



FIGURE 2 | *Kuetlas*, also called *poxokuili*, are collected from *H. appendiculatus* in the secondary vegetation and then relocated in a *H. appendiculatus* tree into the family home to be maintained under surveillance. (A) A girl and his grandfather supervise that a small group “manadita” recently collected climbs up the selected tree. At this stage, *kuetlas* had horns (B), but the procedure can be also done with more mature *kuetlas* such as in (C). (D) *Kuetlas* roasted by the girl’s grand-grandmother are ready to be eaten as a snack. *Hepialidae* gathering. After identification as “the mother,” an adult was released by a man in TC, with the intention of assuring the presence of this animal (E). If the house or “little sponge” in host trees is intact, the worm must be present. Otherwise, the sponge will have holes or the molt left in the change from pupa to adult can be seen (F,G). A girl in TC (H) and a woman in Sierra (I) show how to take out a “worm” from *Lippia myriocephala* and *Fraxinus* sp. (J) using water to drown it and, afterwards, using a spine to extract it when its head comes out. It must be done in silence since worms are very aware of the presence of predators. If they notice that a person is nearby, they will not come out. (K) Worms are fried with salt and eaten as a snack. (L) *L. myriocephala*.

S). Meanwhile, aquatic snakes are perceived to be abundant in rivers and springs, mainly during April and May (D11 S, D12 S). Their abundance in the Sierra is the reason why the village “Ahuatla” has its name (D8 S) (although “*ahuatl*” can also have other meanings such as “thorn” or “oak”). They are also fearful and do not bite. According to participants, they “just see you and jump into the water” (D12 S). In contrast, the horned pit vipers are considered to be fearless and wait for people or even approach closer instead of running away (D8 S, D12 S). However, encounters with this snake may have a symbolic value (D13 S). A man is said to have killed one, and to his surprise, inside the snake were nine smaller ones – its offspring. This meant that this kind of snake does not lay eggs, as locals have thought before “it is like a rabbit, not like a bird” (D8 S).

Because the offspring were different sizes, he thought that some of them were more mature than others and, therefore, were meant to be born at different times (D8 S). The man wondered how many at a time and how often. Coral snakes, called “*eskuwatl*,” were also reported in the Sierra, but were more often associated to TC (D11 S), where there is a much higher abundance and variety of snakes are recognised. However, species richness in the Sierra was recognised to be underestimated as a participant said, “there are more snakes, but we do not know how to identify them because we do not know them” (D16 S). Lizards “*kuwishi*” (*Abronia* spp.) are believed to be “the mother of the rattlesnake” which may explain why they are considered as poisonous and even feared (D13 S).

Mammals

Small mammals like squirrels, rabbits, and opossums are commonly seen near villages or in crop fields. In the Sierra, two kinds of squirrels are recognised by people: one arboreal which has red hair “*chichilmoto*” (*Sciurus aureogaster* F.Cuvier) and one of the same sizes, but grey, that inhabits within holes in the rocks and is called “*talmoto*.” In TC, a third type, called “*tepaxi*” or “*tepaxitsi*,” which is smaller and feeds on nuts was recognised. Rabbits are commonly seen in the field (D10 S, D8 S). They are born within a hole in the ground, during which the female removes its hair and places them inside the hole to shelter her cubs. If she comes out, she covers the hole with ground to avoid predation by weasel (*Mustela frenata* Lichtenstein) (D8 S).

Opossums are active at night (D10 S) and the data gathered mainly came from people that had direct experiences killing these animals.

“Once we killed one, and after the sunrise its cubs were around the body, they were nine, without hair, the size of a new-born kitty [...] it carries them on its bag” (D11 S).

“my husband once found one of them with their cubs, he says it has a little hole in its belly, but it is not actually a hole, it is a little bag and there is where babies are. Why don’t these babies fall? Well, I don’t know, he says, they are just stuck in there” (D12:19 S).

Other animals are more frequently seen in forests and are seasonally associated to crop fields, such as racoons and skunks (D8 S, D23 TC). The racoon is reported to be associated with places full of trees (D 11 S) which it climbs (D 23 TC) and, similarly, to *Nasua narica* L. and *Pecari tacaju* L., it can be seen

either alone (solitaries are called “*seltwa*”) or in groups (called “*mieke*” or “*miektli*”) (D23 TC). Also, it is recognised to store its food as a participant said, “My husband’s uncle once told him that they went to find firewood and tried to pull a dry stick from a tree, and when they were pulling it, a lot of maize fell down, because inside, they store their food” (D18:66 S). Two kinds of skunks are recognised: the *cadena* skunk (bigger, with one big with spot in the back; *Mephitis macroura* Lichtenstein) and the *caparote* skunk (smaller, black with small white spots in the body; *Spilogale putorius* L.). They are nocturnal (D23 TC) and their presence is desirable in Sierra cornfields since they feed on Melolonthidae larvae that plague maize roots (D8 S).

Armadillo is easily recognised by its shield as a participant mentioned, “if you touch it, it gets inside and rolls” (D11 S), and because it leaves a trace of little holes in the soil (D11 S, D23 TC). It lives under the soil or rocks, and once it has burrowed into the soil, it is not possible to take it out even by pulling the tail (D12 S). They have been seen with 3 cubs (D23 TC).

Deer is the biggest mammal recognised as common in the area. Based on the shape and size of their antlers, different kinds of white tailed deers (*Odocoileus virginianus* Zimmerman) are recognised by people in the Sierra. The “*chilliwa*” has antlers shaped like a basket in accordance to its namesake, “*chiwi*,” means basket. It is smaller than the “*tlegalatzi*,” which is named after their resemblance to the shape of a wooden pole. There is also the “*xokotewitswa*,” which is a big deer, but with small antlers that end in a small sphere that resemble a “*tejocote*” (*Crataegus mexicana* DC) fruit (D8 S). However, the white tailed deers that have been recently seen near villages in the Sierra region have small antlers (D11). The size of the antlers is also the criterion used by some people, mainly the young, to differentiate males (bigger antlers) from females (D26 TC). “*Temotzi*” (*M. temama*) is distinguished as a small and reddish deer, which only lives in TC (D8 S, D22 TC). The loss of the antlers of the deer is recognised. However, there is no consensus on how often it happens. One man of the Sierra argued that “People say that the antlers fall down. They say every year, but I don’t think so (...) they look really sturdy (...) they are never seen on the ground, where these fall, then? (...) Antlers fall, but maybe after 10 years” (D7:16 S). In contrast, a hunter in TC stated that all deers throw away their antlers every year on San Andrés Day (D43:3 TC), celebrated on November 30. The behaviour of brushing up the antlers against trees has been observed in November (D7 S), the mating around mid-November, and young deer, aged about 1 month, whose skin is covered with white spots are seen around June. Therefore, pregnancy is calculated to last about 6 months (D7 S). Deers were differentiated from other mammals because they lack vessel “*xixiwa*” (D8). They are known to make their own paths or use human paths to move across vegetation (D8 S, D20 TC).

Paca (*Cuniculus paca* L.) is nocturnal, and although it is not often seen by most people, its feeding sites are identified in TC because it leaves the peel of the fruits, such as lime or avocado. It has two frontal teeth, and cubs are born (1 or 2) between May and June. It burrows in the rocks and caves. While most people call it just “*tepezcuintle*,” one man distinguished two kinds. The

TABLE 6 | Trends in animal's abundance and their causes, as reported in adults' interviews.

Animal	Zone	Previous abundance (Before 35–50 years)	Trend in abundance (In the last 35–50 years)	Cause	Reference to sources	Number of persons that mentioned it
Insects						
Lepidoptera						
Giant silk worm " <i>kuetlas</i> "(<i>Arsenura armida</i>)	TC	nd	Decreased	ND	D27	1
Poxokuilles(<i>Arsenura polyodonta</i>)	Municipal seat	High	Decreased	Shifts in rain patterns	D43	2
Diptera						
Flies	Sierra	Low	Increased	Use of " <i>gallinaza</i> " as fertiliser ^a	D16	1
Birds						
Cuculidae						
Roadrunner(<i>Geococcyx velox</i>)	Sierra	Low	Disappeared	Hunting and dogs	D7	1
Phasianidae						
Creole chicken(<i>Gallus gallus</i>)	Sierra	High	Decreased	Arrival of chickens "from the city"	D11	1
Farm chicken(<i>Gallus gallus</i>)	Sierra	Low	Increased	Egg laying periodicity and fatten speed	D11	1
Mammals						
Didelphidae						
Opossum(<i>Didelphis</i> spp.)	Sierra	High	Decreased	Fire	D10	1
Dasypodidae						
Armadillo(<i>D. novemcinctus</i>)	Sierra	High	Decreased	Fire	D10, D16	2
Armadillo(<i>D. novemcinctus</i>)	TC	nd	Increased	Human consumption has decreased	D25	1
Canidae						
Coyote(<i>Canis latrans</i>)	Sierra	High	Disappeared	Fire	D7, D11, D13, D15	4
Coyote(<i>Canis latrans</i>)	Sierra	High	Disappeared	Hunting	D7	1
Felidae						
Tigrillo(<i>Leopardus</i> sp.)	TC	nd	Decreased	Hunting	D21	1
Leporidae						
Rabbit(<i>Sylvilagus</i> sp.)	Sierra	High	Decreased	Fire	D10, D11	2
Cervidae						
Deer(<i>O. virginianus</i>)	Sierra	High	Decreased	Fire and logging	D10, D11, D16	3
Deer(<i>M. temama</i>)	TC	nd	Decreased	Hunting	D25	1
Sciuridae						
Squirrel(<i>S. aureogaster</i>)	Sierra	High	Decreased	Fire	D10, D11	2
Squirrel(<i>S. aureogaster</i>)	TC	High	Decreased	ND	D19	1
Cuniculidae						
Paca(<i>C. paca</i>)	TC	High	ND	ND	D23	1
Animals in general	TC	High	Decreased	Fire	D27	1

^a"*Gallinaza*" is a poultry excreta-based fertiliser bought from the chicken farms established in Tehuacán. This fertiliser is considered by some of the interviewed persons as "soil contamination," and it is acknowledged that it creates dependency despite how it helps to increase crop productivity, at least in the short term. The adoption of this practice was facilitated after the temporal migration of men to work in agricultural fields in Tehuacán.

bigger has big cheeks and is called "*tekomawa*," while the smaller "*kowteteikiwi*" has no cheeks (D23 TC).

Mammals that are not often seen are felids, namely, porcupine and kinkajou. Small felids identified in pictures as *Leopardus wiedii* Schinz are recognised as small beasts called "*tekuantsin*" which are common in TC, especially near the *Pinus* spp. forests where there are a lot of squirrels. However, it is not easy to find them because they avoid humans. Bigger felids, such as *Leopardus pardalis* L., are recognised as big beasts called "*wey tekuani*." They are hunter animals but are locally scarce (D23 TC). Although the kinkajou is well recognised by its call, even mimicked by children (Supplementary Additional File 4), it is often identified in pictures as a monkey. Porcupines are

recognised to spend all their life just lying on top of trees in TC, hypnotising small animals as mentioned by a participant, "It has a kind of magnet for attracting them, who knows how it does for putting these animals to sleep." Its reproduction data are unknown (D23 TC).

Causes of Fauna Extirpation

Hunting and fires in the limits of Coyomeapan and Zoquitlán were recognised as the main causes of fauna decrease and extirpation (Table 6). Great fires were dated before 1970 and between 1970 and 1990. The official fire record (Comision Nacional Forestal, CONAFOR, Puebla) shows a great fire in 1998 (at least 1,000 ha affected). During 2018, we

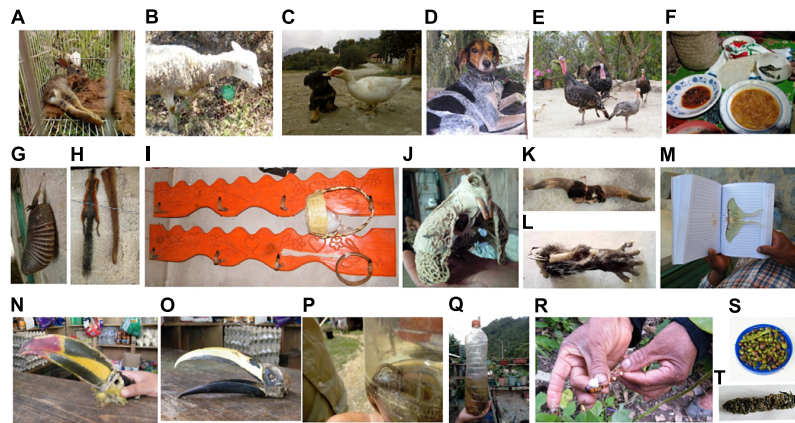


FIGURE 3 | Animals managed and used. (A) A captured rabbit (*Sylvilagus* sp.) is held in captivity in Sierra; (B) lambs are forced to use a bottle in their mouth to prevent conflicts caused by grazing in inappropriate places; (C) a duck grooms a puppy in Sierra. These birds are kept in homes to prevent illness in other domestic animals; (D) Chaparra, a specialised hunter dog in TC; (E) Turkeys are considered to be rude, but highly appreciated as edible and gifts in celebrations; (F) A meal with *Poxokuilii* (*Arsenura polyodonta* Jordan) bought in the municipal head plaza prepared in “salsa” and a soup. These *poxokuilii* are collected from *Ceiba* sp. tree in Chimalhuaca, a nearby village, and are annually available around August, depending on the rainfall. Men collect them and women prepare and sell them; (G) An armadillo carcass exhibited in TC, (H) *Sciurus aureogaster* skin exhibited in TC; (I) Furniture with *Mazama temama* legs as pieces; (J) *C. paca* skull kept in exhibition in a home in TC after being eaten; (K) bull horns exhibited in a home in Sierra, (L) *Didelphis* sp. hand kept as a souvenir in Sierra; (M) *Actias truncatipennis* (Sonthonnax, 1899) and other butterflies are kept as a souvenir in the Sierra; Some yellow butterflies are used by children as temporal tattoos; Toucan’s bills are exhibited and used in traditional medicine in TC (N,O); (P) Snakes that are perceived as poisonous are drowned and kept in sugarcane alcohol as part of the first-aid kit in homes in Sierra and TC; (Q) The dorsal gland of a peccary is kept in sugarcane alcohol to attend labour complications in TC; (R) While the outer part of immature Hepialidae are edible, the inside is used to treat herpes labialis; (S) Vespidae-*Leucaena* sp. galls are sold in municipal seat plaza as a snack. (T) *Arsenura polyodonta* are individually prepared with the quelite known as “pipitza” [*Porophyllum tagetoides* De Candolle (DC)].

observed the beginning of a 15-day long fire in the limits of Coyomeapan and Zoquitlán. According to people, this fire caused the burning of wild and domestic animals. Sharing of testimonies and pictures of these animal remains (testimonies D43) contribute to explain why fire is identified as a major factor that causes fauna extirpation. We observed that people living in communities closer to pine forest quickly responded in volunteer brigades to dig ditches and prevent the advance of fire.

Use Typology

Eighteen use categories were reported for domestic and wild fauna by students, and 13 of these were also reported by adults (Table 1 and Figures 3, 4A). Table 7 includes data on consumption events along a year while Table 8 includes data on local prices of traded fauna (frequencies of mention for each animal are available in the Supplementary Additional File 3). A specialised hunting dog can cost above 3,000 Mexican pesos. Since it is considered hard to find, in case of non-solved conflicts, killing dogs that belong to another hunter is a local form of revenge.

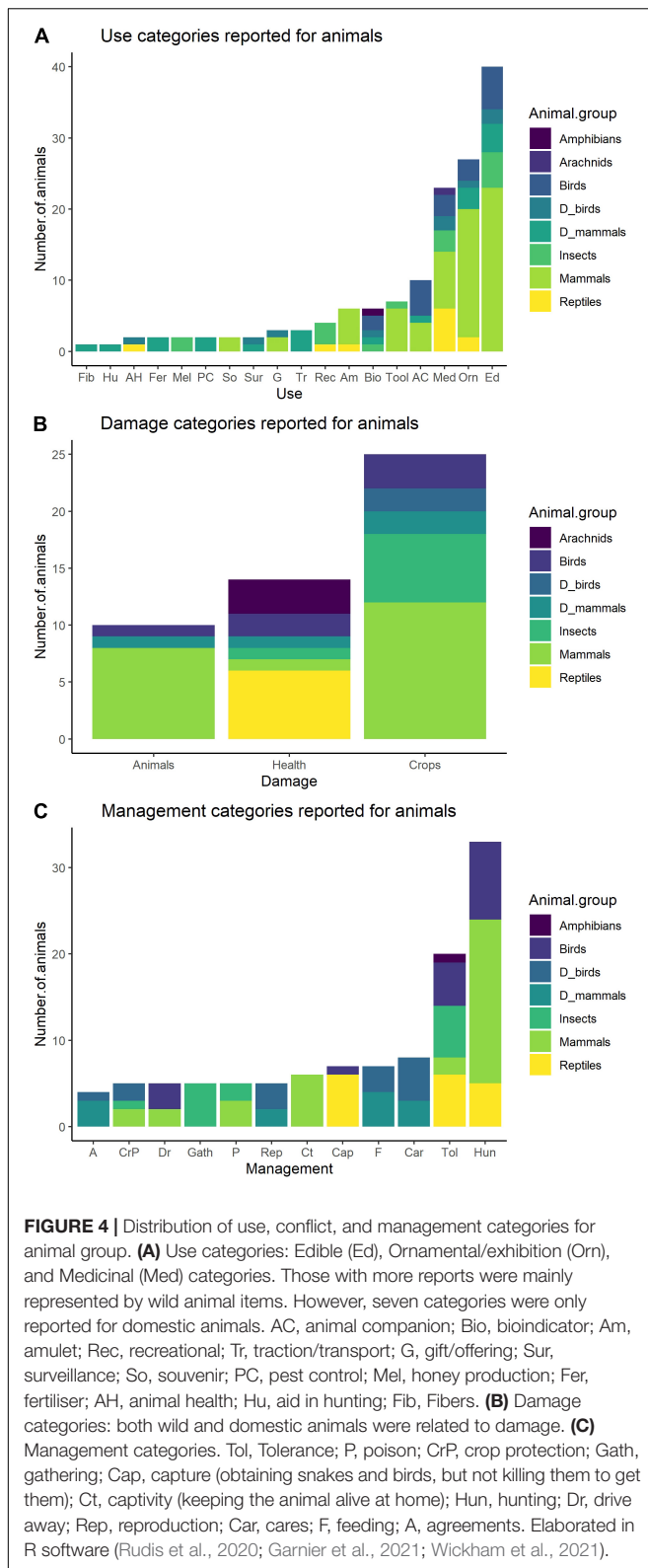
Between the Sierra and TC, we found redundancy in the presence of most animals. However, use reports differed between Sierra and TC. This was the case of the medicinal use of opossum “tlakua” (*Didelphis* spp.) to induce labour in Sierra (D10 S, D11 S, D12 S) instead of porcupine “wistlakua,” meaning literally opossum with thorns (*Sphiggurus* sp.) (D23 TC), the dorsal gland of peccary (D21 TC), and the penis of *M. temama* (D43) which are used in TC.

Preference Information

Among edible animals, preferences and selection for a particular phenotype or species are trade-offs between size, taste, smell, colour, behaviour, quality of meat, fattening speed, and, in the case of birds, egg laying reliability. It is desirable to own both sexes of a domestic animal, otherwise, people must borrow stallion from neighbours (10 S). Fattening speed overcomes colour of turkeys (D10 S, D14 S). Taste of creole hens is preferred over taste of farm hens brought from the city, but the latter fatten faster than creoles and are reliable laying hens whose white eggs can be easily sold (D11 S). In general, hen eggs overcome turkey eggs as edible. However, turkey eggs are preferred for healing in “limpias” (D10 S), a ritual performed to prevent, diagnose, or heal several illnesses.

Animal behaviour also determines preferences. Turkeys, for instance, peck people, escape very often (D18S, D19S), get ill easier, and require more care for being fed compared to other poultry (D10 S, D13 S, D18 S, D41). However, female turkeys are excellent hatchers for eggs of both hen and turkey (D10 S). Moreover, both male and female turkey are important as a gift to the godparents in social celebrations such as weddings or in the anniversary of someone’s death (D6 S, D41). Regarding smell, lamb meat is preferred over the goat meat because the latter is considered to smell badly (D41). Meats of rabbit and squirrel are preferred over that of racoon, since the latter has a smell called “xoquilla,” like a raw egg (D25 TC).

Paca stands among wild animals as a special food. People considered it as “freaking awesome” (D23:66 TC), sacred, a special gift to someone (D41), an animal that is killed because



it is a delicacy (D20 TC), and has healthy meat, available throughout the year (D23 TC). It lives in TC, but is also consumed in the Sierra as a memorable event (D12 S, D16 S).

Nevertheless, a few people said they preferred the taste of other bushmeat. Deer, squirrel, white-nosed coati, armadillo, and the quail “*koyotcho*” are among the considered tastier animals (D10 S, D11 S, D16 S, D19 TC, D20 TC, D21 TC, D24 TC, D25 TC, D26 TC, D27 TC).

An animal’s diet also shapes people’s preferences on its meat. *M. temama* meat is considered tasty and fresh because this animal “has a fine diet, based in wild fruits and plants from the *acahual*” (secondary vegetation). In contrast, the white-tailed deer is considered drier because it “feeds on dry leaves from the highlands” (D43). Similarly, some people perceive that eating armadillo is dangerous because they think these animals feed on coral snakes (D11 S, D20 TC).

People’s age can influence food preferences. Most adults prefer the taste of the edible immature stages of *A. armida* “*kuetla*” compared to the “*chajkchama*” (Hepialidae), although the latter is more appreciated by children (D21 TC, D22 TC, D25 TC). The fact that these Hepialidae can be found at low height in the trees makes them easily accessible to be gathered by children, in contrast to other kinds of Lepidoptera in the area. Adults think that young people have experimented on changes in their preferences due to migration processes. For example, they do not like dotted eggs because of the colour (D10 S), or have abandoned local, healthy food that people used to eat more often in the past, including greens “*quilitl*” and bushmeat (D10 S).

Typology of Damages

The four kinds of damages caused by 36 animals (41 mentions) were damage to crops, predation of domestic animals, damage to human health, and damage to merchandise (Table 1 and Figure 4B) (Frequency available in Supplementary Additional File 3).

We identified differences in animals recognised as damaging between the Sierra and TC. This results in different attitudes towards the animal and the decisions to eliminate it in one region, but to accept it in other. For example, the Coleoptera larvae, known as “*xahuistli*” or “*nextokuili*,” are not appreciated in the Sierra since they feed on maize root. Therefore, crop rotation should be practiced. Otherwise, the milpa will be plagued (D8:14,15,17 S). Differently, in TC these larvae are appreciated because they are considered related to the life cycle of a valued green: *Piper auritum* (D20:103 TC, D21:81 TC, D27:30 TC, D43:8).

Participants said that the location of milpas influences the magnitude of damage that animals can cause. For instance, in TC, people that have their milpas high and close to the mount (mature vegetation) are those more affected by white-nosed coati and peccary (D26 TC, D27 TC).

Regarding snake bites, TC snakes were in general recognised as more dangerous than those in the Sierra and bites were reported to occur in first place on feet and in second place on people’s hands, while working in the field or gathering firewood (D8 S, D12 S, D13 S, D14 S, D21 TC, D25 TC). In the case of Elapidae, the consequence is that “blood comes out from every pore in the body” and in just one case a man lost part of his hand, even after attention in the hospital (D8 S, D13 S, D25 TC). In the case of horned pit vipers, the consequence is swelling and deep

TABLE 7 | Consumption events and accessibility reported for edible animals in adult interviews.

Animal	Consumption events in a year	Zone	Number of adult informants	Reference	Accessibility	Reference
Insects						
Hymenoptera, Apidae						
Stingless bee honey (<i>Meliponini</i>)	<1	TC	1	D20	Hard to get.	D20
Lepidoptera, Saturniidae						
<i>Kuetlas</i> (<i>Arsenura armida</i>)	seasonally (July, October)	TC	2	D21, D26	Trade-offs: located near, but hard to find and climbing or tools are needed.	D20, D25
Lepidoptera, Hepialidae						
<i>Chajchama</i> (Hepialidae)	Mainly seasonally (February-March)	TC	1	D27	Trade-offs: easy to get, scarce during most of the year.	D21, D25
Birds						
Tinamidae						
Quail (<i>Crypturellus</i> sp.)	1 (during bean season)	TC	2	D20, D26	Easy to get.	D20
Phasianidae						
Chicken meat (<i>Gallus gallus</i>)	6	TC	1	D19	NA	
Turkey meat (<i>Meleagris gallopavo</i>)	Celebrations	TC	1	D20	Hard to raise.	
Turkey meat (<i>Meleagris gallopavo</i>)	Celebrations	S	1	D6	Hard to raise.	D18, D19, D10, D13, D18
Mammals						
Didelphidae						
Opossum (<i>Didelphis</i> sp.)	6	S	1	D18	NA	
Opossum (<i>Didelphis</i> sp.)	<1	S	1	D16		
Dasypodidae						
Armadillo (<i>Dasypus novemcinctus</i>)	1	S	1	D12	Hard to get.	D12
Armadillo (<i>Dasypus novemcinctus</i>)	<1	S	1	D16		
Leporidae						
Rabbit (<i>Sylvilagus</i> sp.)	<1	S	1	D16	Easy to get.	D12
Procyonidae						
White nosed coati (<i>Nasua narica</i>)	1–2 (during milpa season)	TC	2	D24, D26	NA	
White nosed coati (<i>Nasua narica</i>)	3 (during milpa season)	TC	1	D19		
Raccoon (<i>Procyon lotor</i>)	3 (during milpa season)	TC	1	D20	NA	
Raccoon (<i>Procyon lotor</i>)	<1	S	1	D16		
Cervidae						
Deer (<i>Mazama temama</i>)	1–2	TC	3	D24, D20, D26	The most difficult to get, “about 150 individuals present.”	D26, D23
Tayassuidae						
Pecary (<i>Pecari tajacu</i>)	1–2	TC	3	D19, D23, D26		
Sciuridae						
Squirrel (<i>Sciurus aureogaster</i>)	30 (during milpa season)	TC	1	D22	The most easy to get.	D26
Squirrel (<i>S. aureogaster</i>)	1–3	TC	3	D19, D24, D26		
Squirrel (<i>S. aureogaster</i>)	1	S	1	D11	Hard to get.	D11
Squirrel (<i>S. aureogaster</i>)	<1	S	1	D16		
Geomysidae						
Gopher (<i>Orthogeomys</i> sp.)	<1	TC	1	D23	NA	
Erizonthidae						
Porcupine (<i>Spigghurus mexicanus</i>)	<1	TC	1	D23	NA	D23
Cuniculidae						
Paca (<i>Cuniculus paca</i>)	4–15 (individuals killed)	TC	1	D23	Trade-offs: Plenty of individuals and always available but far from town	D23, D20
Paca (<i>C. paca</i>)	1–2	TC	2	D19, D20		
Paca (<i>C. paca</i>)	<1	S	2	D16, D12		

This information comes from semi-structured interviews, but does not come from a survey with statistical validity.

TABLE 8 | Price of animals locally sold.

Taxonomic identity	Sell unity	Rank of price in Mexican pesos	Perceived price	Reference	Number of adult informants	Price in USD for 1 kg
Insects						
Hymenoptera, Vespidae <i>Polonxocos</i> (Vespididae- <i>Leucaena</i> guts)	150 gr	5		D43 municipal head plaza	3	1.65
Lepidoptera, Saturniidae <i>Poxokuilis</i> (<i>Arsenura polyodonta</i>)	10 individuals (prepared)	10–20	Expensive	D43 municipal head plaza, D12 S	3	5–10
<i>Kuetlas</i> (<i>Arsenura armida</i>)	10 individuals (prepared)	10–15	Expensive	D21 TC, D20 TC, D25 TC	3	5–8
Reptiles						
Snakes (Ophidia)	sugar cane glass	20		D11 S		–
Birds						
Phasianidae Hen (<i>Gallus gallus</i>)	individual (alive)	100–150		D41 municipal head (May 23, 2019), D15 S		–
Creole hen (<i>Gallus gallus</i>)	piece	2.50–3		D16 S, D18 S	2	2.5
Male creole turkey (<i>Meleagris gallopavo</i>)	individual (alive) (5–8 kg)	500–800	Expensive	D41 municipal head (February 13, 2019; May 23, 2019), D18 S, D25 TC	2	–
Female creole turkey(<i>Meleagris gallopavo</i>)	individual (alive) (3.5 kg)	200–300		D11 S, D12 S	2	–
Male and female creole turkey (<i>Meleagris gallopavo</i>)	kg	80–100		D41 municipal head (May 23, 2019), D11 S, D12 S, D15 S, D18 S, D25 TC	5	4–5
Juvenile farm turkey(<i>Meleagris gallopavo</i>)	individual (alive)	35		D12 S	1	–
Mammals						
Didelphidae Opossum (<i>Didelphis</i> spp.)	tail	10		D12 S	1	–
Leporidae Rabbit(<i>Sylvilagus</i> sp.)	1/2 kg (prepared)	150	Expensive	D16 S	1	15
Mephitidae Skunk (ND)	individual	2000–10000	Expensive	D41 municipal head (February 15, 2019), D23 TC	1	–
Procyonidae White nosed coati(<i>Nasua narica</i>)	kg	60		D19 TC	1	3
Cervidae Deer(<i>Mazama temama</i>)	kg	70		D26 TC	1	3.51
Equidae Horse(<i>Equus caballus</i>)	individual (alive)	> 7000	Expensive	D41 municipal head (May 28, 2019)		–
Donkey(<i>Equus asinus</i>)	individual (alive)	9000	Expensive	D41 municipal head (May 23, 2019)		–
Bovidae Lamb(<i>Ovis aries</i>)	individual (alive) (15–40 kg)	800–2000		D12 S, D15 S	2	2.5
Lamb(<i>Ovis aries</i>)	kg (alive)	50		D15 S, D16 S, D18 S	3	2.5
Goat(<i>Capra hircus</i>)	kg	50		D12 S	1	2.5
Tayassuidae Peccary(<i>Pecari tajacu</i>)	kg	80		D41 municipal head (February 15, 2019)		4
Sciuridae Squirrel(<i>Sciurus aureogaster</i>)	individual	15		D19 TC	1	1.65
Cuniculidae Paca(<i>Cuniculus paca</i>)	kg	80–500	Expensive	D41 municipal head (February 15, 2019), D19 TC, D21 TC, D23 TC	3	4–25

This information comes from semi-structured interviews, does not come from a survey with statistical validity.

pain, and in the case of *Crotalus* spp. sometimes even nothing (D8 S). To attend snake bites, it is considered enough drinking a “medicine” prepared with snakes and sugarcane alcohol, but a few people have also visited the clinic (D8 S, D12 S, D13 S, D14 S, D21 TC, D25 TC).

Fauna Management Typology and General Scheme

Definitions of each management category is provided below, indicating the theoretical category they belong to **Table 1** and **Figure 4C**, the fieldwork sources from which they emerged (interviews, workshops, field diary), examples, and, in some cases, further information about the interactions with other categories. Based on these interactions, we have proposed a descriptive scheme of fauna management (**Figure 5**):

Hunting

Definition: Vertebrates’ extraction in a planned or opportunistic way using weapons, traps or, dogs. **Category:** Supply and extractive prevention. **Sources:** 16 adult informants: D7 S, D8 S, D9 S, D10 S, D11 S, D12 S, D13 S, D16 S, D18 S, D19 TC, D20 TC, D21 TC, D23 TC, D24 TC, D25 TC, D26 TC; school groups: D41, D42, field diary (testimonies) D43. **Examples for supply:** Fire guns, sticks or machetes are used to obtain medium sized mammals such as armadillo (D12 S, D16 S). Small birds are usually killed with slingshots (D16 S) but big sized birds that walk such as quails used to be obtained with a snare (D8 S) and more recently, with rifles (D20 TC). Gophers, rabbits and white-nosed coatis can be also obtained through traps. Dogs are involved in the hunt of deer, rabbit, armadillo and racoon but not in the hunting of paca or skunk. **Examples for extractive prevention:** Snakes (D12 S) and *kuwishi* (*Abronia* sp.) because they are considered poisonous. *Tekolotl* and *xiahtli* (owls) because they are considered bad or witches. To prevent damage to domestic animals, people kill *tlakua* (opossum) which is considered “a bad animal, although its tail is good” (D11 S), or the coyote which is considered by most people to be extirpated. In the case of *tlalmoto* (squirrel), burrows are set in fire. Extraction of animals is also mediated through cats for rodent control, preventing predation on stored maize seeds. **Interactions with other categories:** Hunting strategies vary according to the animal natural history. For example, in TC, it is known that *temazate* deer feeds on the leaves of chili “*chiltepetl*” and follows paths in vegetation. Therefore, the hunter can wait for him. Other animals, such as white nosed coati or peccary, are waited in the milpas and hunted when they come to feed, especially in the maize season around October. Differently, the paca must be waited at night close to its feeding place, and a site to spy is built high in the trees, so the hunter can avoid been detected. Snakes are captured manually and kept alive until they are used to prepare an antivenom with sugarcane alcohol. However, they may be killed soon.

Wild Fauna Captivity

Definition: To control the feeding and mobility of an animal *ex situ*. **Category:** Supply. **Sources:** 11 adult informants: D5 S, D7 S, D8 S, D11 S, D12 S, D14 S, D16 S, D20 TC, D23 TC, D25 TC, D27 TC; school groups: D41, D42; field diary: D43. **Examples:**

The animals kept in captivity for at least a year were rabbits (direct observation D43) and squirrels. Other animals which are brought to homes and die soon include agouti (*Dasyprocta* sp.), peccary and *temazate* deer (*M. temama*). Interviewed people identified the feeding as the main factor to captivity success. **Interactions with other categories:** The animal will die unless its diet is well known, or if it accepts a diet based on maize without getting ill, finding by itself part of its own food. In the case of peccary, their sharp teeth were the reason of deciding not continuing with captivity. Reproduction in captivity of wild fauna was not documented.

Gathering

Definition: Taking small animals through manual collecting or by tools, sometimes manipulating biotic elements such as host plants. **Category:** Supply. **Sources:** 8 adult informants: D12 S, D15 S, D20 TC, D21 TC, D22 TC, D25 TC, D26 TC, D27 TC; school groups: D41; field diary: D43. **Examples:** Gathering was documented for immature stages of lepidoptera (direct observation D43). In TC and in Sierra, people tolerate host trees (D27 TC) of immature stages of Hepialidae (*Lippia myriocephala* in TC or *Fraxinus* sp. in Sierra) to keep availability of these animals, which are extracted, mainly by children, using water and a spine. In TC, the immature stages of *A. armida*, called “*kuetlas*,” are collected from *jonote* (*H. appendiculatus*) trees by adults, mainly men, who use a bamboo stick from ground level, climb, or even log the tree to take the “*kuetlas*” more easily. Some people collect them from trees growing in secondary vegetation and then take them to their homes to keep them in a selected *H. appendiculatus* tree until they are ready to be eaten. This relocation requires an active surveillance of the animals to assure that they are eating well, they are safe from predators, and no other people is removing them. Stingless bee honeycombs are also collected. This implies the use of smoke or soapy water to drive bees away (D41). **Interactions with other categories:** see Agreements.

Feeding of Domestic Animals

Definition: People’s choices on the kinds and sources of food offered to an animal, including choices on grazing land. **Category:** Supply. **Sources:** 14 adult informants: D8 S, D10 S, D11 S, D12 S, D14 S, D15 S, D18 S, D19 TC, D20 TC, D21 TC, D22 TC, D24 TC, D25 TC, D27 TC; school groups: D41. **Examples:** Almost all domestic animals are fed on maize grain or tortillas. However, turkeys feed on nixtamal (maize cooked in limewater) and as juveniles, the nixtamal should be enriched with *quelites* (*Cucurbita ficifolia* Bouché or “chilacayota” leaves, among others) (D10 S, D11 S, D18 S). Women sing to the juvenile turkeys (direct observation D43, audio examples available in **Supplementary Additional File 4**) and feed them in their mouth to make them easier to eat. In contrast, chickens that come from farms must be fed with commercial food until they get used to maize. Dogs and cats hunt small wild animals by themselves. Dogs are also fed with leftovers, duck eggs, or leftovers of killed animals as gophers. People maintain lambs, goats, horses, and donkeys locked at night and take them to graze the whole day. **Interactions with other categories:** A person who owns land takes his/her animals to

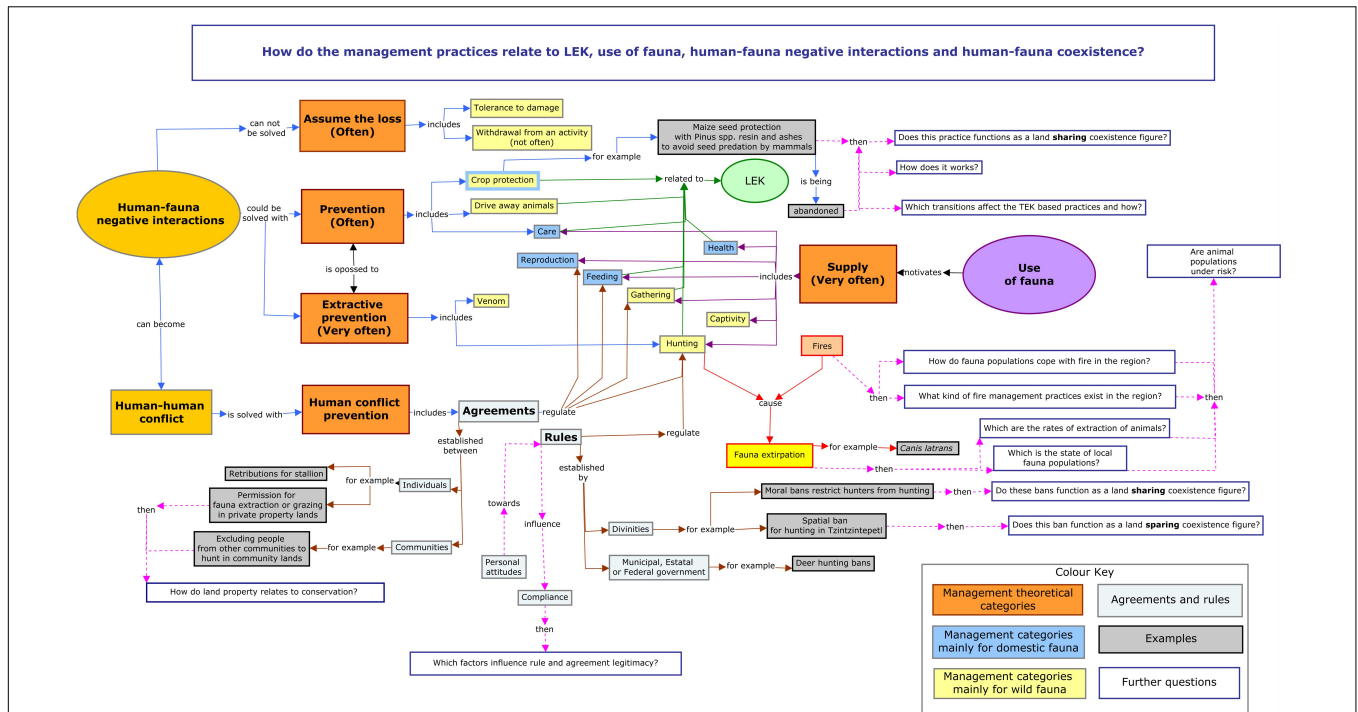


FIGURE 5 | General management scheme linking categories, examples, and further questions. Five management categories are shown. In the left side are those that respond to management of negative interactions between humans and fauna and human-human conflicts: assume the loss, prevention, extractive prevention, and human conflict prevention. The right side shows the supply which is motivated by the use of animals. Each of these five management categories include substantive categories which are non-exclusive. Yellow boxes show categories mainly related to wild fauna, while blue boxes show categories related mainly to domestic fauna. Crop protection contains both colours since it is related to both wild and domestic fauna. In the centre of the figure, local ecological knowledge (LEK) is related to several management practices for the prevention of damages to supply. Agreements are set to prevent human conflicts related to fauna supply decisions such as wild fauna extraction and domestic fauna reproduction. Rules also regulate hunting. Hunting and fires (orange boxes) have been recognised by interviewed persons as the main causes of fauna extirpation. Examples and further questions that arose in the process are included. This figure was elaborated with Cmap (<https://cmap.ihmc.us/>). A simplified version of this figure is available in **Supplementary Additional File 5**.

graze there, but others must have personal agreements with the landowners, or take the animals to graze to the mount.

Health of Domestic Animals

Definition: Animal illnesses recognised by people and their treatments. **Category:** Supply. **Sources:** 12 adult informants: D10 S, D11 S, D12 S, D14 S, D15 S, D16 S, D18 S, D21 TC, D22 TC, D24 TC, D25 TC, D26 TC; school groups: D41, D42; field diary D43. **Examples:** When they become ill, chickens and turkeys are fed with tomatoes or aloe (direct observation D43) and their underwing is smeared with tomato or sugarcane alcohol. To treat snake bites, horses are smeared with snake sugarcane alcohol and, in cases of birth complications, people provide an infusion of opossum tail. Prevention practices include vaccines and keeping ducks in homes to protect poultry and turkeys from getting ill. People place red threads to juvenile turkeys, lambs, and goats (direct observation D43) to avoid the “envy” (damage or illness caused by someone’s negative emotions). The interest in finding the way to keep the domestic animals healthy is reflected in the experimental incorporation of information coming from different sources, including products announced in TV such as human antihistaminic pills, but also in the will

of the people of participating in this research and interchange information with others about how to take care of their animals (D11 S).

Reproduction of Domestic Animals

Definition: People choices on sexual partners for animals, artificial selection criteria and care to ensure offspring survival. **Category:** Supply. **Sources:** 7 adult informants: D6 S, D10 S, D11 S, D12 S, D13 S, D14 S, D15 S; school groups: D41, D42. **Examples:** In turkeys, artificial selection does not seem to be rigorous. Females are cross breed with the male that is available, either because a friend lent it or because the female escaped to find a male by herself. If there were several available males, people would let the female choose, or would allow the fastest male to fertilise her. Some people invest great effort to grow the newborn turkeys. For example, by putting them inside a box with electric bulbs to maintain the heat, while others just cover them at night with a cloth, so the strong ones will survive (D10 S). In the case of hens, besides the meat, an element of selection are eggs. Women select from a hen the eggs of their preference (white, red, or yellow) and give them to another hen to hatch them, so they maintain a variety that will be for direct consumption or to sell. **Interaction with other categories:** see Agreements.

Cares Towards Domestic Animals

Definition: Protection of animals for their wellbeing, from escape, predation by wild fauna or exclusion from crops. **Category:** Supply and damage prevention. **Sources:** 8 adult informants: D10 S, D11 S, D13 S, D14 S, D16 S, D18 S, D19 TC, D21 TC; school groups: D41; field diary D43. **Examples for supply:** Women must be aware of turkeys (even chase them to bring them back) since they often escape. If the eggs of the hens locked inside the yard are fragile, sand is introduced so the hens can eat the small stones (D 41). The lambs must be sheared so they can be comfortable in the heat season even though their wool is not used or sold anymore. Their tails are cut when they are cubs, so they will grow more and will not get dirty. In the case of the few bulls in the localities, it must be avoided to take them to the mount because their legs broke easily and must be watched to avoid robbery from outsiders (D42). **Examples for damage prevention:** Often, locking the domestic animals within a cage or yard is enough to avoid predation by wild fauna, however, there is a trade-off between having them locked and their health since they “become sad” (meaning they get weak or ill). Consequently, they are maintained for great part of the day as free rangers. People try to keep the yard close to their homes since reducing this distance also reduces losses by predation. On the other hand, cages are also useful to avoid the chickens and turkeys to take out the plants that have been recently sown.

Drive Away

Definition: Scaring animals with noise or visual clues. **Category:** Damage prevention. **Sources:** 9 adult informants: D8 S, D11 S, D12 S, D13 S, D18 S, D20 TC, D22 TC, D25 TC, D27 TC; school groups: D41, D42. **Examples:** To avoid predation, the dog is locked within the cage or yard together with the chickens and turkeys. Since electric light arrived at the region ca. 15 years ago, the events of hematophagous bats feeding on domestic animals have decreased, therefore people place electric bulbs in the yards. This practice also dissuades the “*k’zoma*” (*Mustela frenata*) to get close. If the hens or turkeys cry, a prey bird must be close, so people scare the juvenile chickens with noises, so they hide to protect themselves. In TC, leaves of malango or “*aweweicho*” (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) are put inside the gopher’s burrows to cause irritation, so they will go away. To drive away the animals from crop fields, visual signs are used, especially scarecrows, constructed with cloths, or pieces of plastic.

Crop Protection

Definition: Direct protection of crops from animal predation with local technology. **Category:** Damage prevention. **Sources:** 3 adult informants; D13 S, D20 TC, D26 TC; school groups: D41; field diary D43. **Examples:** Put ash or lamb excreta around plants to drive away the gopher (D41). Corn seeds are protected from mammal seed predation, with ash and *Pinus* sp. resin (direct observation D43). This preparation implies the extraction of *Pinus* sp. chips and two *Agave americana* L. leaves, as well as the use of small dry branches enough to maintain a small fire for 1 h (**Figure 6**). **Interaction with other categories:** This practice is much less common than it was thirty years ago, and in words of one woman “we do not even know why it has been abandoned” (D43).

Knowledge about how to perform this technique is transmitted from generation to generation as part of the wisdom inherited from the ancestors.

Poison

Definition: Commercial products that cause the death of animals and are applied in their food. **Category:** Extractive prevention. **Sources:** 3 adult informants: D12 S, D16 S, D25 TC; school groups: D41, D42. **Examples:** In the case of “*mapachi*” (raccoon), poison is placed directly in corn; for the squirrel, it is placed in an avocado that is introduced in its burrow; for the gopher, the poison is mixed with corn dough and small balls of this mixture is placed in the seeding fields. Poisons are sold in the community, but their provenance is unknown.

Tolerance

Definition: People assume the damage because there is nothing that can be done. **Category:** Assume the loss. **Sources:** 3 adult informants; D8 S, D12 S, D13 S. **Examples:** This is the case of birds that eat the crops, after learning that the drive away strategies are not a threat. It is also the case of encounters with snakes (D13 S).

Abandonment of an Activity

Definition: Stop performing an economic activity because of the damages caused by fauna. **Category:** Assume the loss. **Sources:** One adult informant: D11 S. **Examples:** This was the case in which *Bassariscus* sp. fed on the eggs that were to be sold at a grocery store, so the owner gave up after several tries and stopped to sell the eggs because she had another source of income.

Agreements

Definition: Negotiations among people intended to prevent or reduce problems. **Category:** Human conflict prevention, conservation. **Sources:** 6 adult informants: D5 S, D8 S, D9 S, D13 S, D18 S, D21 TC, D25 TC; school groups: D41, D42; field diary testimonies and direct observation D43. **Examples and interactions with other categories:** These are mainly related to human conflicts involved in hunting, gathering, grazing and domestic animal reproduction. For conservation, agreements can involve land ordering and closure for preservation in the form of a legend, such as the recognition of the Tzintzintepetl Hill as a kind of fauna source, a place of great abundance of animals in which it is prohibited to hunt, otherwise the hunter would attract bad luck (D5 S, D41). Outside this area, agreements for regulating the access to resources in communal lands, i.e., any agreement of closure (calendar, age, sex) towards deer or other animals, were not registered. However, according to the customs, people do not go hunting in communities where they do not belong, and they do not accept hunters from other communities. Strong penalisation is applied to whom violate the rule (D8 S, D9 S).

There seems to be no regulation of the extraction of edible Lepidoptera in communal lands. However, there are personal agreements with private landowners to extract them (D21 TC, D25 TC). We did not register restrictions to grazing animals in communal lands, but action is taken to keep them from causing damage (D18 S). For lambs, they make masks with plastic bottles, or maintain them tied. For horses, their owner asks permit from a landowner before tying the horse in his



FIGURE 6 | Prevention of corn seed predation by mammals. **(A)** *Pinus* sp. Chips are extracted (ca. 1 kg) and placed in a clay pot. A clay molcajete is also shown (left). **(B)** The clay molcajete is placed in a hole below the earth and covered with two *Agave americana* leaves with a hole in the middle. **(C)** The chips inside the pot are placed on the top and sealed to the *A. americana* leaves with fresh clay. **(D)** The system is covered with branches and a fire is kept alive for 1 h before the sunset. After extinguishing the fire, the system is left to work all night. **(E)** The next morning, the system is left to work all night. **(F,G)** The resins and ashes are spread over the seeds and mixed. **(H)** the seeds are ready to be sown or stored.

property (direct observation D43). If an animal causes damage, its owner must pay it.

In the case of animal reproduction, a personal agreement is taken to retribute the person who lent the male. In the case of turkeys, the retribution can be one new-born turkey; in the case of pigs, a symbolic economic retribution is well received (D13 S, D41, D42).

Rules

Definition: Regulations imposed from the outside, such as the federal, state, municipal, local or religious authorities. **Category:** Conservation. **Sources:** 5 adult informants: D5 S, D7 S, D9 S, D43 TC; school groups D41; field diary (testimonies) D43. **Examples and interactions with other categories:** According to people, a rule has been established by the municipal authority 12–15 years ago, forbidding deer hunting (D9 S), but deer hunting is practiced. Another recognised rule is the national army's request to register the possession of fire guns of any kind (D5 S). To reduce potential misunderstandings with military authorities, some people registered their guns and follow their hunting activity as usual, but others were dissuaded to hunt or are discrete about it (D7 S, D43).

Hunters recognised the need to ask for permission to divine authorities, specifically to San Andrés, before going hunting to the mount (D43 TC). Also, to avoid the “mal aire” (the illness caused by a damaging wind or spirit, that penetrates into the body of a person or an animal), a hunter must pray and ask permit to the owners of the animals. They also need to be aware of the signs they send to inform him on whether it is possible to go hunting. In addition, the hunter should not bring any money, otherwise animals will not appear (D43 TC). However, extraction of small birds and mammals with a slingshot, performed mainly by children and with edible purposes, seems to have open access (D41).

Attitudes

Definition: Personal ways of feeling or thinking about a situation (related to management practices), including a rule

or an agreement, and which may reflect a behaviour. **Category:** Conservation. **Sources:** 4 adult informants: D7 S, D10 S, D11 S, D23 TC; field diary (testimonies and direct observation) D43. **Examples:** We observed that adults of Hepialidae moths were identified, and people took care of them to assure the following year there would be enough “worms” (direct observation D43, July 2019). Several people had personal regards towards avoiding the unregulated logging and mistreating animals, they expect that with these actions the forest will remain alive, and the water cycles will remain functional (D10 S, D11 S). The respect to rules and agreements may be also a question of attitude (D7 S, D23 TC, D43). Something similar happens with the act of killing animals associated to bad luck like owls or foxes: some people fear that if they kill the animal, they will also die, while others consider this as a misguided belief (D7 S).

DISCUSSION

Common Ground With Previous Research and Future Perspectives

As expected, LEK of people plays a major role in shaping management practices together with other concrete elements of the worldview, such as the relevance of a given animal for a celebration (i.e., turkey) (van't Hooft and Flores-Farfán, 2012). People often specified to us when their management practices came from the knowledge inherited from their “grandparents” or ancestors. However, as documented in other regions, LEK is complemented (Giovannini et al., 2011) or replaced (Rangel-Landa et al., 2016) through the incorporation of non-local knowledge and practices, some of which can contribute to solve specific needs, while others can result in human, animal, and ecological damage (Olubukola et al., 2020). Taking an interpretive perspective has provided valuable elements for approaching to local fauna husbandry, extraction, coexistence, and conservation practices and for conceptualising socio-ecological questions and pathways

related to them (Drury et al., 2011; Newing et al., 2011; Castillo et al., 2020).

Fauna management involves changes through time, as worldview and LEK processes do (López-Austin, 1999; Berkes, 2008). In some cases, the legitimacy of ancient practices and regulations may become endangered due to changes in land tenure and use, work and agriculture dynamics, and/or the arrival of certain religious groups or military presence (González-Jácome, 2004; Santos-Fita et al., 2012; Flores-Armillas et al., 2020b). In this scenario, the incorporation of ecological approaches at population or community scale to biocultural conservation efforts do not provide a solution but can contribute to inform adaptive processes to reduce risk on animal populations. For example, since the use and management of Lepidoptera involve decisions on their host trees (Ramos-Elorduy et al., 2008; Escamilla-Prado et al., 2012; Molina-Nery et al., 2017), research efforts have been made to incorporate natural history, population and community ecology, and active propagation and cultivation of host plants to manage the edible Hepialidae (Hernández-Atlahua, 2015; Oltehua-Tzitzihua, 2016; Molina-Nery et al., 2017).

The main strength of our free listing work is that it shows the relative importance of mammals and snakes among a broad spectrum of animals relevant to people, from which only some elements have reports of use or damage. However, we sacrificed a detailed inventory within each recognised group of animals (Quinland, 2005; Meireles et al., 2021). Such an approach has been followed for herpetofauna in TC (Linares-Rosas et al., 2021), increasing the biocultural inventory for this group and is recommended as a further step for other animal Classes. Zoological inventories with a biocultural approach will not only contribute to confirm taxonomic identification but deepen human-fauna interactions beyond an utilitarian dimension.

While some human-fauna interactions can be highly predictable across an animal's distribution range, local singularities can take place. Our results are consistent with previous reports of extraction of mammals and birds in the Neotropics (Ojasti, 2000) and Lepidoptera in Mexico (Aldasoro-Maya and Gómez, 2016). At the same time, it is possible to distinguish local singularities between different ecosystems within the study area. For example, the fact that several mammals are used for attending births in TC is consistent with the spectrum of species reported in other regions of Mexico (Alonso-Castro, 2014). However, in the Sierra, only opossums are used with this purpose. Solitary and collective hunting expeditions, and waiting and using the aid of dogs to find and get animals are similar to other Neotropical Forest areas (Santos-Fita et al., 2012; de Paula et al., 2018). The sights and extraction of *C. paca* has been reported to be higher during dry season by people in Tabasco, México (Gallina et al., 2012) and in the Brazilian Cerrado (de Paula et al., 2018). This discrepancy with the permanent availability of *paca* reported in our results, could be explained if hunters travel to nearby areas to search *paca* throughout the year (Valsecchi et al., 2014). Gathering of Saturniidae and the Hepialidae genera *Phassus* sp. and *Schausiana* sp. (Lepidoptera) is similar to that reported for other regions from central to southern México, such as those

in the Nahua and Tlahuica areas (Ramos-Elorduy et al., 2008; Escamilla-Prado et al., 2012; Gómez et al., 2015; Aldasoro-Maya and Gómez, 2016).

Local Ecological Knowledge-Based Coexistence Mechanisms

Animals engaged in human-fauna negative interactions with cattle, crops, and human health were in line with those previously reported for México (Flores-Armillas et al., 2020b). Besides, like in other regions in Mesoamerica, human-human conflicts can take the form of human-fauna negative interactions because of the beliefs about people taking the form of animals (Beaucage and Taller de Tradición Oral del CEPEC, 2012). However, the effects of grazing on vegetation or the predation on native fauna (Ojasti, 2000) were not considered by people as a cause of concern.

Techniques of crop seed protection based on LEK suggest human learning to prevent damage or tolerate small losses without killing the predator animals (Carter and Linell, 2016). To better understand its foundations and the reasons for its abandonment, we encourage mixed ethnobiological and ecological chemistry approaches. However, after seed germination, damage control by hunting of mammals and quails follows the “garden hunting model,” in that the extraction of animals attracted to crops (maize, beans, fruits) allow to complement a diet based in carbohydrates (Stahl, 2014). In an analogous way, wild animals attracted to domestic animals can also provide resources, unless they have been poisoned.

Our results suggest that the magnitude of the damage caused by white-nosed coati and deer in maize crop fields decreases as the distance to mature forest vegetation increases. Such relation has been already documented for tropical dry forest in central México (Flores-Armillas et al., 2020a) and we suggest further studies in the dynamic of fauna damages, their magnitude and the human tolerance towards it, incorporating land use dynamics at a landscape scale.

Local *Canis latrans* Say populations may have adapted (Lute and Carter, 2020) to the lack of human tolerance to damage by changing their home range area to overlap less with human activities and only sporadically feeding on cattle. It is likely that after fires, the presence of this and other animals has diminished only temporarily (Cunningham et al., 2006; Blancas et al., 2014; Pausas, 2019; Stevenson et al., 2019).

Recognition of spiritual beings (Lazos and Paré, 2000; González-Jácome, 2004; Beaucage and Taller de Tradición Oral del CEPEC, 2012; Santos-Fita et al., 2015) and hunting bans in sacred sites (López-Austin, 1999; Schaaf and Rossler, 2010) have a role as mechanisms to avoid misuse and over-extraction of natural resources. This is likely the case in our study area, where the decrease of animal populations is attributed to anthropogenic factors. Therefore, spatial restrictions to fauna extraction also operate at the meta-community level and is related to group property (Ostrom et al., 1999). Rights on resource access are held by all members of a community who can exclude access to members of another community. However, regulations for fauna extraction within the community seem to be associated to private property of land and resource rights held by individuals who

exclude others (Ostrom et al., 1999). Although temporal bans were absent for hunting of white-tailed deer, their reproductive calendar is locally known and similar to that reported for tropical dry forest and shrubland of the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve (López-Tello et al., 2015) and the north, western, and central México (Gallina-Tessaro et al., 2019).

Coexistence with fauna may engage in cognitive processing and cultural transmission dimensions (Albuquerque et al., 2020) that are not documented in this study case. For example, in Veracruz, México, music is dedicated to the white-nosed coati and to snakes to reduce damages to the milpa and to avoid snake bites while working (Nava-Vite, 2012). The celebration known as “*mapachi iljuil*” (raccoon party) provides a context in which elders give advice to youths about how to reduce damages by mammals in the milpa (Argüelles-Santiago, 2012). All these aspects are crucial to attending goals for biodiversity and biocultural diversity conservation.

A Local Intensity Gradient in the Human-Fauna Interactions

The management typology presented in this work is based on Melinda Zeder’s frame of fauna management and domestication (Zeder, 2006). According to Zeder, a huge diversity of human-fauna management interactions is possible. In addition, on one side, each of these interactions may or not result in differential genetic and phenotypic-behavioural changes in fauna populations compared to those unmanaged populations. On the other side, these interactions can also result in the differential human investment (i.e., time, effort, social organisation, property rights, regulatory mechanisms) in labours directed to maintain animals, such as protecting animal populations or their habitats, taming individuals, feeding-grazing choices, or performing selective extraction or husbandry, and in the differential incorporation of managed animal populations to a socio-economic system. More precisely, with this work, we have provided an example of how even within a small spatial scale (<10 km), a diverse typology of management practices can arise, related to the knowledge of biodiversity and natural history and to the perceptions of benefit an animal can provide, the damage an animal can cause, and to cultural local criteria.

On one end of this gradient, we distinguished the extractive practices aimed to use or mitigate negative interactions with wild fauna, which show variations related to local regulatory mechanisms, to actions on elements engaged in ecological community processes (i.e., plant-host interactions in the case of edible Lepidoptera, successional dynamics in the case of Coleoptera plague prevention, local technology to prevent seed predation by mammals), and to the temporal captivity or relocation of individuals without its reproduction or taming. In the middle of the gradient, we would have located wild fauna husbandry. However, this was not the case in the studied localities. On the opposite end, we distinguished the husbandry practices towards domesticated animals, associated to health, reproduction and feeding choices. People may apply, or not, post-domestication artificial selection criteria, guided by cultural mechanisms and possibly favouring the proportion of some

genetic or phenotypic traits. However, a question that was not directly addressed in this work is to what extent and in which direction the local biodiversity management practices act as selective pressures on wild and domestic fauna populations (Zeder, 2015).

Around the Global Value of Local Ecological Knowledge

The multiple forms of LEK around the world have been fundamental for human societies’ subsistence. Each of them is a way of knowing the world beyond a utilitarian value (Nóbrega-Alves and Albuquerque, 2018). However, based on LEK, human societies have solved provisioning needs and coexistence with fauna.

Western science has increased its corpus of knowledge through LEK, a process that has been often dismissed. One example is the contribution of knowledge and specimens to the European natural history collections from worldwide expeditions (Alves and Silva, 2015). In a similar way, scientific literature in the last 10 years has evaluated and discussed the advantages of including LEK as a source of information to increase scientific knowledge. For example, in the case of fauna monitoring and conservation. Our work was not devoted to systematically researching about the people’s perspective about Western science or their thoughts about how to articulate ecological knowledge (i.e., coming from different ontologies and epistemologies) (Reid et al., 2020). Rather, we adopted a perspective in which the “management” of biodiversity for conservation (including regulatory mechanisms and local technology) is already happening locally. It is LEK-based (Romero-Bautista et al., 2020; Solís and Casas, 2020; Rocha et al., 2021) and the “expert managers” are the *Mexicatl* inhabitants of the local communities.

As part of a scholar community of a public university, in a multicultural country, where at least 68 main languages and 364 linguistic variants are spoken (INALI, 2008), the authors hope to contribute to make visible the multiple bio-cultural approaches to fauna management. In such perspective, this work constitutes a modest approach to the ecological knowledge processes related to the local fauna management practices. These, in turn, have emerged as a set of diverse practices similar to what previous research has documented along three axes: a rich typology of adaptive LEK-based management practices (Berkes et al., 2000), the frame of human-fauna coexistence mechanisms (Madden, 2004; Carter and Linell, 2016), and a perspective of a gradient management-domestication typology (Zeder, 2006, 2015).

CONCLUSION

People are engaged in complex relations with wild and domestic fauna and perform local management practices within categories that can be framed in the management and domestication theory. Supply practices in the case of wild animals were extractive, and there was no evidence of reproduction in captivity. Management practices aimed to assure the availability of domestic animals, insects, and some wild vertebrates included agreements with land

and animal human right holders. However, extraction is also likely regulated by the recognition of rules and agreements with divine non-human owners. Better understanding of the strengths these rules and agreements have to prevent fauna extirpation would be needed.

We found evidence of the lack of tolerance to cattle losses attributed to *C. latrans*. However, the use of local technology based on LEK could be an example of co-adaptation for the coexistence with medium sized mammals. Negative human-fauna interactions involving domestic animals were mainly categorised as crop losses, attacks to cattle from feral dogs, and human-human disagreements.

Fauna management is expressed in a broad spectrum of practices and techniques, which all respond not only utilitarian or conflictive situations, but also to levels of interest of people on animals and their relevance in all dimensions of peoples' life. Presence, distribution, abundance, interactions with other organisms, plants, and animals are all relevant aspects that modulate interactions between people and fauna. Some general similarities are shared and more widely analysed with interactions and motivations related to plant management and domestication. An integrated theoretical synthesis about management and domestication of biodiversity is possible, and all these elements found and discussed here will be important for such a purpose.

DATA AVAILABILITY STATEMENT

The original contributions presented in the study are included in the article/**Supplementary Material**, further inquiries can be directed to the corresponding author/s.

ETHICS STATEMENT

The studies involving human participants were reviewed and approved by Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Written informed consent to participate in this study was provided by the participants' legal guardian/next of kin. The animal study was reviewed and approved by Dirección de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Written informed consent was obtained from the owners for the participation of their animals in this study.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

MZ-C and MC-G facilitated student workshops and systematised its results. MZ-C performed adult interviews, analysed fieldwork results, and prepared the first draft of the manuscript. AC was the main coordinator-supervisor of the research project and also contributed to all steps of the research and reviewed several drafts of the manuscript. MZ-C, MC-G, JP-M, and AC reviewed the manuscript and contributed conceptually to achieve its final version. All authors read and approved the final manuscript.

FUNDING

MZ-C postgraduate studies are being funded through a Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) scholarship. Fieldwork was funded by CONACYT (Projects CB-2013-01-221800 and A1-S-14306) and Directorate of Academic Personnel Affairs-Universidad Nacional Autónoma de México (DGAPA-UNAM) through the Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT; Projects IN206217 and IN206520).

ACKNOWLEDGMENTS

We thank the Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM, IIES, and all members of the Laboratorio de Manejo y Evolución de Recursos Genéticos IIES-UNAM for academic support in the Ph.D. studies of MZ-C. Particularly, we thank Ek del Val, Ma. Del Coro Arizmendi, and José Blancas for their academic advice along the research process. We also thank CONACYT and DGAPA-UNAM, PAPIIT for their financial support. We especially thank the municipal, local and scholar authorities, and inhabitants of Coyomeapan for allowing us to conduct this research. Fieldwork was performed with the support of Alejandro Rivera, Miriam Linares, Viviana Andrade, José Blancas, Ignacio Torres, and Selene Rangel. Spelling review of the *Mexicatl* words used in this manuscript was made by Professor Alfredo Ponce Cavanzo. However, we retain the responsibility of the written reported terms.

SUPPLEMENTARY MATERIAL

The Supplementary Material for this article can be found online at: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2022.760805/full#supplementary-material>

Supplementary Additional File 1 | Relation of workshops and interviews, interview checklist, and list of animal images used for visual stimulus instrument (docx).

Supplementary Additional File 2 | Complete outputs of salience analysis (xlsx).

Supplementary Additional File 3 | Uses, management, human-fauna negative interactions, and animal diet as reported in student and adult interviews (xlsx).

Supplementary Additional File 4 | Singing to feed juvenile *M. gallopavo*. (a) woman in Sierra and (b) girl in Tierra Caliente (TC). (c) *Potos flavus* call mimicked by a boy in TC; (mp3).

Supplementary Additional File 5 | Simplified general management scheme. Use of fauna can become in human-fauna negative interactions if native animal populations are stressed or pushed towards local extirpation by human demand for wild fauna or domestic cattle (as perceived by interviewed people). Negative human-fauna interactions can become in human-human conflict. These three interactions are related to five local management categories intended to supply animal resources and mitigate the damages caused by fauna or human conflicts, but also to regulate fauna extraction. Figure elaborated with Cmap tools (<https://cmap.ihmc.us/>) (jpg).

Supplementary Additional File 6 | Environmental units in which presence of fauna was reported. Three categories of environmental units in which animals were reported to be present. Figure elaborated with Cmap tools (<https://cmap.ihmc.us/>) (jpg).

REFERENCES

- Agatha, A. (2016). Traditional wisdom in land use and resource management among the Lugbara of Uganda: a historical perspective. *SAGE Open* 6, 1–13. doi: 10.1177/2158244016664562
- Albuquerque, U. P., Ludwig, D., Feitosa, I. S., Brito de Moura, J. M., Medeiros, P., de Medeiros, P. M., et al. (2020). Addressing social-ecological systems across temporal and spatial scales: a conceptual synthesis for ethnobiology. *Hum. Ecol.* 48, 557–571. doi: 10.1007/s10745-020-00189-7
- Aldasoro-Maya, M., and Gómez, B. (2016). Insects and other invertebrates in the Pjiekakjoo (Tlahuica) culture in Mexico State, Mexico. *J. Insects Food Feed.* 2, 43–52. doi: 10.3920/JIFF2015.0090
- Alonso-Castro, A. J. (2014). Use of medicinal fauna in Mexican traditional medicine. *J. Ethnopharmacol.* 152, 53–70. doi: 10.1016/j.jep.2014.01.005
- Alves, R., and Silva, W. M. (2015). Ethnozoology: a brief introduction. *Ethnobiol. Conserv.* 4, 1–13. doi: 10.15451/ec2015-1-4.1-1-13
- Argüelles-Santiago, J. N. (2012). “El maíz en la construcción y transmisión de una identidad cultural de la Huasteca Veracruzana,” in *Estudios de Lengua y Cultura Náhuatl de la Huasteca*, eds A. van’t Hooft and J. A. Flores-Farfán (Mexico: Linguapax, CCSYH-UASLP, CIGA-UNAM), 11–29.
- Argueta, A., Corona, E., Alcántara-Salinas, G., Santos-Fita, D., Aldasoro, E., Serrano, R., et al. (2012). Historia, situación actual y perspectivas de la etnozoológica en México. *Ethnobiología* 10, 18–40.
- ATLAS.ti 8 (2021). *NEW! ATLAS.ti 22 Analyze Anything, Faster*. Available online at: <https://atlasti.com/> (accessed March 29, 2022).
- Ávila-Blomberg, A., and Moreno-Díaz, N. G. (2008). *Distribución de las Lenguas Indígenas de México. Catálogo de Metadatos Geográficos*. Mexico City: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Beaucage, P., and Taller de Tradición Oral del CEPEC (2012). *Cuerpo, Cosmos y Medio Ambiente Entre los Nahuas de la Sierra Norte de Puebla. Una Aventura en Antropología*. Ciudad de México: UNAM. Instituto de Investigaciones Antropológicas.
- Berkes, F. (2008). *Sacred Ecology*, 2nd Edn. New York, NY: Routledge, Taylor and Francis.
- Berkes, F., Colding, J., and Folke, C. (2000). Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecol. Appl.* 10, 1251–1262.
- Blancas, J., Casas, A., and Pérez-Salicrup, D. (2014). Evaluando la incertidumbre en la disponibilidad de recursos vegetales. *Gaia Sci.* 8, 137–160. doi: 10.21707/gaia.v8i2.22419
- Blancas, J., Casas, A., Pérez-Salicrup, D., Caballero, J., and Vega, E. (2013). Ecological and socio-cultural factors influencing plant management in Nahuatl communities of the Tehuacán Valley, Mexico. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 9:39. doi: 10.1186/1746-4269-9-39
- Canseco, L., and Gutiérrez, M. (2010). *Anfibios y Reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Ciudad de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Carter, N. H., and Linell, J. D. C. (2016). Co-adaptation is key to coexisting with large carnivores. *Trends Ecol. Evol.* 31:8. doi: 10.1016/j.tree.2016.05.006
- Casas, A., Lira, R., Torres, I., Delgado, A., Moreno-Calles, A. I., Rangel-Landa, S., et al. (2016). “Ethnobotany for sustainable ecosystem management: a regional perspective in the Tehuacán Valley,” in *Ethnobotany of Mexico: Interactions of People and Plants in Mesoamerica*, eds A. Casas, R. Lira, and J. Blancas (Cham: Springer), 179–206.
- Castillo, A., Bullen, A. A., Peña-Mondragón, J. L., and Gutiérrez-Serrano, N. D. (2020). The social component of social-ecological research: moving from the periphery to the center. *Ecol. Soc.* 25:6. doi: 10.5751/ES-11345-25 0106
- Ceausu, S., Graves, R., Killion, A., Svenning, J. C., and Carter, N. (2018). Governing trade-offs in ecosystem services and disservices to achieve human-wildlife coexistence. *Conserv. Biol.* 33, 543–553. doi: 10.1111/cobi.13241
- CONABIO (1998). *Curvas de Nivel Para la República Mexicana. Catálogo de Metadatos Geográficos*. Ciudad de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Cunningham, S., Kinkerdall, L., and Ballard, W. (2006). Gray fox and coyote abundance and diet responses after a wildfire in central Arizona. *West N. Am. Nat.* 66, 169–180. doi: 10.3398/1527-0904(2006)66[169:GFACAA]2.0.CO;2
- da Silva, L., Borba do Nascimento, A. L., and Albuquerque, U. P. (2019). What matters in free listing? A probabilistic interpretation of the Saliency Index. *Acta Bot. Bras.* 33, 360–369. doi: 10.1590/0102-33062018abb0330
- de Paula, M. J., Xerente, V. S., Feraz-Silva, A. A., Godoy, B. S., and Brito-Pezzuti, J. P. (2018). Collaborative research and the hunting in the Brazilian Cerrado: the case of Xerente Indigenous Land. *Biota Neotrop.* 18:e20180556. doi: 10.1590/1676-0611-BN-2018-0556
- Drury, R., Homewood, K., and Randall, S. (2011). Less is more: the potential of qualitative approaches in conservation research. *Anim. Conserv.* 14, 18–24. doi: 10.1111/j.1469-1795.2010.00375.x
- Escamilla-Prado, E., Escamilla-Femat, S., Gómez-Utrilla, J. M., Tuxtla-Andrade, M., Ramos-Elorduy, J., and Pino-Moreno, J. M. (2012). Uso tradicional de tres especies de insectos comestibles en agroecosistemas cafetaleros del estado de Veracruz. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 15, S101–S109.
- Fernández-Llamazares, A., and Reyes-García, V. (2016). “An ethnobiology of change,” in *Introduction to Ethnobiology*, eds U. Albuquerque and R. Nóbrega-Alves (Cham: Springer), 69–74. doi: 10.1007/978-3-319-28155-1_11
- Flores-Armillas, V. H., López-Medellín, X., García-Barrios, R., MacGregor-Fors, I., and Valenzuela-Galván, D. (2020a). Landscape features associated with damage to maize (*Zea mays*) fields in Central México: a comparison of wind and wildlife damage. *Agriculture* 10:460. doi: 10.3390/agriculture10100460
- Flores-Armillas, V. H., Valenzuela-Galván, D., Peña-Mondragón, J. L., and López-Medellín, X. L. (2020b). Human wildlife conflicts studies in Mexico. *Ecosist. Recur. Agropec.* 7:e2274. doi: 10.19136/era.a7n1.2274
- Gallina, S., Pérez-Torres, J., and Guzmán-Aguirre, C. G. (2012). Use of the paca, *Cuniculus paca* (Rodentia: Agoutidae) in the Sierra de Tabasco State Park, Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 60, 1345–1355. doi: 10.15517/rbt.v60i3.1812
- Gallina-Tessaro, S., López-Tello, E., and Mandujano, S. (2019). “Recent studies of white-tailed deer in the Neotropics,” in *Ecology and Conservation of Tropical Ungulates in Latin America*, ed. S. Gallina-Tessaro (Cham: Springer), 371–394. doi: 10.1007/978-3-030-28868-6_15
- Garnier, S., Ross, N., Rudis, B., Sciaini, M., Camargo, A. P., and Scherer, C. (2021). *Viridis*. Available at: <https://cran.r-project.org/web/packages/viridis/index.html> (accessed March 29, 2022).
- Giovannini, P., Reyes-García, V., Waldstein, A., and Heinrich, M. (2011). Do pharmaceuticals displace local knowledge and use of medicinal plants? Estimates from a cross-sectional study in a rural indigenous community, Mexico. *Soc. Sci. Med.* 72, 928–936. doi: 10.1016/j.socscimed.2011.01.007
- Gómez, B., Junghans, C., Aldasoro, E. M., and Grehan, J. R. (2015). The ghost moth (Lepidoptera: Hepialidae) as food of indigenous people in Mexico. *J. Insects Food Feed.* 2, 53–59. doi: 10.3920/JIFF2015.0092
- González-Jácome, A. (2004). Ambiente y cultura en la agricultura tradicional de México: Casos y perspectivas. *CIENCIA Ergo Sum* 11, 153–163.
- Hernández-Atlahua, F. L. (2015). *Propagación de dos Especies Arbóreas del Bosque Mesófilo de Montaña, Hospederas de las Polillas Comestibles del Género Phassus spp. en Zongolica, Veracruz. Tesis de Ingeniería Forestal*. Veracruz: Instituto Tecnológico Superior de Zongolica.
- INALI (2008). *Catálogo de las Lenguas Indígenas Nacionales*. Available online at: https://www.inali.gob.mx/pdf/CLIN_completo.pdf (accessed December 2021).
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI] (2020). *Censo de Población y Vivienda. Datos Abiertos. Principales Resultados por Localidad*. Saint-Paul-lez-Durance: ITER.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI] (2018). *División Política Municipal. Catálogo de Metadatos Geográficos*. Ciudad de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Knox, J., Ruppert, K., Frank, B., Sponarski, C., and Glikmanet, A. J. (2020). Usage, definition, and measurement of coexistence, tolerance and acceptance in wildlife conservation research in Africa. *Ambio* 50, 301–313. doi: 10.1007/s13280-020-01352
- Lazos, E., and Paré, L. (2000). *Miradas Indígenas sobre Una Naturaleza Entristecida*. México: Instituto de Investigaciones Sociales.
- Linares-Rosas, M., Gómez, B., Aldasoro-Maya, M., and Casas, A. (2021). Nahua biocultural richness: an ethnoherpetological perspective. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 17:33. doi: 10.1186/s13002-021-00460-1

- López-Austin, A. (1999). *Tamoanchan y Tlalocan*. Brasília: Fondo de Cultura Económica.
- López-Tello, E., Gallina, S., and Mandujano, S. (2015). Activity patterns of white-tailed deer in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Puebla-Oaxaca, Mexico. *Deer Spec. Group IUCN Newsllett.* 27, 32–43.
- Lute, M. L., and Carter, N. H. (2020). Are we coexisting with carnivores in the American west? *Front. Ecol. Evol.* 8:48. doi: 10.3389/fevo.2020.0048
- Madden, F. (2004). Creating coexistence between humans and wildlife: global perspectives on local efforts to address human–wildlife conflict. *Hum. Dimens. Wildlife* 9, 247–257. doi: 10.1080/10871200490505675
- Marchini, S. (2014). “Who’s in conflict with whom? Human dimensions of the conflicts involving wildlife,” in *Applied Ecology and Human Dimensions in Biological Conservation*, eds L. M. Verdade, M. C. Lyra-Jorge, and C. I. Piña (New York, NY: Springer Press), 189–209. doi: 10.1007/978-3-642-54751-5_13
- Maxwell, J. A. (2013). *Qualitative Research Design. An Interactive Approach*, 3rd Edn. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Meireles, M. P. A., de Albuquerque, U. P., and de Medeiros, P. M. (2021). What interferes with conducting free lists? A comparative ethnobotanical experiment. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 17:4. doi: 10.1186/s13002-021-00432-5
- Molina-Nery, M. C., Ruiz-Montoya, L., Castro-Ramírez, A. E., González-Díaz, A. A., and Caballero-Roque, A. (2017). The effect of agricultural management on the distribution and abundance of *Arsenura armida* (Lepidoptera: Saturniidae) in Chiapas, Mexico. *J. Lepid. Soc.* 71, 236–248. doi: 10.18473/lepi.71i4.a6
- Nava-Vite, R. (2012). “El Costumbre: ofrendas y música a Chikomexochitl en Ixhuatlán de Madero, Veracruz,” in *Estudios de Lengua y Cultura Náhuatl de la Huasteca*, eds A. van’t Hooft and J. A. Flores-Farfán (Mexico: Linguapax, CCSYH-UASLP, CIGA-UNAM), 30–66.
- Newing, H., Eagle, C. M., Puri, R. K., and Watson, C. W. (2011). *Conducting Research in Conservation. Social Science Methods and Practice*. New York, NY: Routledge, Taylor and Francis. doi: 10.4324/9780203846452
- Nóbrega-Alves, R. (2012). Relationships between fauna and people and the role of ethnozoology in animal conservation. *Ethnobiol. Conserv.* 1, 1–69. doi: 10.1545/ec2012-8-1.2-1-69
- Nóbrega-Alves, R., and Albuquerque, U. (eds) (2018). *Ethnozoology: Animals in Our Lives*. Gewerbestrasse: Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-12-809913-1.00002-8
- Nóbrega-Alves, R., and Duarte-Barboza, R. (2018). “Animals as Ethnozooindicators of Weather and Climate,” in *Ethnozoology: Animals in our lives*, eds R. Nóbrega-Alves and P. Albuquerque (London: Academic Press), 383–420. doi: 10.1016/B978-0-12-809913-1.00021-1
- Ojasti, J. (2000). *Manejo de Fauna Silvestre Neotropical*. Washington, DC: Smithsonian Institution.
- Oksanen, J., Blanchet, G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlenn, D., et al. (2020). *Vegan*. Available online at: <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vegan.pdf> (accessed March 29, 2022).
- Oltehua-Tzitzihua, J. L. (2016). *Estudio Poblacional de las Polillas Comestibles Popotocas (Phassus spp. Hepialidae) en dos Localidades de la Sierra de Zongolica, Veracruz. Tesis de Ingeniería Forestal*. Veracruz: Instituto Tecnológico Superior de Zongolica.
- Olubukola, T., Abdalla, M. A., and McGaw, L. J. (2020). “Ethnoveterinary plants and practices for the control of ticks and tick-borne diseases in South Africa,” in *Ethnoveterinary Medicine: Present and Future Concepts*, eds L. McGaw and M. A. Abdalla (Cham: Springer), 251–267. doi: 10.1007/978-3-030-32270-0_11
- Open Source Geospatial foundation [OsGeo] (2020). *Qgis 3.8. Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 License*. Available online at: <https://www.qgis.org/en/site/about/index.html> (accessed January 3, 2020).
- Ostrom, E., Burguer, J., Field, C., Norgaard, R., and Policansky, D. (1999). Revisiting the commons: local lessons, global challenges. *Science* 284, 278–282. doi: 10.1126/science.284.5412.278
- Pausas, J. G. (2019). Generalized fire response strategies in plants and animals. *Oikos* 128, 147–153. doi: 10.1111/oik.05907
- Pérez-Solano, L., Mandujano, S., Contreras-Moreno, F., and Salazar, J. M. (2012). Primeros registros del temazate rojo *Mazama temama* en áreas aledañas a la reserva de la biosfera de Tehuacán-Cuicatlán Mexico. *Rev. Mex. de Biodivers.* 83, 875–878. doi: 10.7550/rmb.27007
- Pinto, M., Pereira, T., Alves, L., and Nóbrega-Alves, R. (2018). “People and fishery resources: a multidimensional approach,” in *Ethnozoology: Animals in Our Lives*, eds R. Nóbrega-Alves and P. Albuquerque (London: Academic Press), 119–149. doi: 10.1016/B978-0-12-809913-1.00008-9
- Quinland, M. (2005). Considerations for collecting freelists in the field: examples from ethnobotany. *Field Methods* 17, 219–234. doi: 10.1177/1525822X05277460
- R software (2020). *R-3.6.3 for Windows (32/64 bit)*. Available online at: <https://cran.r-project.org/bin/windows/base/old/3.6.3/> (accessed July 30, 2021).
- R studio (2021). *RStudio Academy*. Available online at: <https://rstudio.com> (accessed July 30, 2021).
- Ramos-Elorduy, J., Landero-Torres, I., Murguía-González, J., and Pino, J. M. (2008). Biodiversidad antropomófica de la región de Zongolica, Veracruz, México. *Rev. Biol. Trop.* 56, 303–316. doi: 10.15517/rbt.v56i1.5526
- Rangel-Landa, S., Casas, A., Rivera-Lozoya, E., Torres-García, I., and Vallejo-Ramos, M. (2016). Ixcatec ethnoecology: plant management and biocultural heritage in Oaxaca, Mexico. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 12, 30. doi: 10.1186/s13002-016-0101-3
- Reid, A. J., Eckert, L. E., Lane, J., Young, N., Hinch, S., Darimont, C., et al. (2020). “Two-eyed Seeing”: an indigenous framework to transform fisheries research and management. *Fish Fish.* 22, 243–261. doi: 10.1111/faf.12516
- Rivero-Romero, A. D., Moreno-Calles, A. I., Casas, A., Castillo, A., and Camou-Guerrero, A. (2016). Traditional climate knowledge: a case study in a peasant community of Tlaxcala, Mexico. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 12:33. doi: 10.1186/s13002-016-0105-z
- Rocha, R., López-Baucells, A., and Fernández-Llamazares, A. (2021). Ethnobiology of bats: exploring human-bat inter-relationships in a rapidly changing world. *J. Ethnobiol.* 41, 3–17. doi: 10.2993/0278-0771-41.1.3
- Romero-Bautista, Y. A., Moreno-Calles, A. I., Alvarado-Ramos, F., Reyes-Castillo, M., and Casas, A. (2020). Environmental interactions between people and birds in semiarid lands of the Zapotitlán Valley, Central Mexico. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 16:32. doi: 10.1186/s13002-020-00385-1
- Rudis, B., Kennedy, P., Reiner, P., Wilson, D., Adam, X., Barnett, J., et al. (2020). *hrbrthemes*. Available online at: <https://cran.r-project.org/web/packages/hrbrthemes/index.html> (accessed March 29, 2022).
- Sánchez, O. (1999). “Biodiversidad, conservación y Manejo,” in *Diplomado en Manejo de Vida Silvestre. Conservación y Manejo de Vertebrados del Norte Árido y Semi-Árido de México*, eds O. Sánchez and E. Vázquez-Domínguez (México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), 13–23.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [SEMARNAT- CONANP] (2013). Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán. *Ciudad de México: SEMARNAT-CONANP*
- Santos-Fita, D., Naranjo, E., and Rangel-Salazar, J. L. (2012). Wildlife use and hunting patterns in rural communities of the Yucatan Peninsula, Mexico. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 8:38. doi: 10.1186/1746-4269-8-38
- Santos-Fita, D., Naranjo, E., Estrada, E., Mariaca, R., and Bello, E. (2015). Symbolism and ritual practices related to hunting in Maya communities from central Quintana Roo, Mexico. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 11:71. doi: 10.1186/s13002-015-0055-x
- Schaaf, T., and Rossler, M. (2010). “Sacred natural sites, cultural landscapes and UNESCO’s action,” in *Sacred Natural Sites, Conserving Nature and Cultures*, eds B. Verschuuren, R. Wild, J. McNeely, and G. Oviedo (London: Earthscan), 161–169.
- Sinclair, A., Fryxell, J. M., and Caughley, G. (2006). *Wildlife Ecology, Conservation and Management*, 2nd Edn. Malden, MA: Blackwell Publishing.
- Smith, J. J., and Borgatti, S. P. (1997). Saliency counts and so does accuracy: correcting and updating a measure for free-list-item saliency. *J. Linguist. Anthropol.* 7, 208–209.
- Solís, L., and Casas, A. (2020). Cuicatec ethnozoology: traditional knowledge, use, and management of fauna by people of San Lorenzo Pápalo, Oaxaca, México. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 15:58. doi: 10.1186/s13002-019-0340-1

- Stahl, P. W. (2014). "Garden hunting," in *Encyclopedia of Global Archaeology*, ed. C. Smith (New York, NY: Springer), doi: 10.1007/978-1-4419-0465-2_2132
- Stevenson, E. R., Lashley, M. A., Chitwood, M. C., Garabedian, J. E., Swingen, M. B., DePerno, C. S., et al. (2019). Resource selection by coyotes (*Canis latrans*) in a longleaf pine (*Pinus palustris*) ecosystem: effects of anthropogenic fires and landscape features. *Can. J. Zool.* 97, 165–171. doi: 10.1139/cjz-2018-0150
- Strauss, A., and Corbin, J. M. (1998). *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*, 2nd Edn. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Valsecchi, J., El-Bizri, H. R., and Figueira, J. E. C. (2014). Subsistence hunting of *Cuniculus paca* in the middle of the Solimões River, Amazonas, Brazil. *Braz. J. Biol.* 74, 560–568. doi: 10.1590/bjb.2014.0098
- van't Hooft, A., and Flores-Farfán, J. A. (eds). (2012). *Estudios de Lengua y Cultura Náhuatl de la Huasteca*. México: Linguapax, CCSYH-UASLP, CIGA-UNAM.
- Wickham, H., Chang, W., Henry, L., Lin, T., Takahashi, K., Wilke, C., et al. (2021). *ggplot2*. Available online at: <https://cloud.r-project.org/web/packages/ggplot2/index.html> (accessed March 29, 2022).
- Willerslev, R., and Vitebsky, P. (2014). Sacrifice as the ideal hunt: a cosmological explanation for the origin of reindeer domestication. *J. R. Anthropol. Inst.* 21, 1–23. doi: 10.1111/1467-9655.12142
- Zarazúa, M. (2016). "Del guajolote a las chicanas. Uso, manejo y domesticación de recursos genéticos animales en Mesoamérica," in *Domesticación en el Continente Americano*, Vol. 1, eds A. Casas, J. Torres-Guevara, and F. Parra (Lima: Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Nacional Agraria La Molina), 283–316.
- Zarazúa-Carbajal, M., Chávez-Gutiérrez, M., Romero-Bautista, Y., Rangel-Landa, S., Moreno-Calles, A. I., Ramos, L. F. A., et al. (2020). Use and management of wild fauna by people of the Tehuacán-Cuicatlán Valley and surrounding areas, Mexico. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 16:4. doi: 10.1186/s13002-020-0354-8
- Zeder, M. (2006). Central questions in the domestication of plants and animals. *Evol. Anthropol.* 15, 105–117. doi: 10.1002/evan.20101
- Zeder, M. (2015). Core questions in domestication research. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 112, 3191–3198. doi: 10.1073/pnas.1501711112

Conflict of Interest: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher's Note: All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.

Copyright © 2022 Zarazúa-Carbajal, Chávez-Gutiérrez, Peña-Mondragón and Casas. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

III. Capítulo 2: Uso y manejo de fauna en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán y regiones cercanas

Artículo de revisión:

Zarazúa-Carbajal, M., Chávez-Gutiérrez, M., Romero-Bautista, Y., Rangel-Landa, S., Moreno-Calles, A. I., Ramos, L. F. A., et al. (2020). Use and management of wild fauna by people of the Tehuacán-Cuicatlán Valley and surrounding areas, Mexico. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 16:4. doi: 10.1186/s13002-020-0354-8




Agua, púas y paciencia. Tras esperar unos minutos, el *chajchama* o “verdadero *poxokuli*” se asoma y es colectado del *chajchamakowitl*. Le espera un comal caliente. Aticpac, Coyomeapan, Puebla. 13 de septiembre de 2021.

REVIEW

Open Access



Use and management of wild fauna by people of the Tehuacán-Cuicatlán Valley and surrounding areas, Mexico

Mariana Zarazúa-Carbajal^{1,6}, Michelle Chávez-Gutiérrez¹, Yessica Romero-Bautista², Selene Rangel-Landa¹, Ana Isabel Moreno-Calles², Luis Fernando Alvarado Ramos², Sandra E. Smith⁵, José Blancas³, Ek del Val¹, María del Coro Arizmendi⁴ and Alejandro Casas^{1*} 

Abstract

Background: Interactions between humans and fauna lay in the heart of the history of human subsistence. In Mesoamerica, the Tehuacán-Cuicatlán Valley (TCV) harbours a high biodiversity with archaeological and ethnoecological evidence of its use by people inhabiting the area since at least 12,000 B.P. It is recognized as one of the most ancient areas of agriculture in the Americas, and a broad spectrum of management practices aimed to ensure the availability of desirable plants has been documented, but it has not been analysed for animals. This study aimed to investigate the use and management practices directed to wild animals along current settlements within the TCV and neighbouring areas.

Methods: We conducted an extensive search, review and analysis of documental sources for the period between 1967 and 2018. We found 38 documents providing information about the presence of animal species and 15 describing their use and/or management. We included our own observations from four case studies among the Ixcatec, Cuicatec, Nahua and Mestizo people, as well as from regional studies of biodiversity. We used unconstrained multivariate data analysis to describe the management typology of the animals in the region.

Results: Hitherto, 652 vertebrate species and 765 species of insects have been recorded in this area; and until present, 107 wild animal species have been reported to be used in 11 use-type categories, mostly for food (65.42%), ornamental (27.52%) and medicinal (21.10%) purposes by the Nahua, Cuicatec, Popolocan, Ixcatec, Mazatec and Mestizo people. Their extraction entails manual capture and gathering as well as hunting and trapping strategies, some of them involving planning in time or space and communitarian regulations; in addition, relocation actions and care in captivity were recorded. Nearly 178 of the species distributed in the region with no reports of local use are used in other localities of Mesoamerica. Ethnozoological information is still lacking for the Mixtec, Chinantec and Chochohlec people in the area.

Conclusions: Wild fauna is still a valuable resource for the inhabitants of the TCV. Animals are obtained through extractive practices, which vary from one another in their qualitative attributes. With this work, we provide a context for further research priorities on fauna management in a region of high biocultural significance.

Keywords: Animal management, Biodiversity conservation, Domestication, Ethnozoology, Mesoamerican ethnobiology, Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve

* Correspondence: acasas@cieco.unam.mx

¹Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, IIES, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701, 58190 Morelia, Michoacán, Mexico

Full list of author information is available at the end of the article



Background

Animals have been part of human life since its origins, representing sources of food, medicine, clothing, social, cultural, symbolic and spiritual benefits for humanity [1]. Human groups integrate faunal elements to their subsistence systems through a broad range of practices [2], some of them, on one hand, involving control of the reproduction of successive generations and artificial selection processes of some animals that result in their domestication. On the other hand, people's practices might include the opportunistic extraction of animals through hunting or gathering. However, people may also take deliberate actions to ensure the availability of wild fauna, without necessarily involving a domestication process [2]. In order to improve the availability of desirable animals, these management actions might involve different ecological scales, from individuals to whole biotic communities [3] or even ecosystem processes.

Management practices include multi-scale decision-making and transformations in order to use, maintain or recover elements or functional processes of ecosystems [4]. In the case of fauna, these strategies can be focused on the animals themselves, from the individual to the population level, but also on elements or processes that support or influence them [2], such as their ecological mutualists (i.e. host plants, plants of their diet, plants pollinated and/or dispersed by them), preys and/or predators, and even manipulation of abiotic elements like water and fire [5]. The set of management practices can vary in the amount of energy and human effort invested, the presence of artificial selection, the control of the reproductive systems, and the extent of abiotic elements used, among others [6]. This variation can be pictured along a gradient of management "complexity" and/or "intensity" [4, 6].

The kind and intensity of management practices directed to animals depend on the motivations and the nature of the interactions between humans and fauna. Such interactions are modulated by both individual and social experiences and knowledge that are part of the complex of knowledge "corpus", beliefs "cosmos" and practices "praxis" known as traditional ecological knowledge or TEK [7, 8]. In Mesoamerica, a region recognized for its high biocultural richness [9, 10], and as one of the world's main centres of domestication and origins of agriculture [11], the wide spectrum of human-fauna interactions has configured a variety of processes and management practices. These, however, have not included the domestication of large mammals (i.e. for meat, milk or textile fibre production as well as draught animals) as in the Middle East, some other regions of Eurasia and the Andean Region [12].

The Mesoamerican spectrum of human-fauna interactions has included management strategies that resulted in the post-domestication selection of the dogs (*Canis*

lupus familiaris Linnaeus, 1758) that arrived at the continent with human immigrations [12] and the domestication of the turkey (*Meleagris gallopavo* Linnaeus, 1758) [13]. However, a variety of animals have received human attention in several ways. One example is the systematic nurturing of insects (i.e. *Dactylopius coccus* Costa, 1829, *Melipona* spp. Illiger, 1906) [14, 15] and vertebrates (i.e. *Ara militaris* Linnaeus, 1766, *Sylvilagus* spp. Gray, 1987) [16–18]. Currently, along with the nurturing of these species and the adoption of introduced domesticates from all over the world (i.e. *Apis mellifera* Linnaeus, 1758, *Capra hircus* Linnaeus, 1758, *Bos taurus* Linnaeus, 1758, *B. taurus indicus* Linnaeus, 1758, *Ovis aries* Linnaeus, 1758, *Equus caballus* Linnaeus, 1758, *Gallus gallus* Linnaeus, 1758, *Sus scrofa scrofa* Linnaeus, 1758, *Cairina moschata* Linnaeus, 1758 and other species of Anatidae), there is a range of extractive practices of wild animals. Some of them involve temporal captivity of individuals without breeding [19, 20], the active cultivation of "milpa" exclusively for prey attraction [3], favouring and caring for host plants in situ to increase the amount of insects gathered [21], the care on structures such as ant nests to maintain their availability [22], the spatial and temporal planning (i.e. hunting, fishing or gathering closures) to obtain a given resource and the formulation of communal and even religious regulations [23, 24], among others. All these strategies are intended to satisfy several human concerns.

Human needs for food and medicine are the main drivers of management, but in addition, factors like curiosity, beauty and empathy can also be relevant [20, 25]. Furthermore, actions are taken to reduce or prevent damages or losses that faunal elements may produce for subsistence systems or human health [26, 27]. Ethnobotanical evidence supports the hypotheses that management practices are primarily directed to increase the availability of those resources under a high demand pressure due to their high value for use, especially when resources are relatively scarce [6, 28–30]. However, the reduction in the risk of extirpation of a given resource after management might not always be successful, causing the loss not only of a biotic resource but also of the social and cultural activities related to it [30].

The analysis of the balance between the demand and the outcome of management practices to improve or maintain the availability of desirable animals is in the interest of developing the theory of integrated ecosystem management. With this work, we wanted to contribute with a first regional analysis of the contemporary use and management practices of fauna (i.e. excluding zoo-technical methods used to the intensive breeding and exploitation of animals and their products, especially for the introduced varieties of animal domesticates from all over the world) by the indigenous and mestizo people

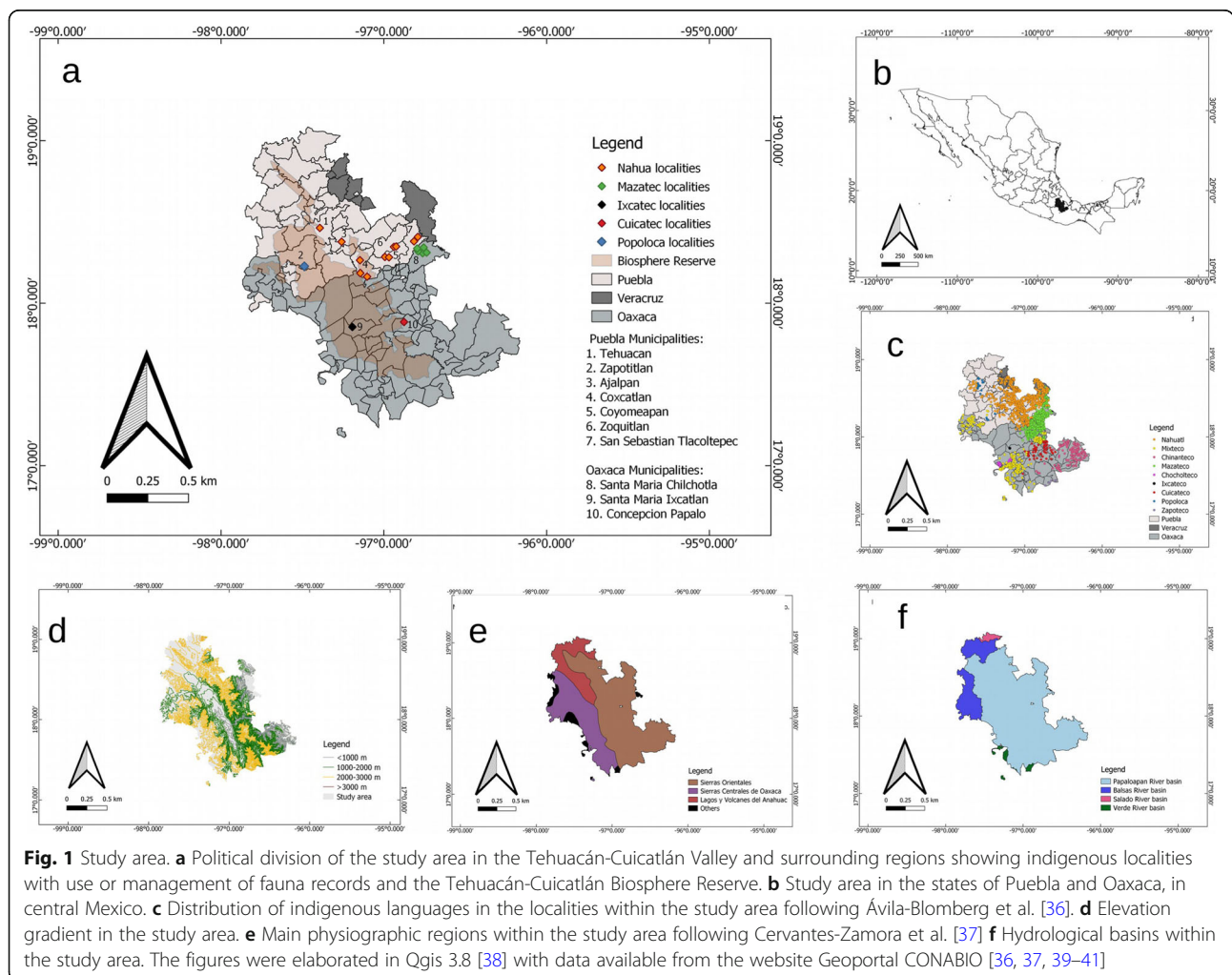
within a region of Mesoamerica with high biocultural diversity, in which archaeological and ethnoecological evidence indicates the use and management of plants and animals for at least 12,000 years [4].

We aim to determine the number of species of wild animals that are used, and describe how they are used, the needs they satisfy, and the management practices involved in obtaining, maintaining or restoring the animal populations along a gradient of management intensity, in the Tehuacán-Cuicatlán Valley and neighbouring areas. We expected to find that wild animals continue being important elements of people’s subsistence system in the region, that vertebrates are mainly used as food, medicine or pets [1], that edible insects are mostly represented by Coleoptera, followed by Hymenoptera, Hemiptera, Orthoptera and Lepidoptera, following the general tendency reported for Mexico [31–33]. Finally, we expected to find a variety of management practices devoted to wild fauna including reproduction in captivity, captive care without reproduction, protection of animals or their host plants in wild conditions, hunting and gathering.

Methods

Study area

The Tehuacán-Cuicatlán Valley (TCV) is an area of about 10,000 km², located in south-eastern Puebla, north-western Oaxaca and the limits of Veracruz [34, 35] (Fig. 1). A high environmental heterogeneity can be found in the area, with warm, semi-warm and temperate climates and average annual precipitation ranging from 400 to 700 mm [42]. The region is part of the Papaloapan River basin and comprises several valleys and mountain chains with elevations from 595 to 2950 m above the sea level [43]. The surrounding mountains, belonging to the physiographic regions known as “Sierras Orientales” and “Sierras Centrales de Oaxaca”, harbour a gradient from thornscrub, tropical deciduous forest, oak forest, pine-oak forest in leeward slopes, and cloud forest and tropical rain forest in windward slopes [35]. The orographic shadow caused by the Sierra Madre Oriental prevents humidity from the Gulf of México and causes the arid condition of the TCV. The TCV is one of the five floristic provinces belonging to the Mexican Xerophytic Region in the Neotropical region



[44]. At least 29 plant associations belonging to six general vegetation types have been recognized in this area, which stands out from other arid zones in North America for its high floristic diversity [34, 43] and its high species richness of mammals and birds [45].

The use and management of regional biodiversity have been part of the subsistence strategies of the human groups inhabiting the TCV for approximately, the last 14,000 years [46]. Wild plants and animals ranging from big vertebrates (i.e. antelopes, horses, deer) to insects have been part of the human diet since prehistoric times [47, 48]. Archaeological records suggest that they were obtained through hunting, trapping and gathering [47]. The management of agroforestry systems, a current practice in the area [49, 50] is also millenary in the region [46]. The human groups currently inhabiting the Valley (i.e. Ixcatec, Nahuatl, Cuicatec, Mixtec, Popolocan, Chocholtec, Chinantec, Mazatec and Mestizo) use over 2,000 of the more than 3,000 vascular plant species occurring in the TCV, and at least 610 of them are subject to management practices [4, 25]. However, information regarding the current use and management of fauna by human groups in the area is not systematized. In 1998, a Biosphere Reserve of about 500,000 ha was decreed by the Mexican Federal Government Ministries SEMARNAT and CONANP [51] within the TCV. Within this Biosphere Reserve, an area of 145,255 ha was included in 2018 as a Mixed Site in the World Heritage List by the UNESCO because of its cultural and biological significance [52].

In our research, we included documented contemporary records of fauna occurring in any of the 107 municipalities (1436 localities) of the TCV and surrounding areas (Fig. 1a; the list of localities and municipalities is provided in the Additional file 1). We also included evidence from the archaeological records analysed by Kent V. Flannery, Eric O. Callen and Richard S. MacNeish [46–48].

Documental and field research

We conducted documental research between January 2018 and January 2019 for the available scientific literature about the occurrence, use and management of wild fauna in the studied region. Firstly, we consulted key documents (published between 1967 and 2018 according to the taxa) [47, 48, 51, 53–71]. Afterwards, we consulted the digital repositories of EBSCO, SCOPUS, Web of Knowledge and Google Scholar for subsequent records; in addition, those of specialized journals (Therya, Revista Mexicana de Biodiversidad, Acta Zoológica Mexicana, Etnobiología, Huitzil, Journal of Insects for Food and Feed, Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, Journal of Ethnobiology, Ethnobiology letters, Ethnobiology and Conservation); and those from dissertations of three Mexican universities

(UNAM, UAM, BUAP). Our search included 70 keywords in English and Spanish (Additional file 2). In order to collect the information, we considered the following criteria: (a) geographic: we included those records of the occurrence, use or management of fauna that felt within the study area (see Fig. 1 and text in the “Study area” section), (b) conceptual: for management, we took Zeder’s approach and excluded works about zootechnical intensive management (see “Background” section), (c) time-line: all included records are subsequent to the research by Flannery, Callen and MacNeish 1967, (d) publication criteria: theses, dissertations, peer-reviewed journals, published abstracts and, in the case of fauna occurrence records, we included 7 databases hosted by CONABIO and GBIF). These criteria made possible to include practically all found works except for two sources that felt out of the geographical area and were instead considered in the references as other areas of Mesoamerica. We included records about the presence of fauna from 38 documentary sources (21 scientific reports published in peer-reviewed journals, seven public databases, four lists, three book chapters, two dissertations, one book) and registers about the use or management of this fauna from 15 documentary sources (five scientific reports published in peer-reviewed journals, four dissertations, three book chapters, one book, one scientific dissemination article, one conference abstract). We also included primary information generated through the inventory of records of our own observations of living individuals, hunting evidence, and commercialization and interchange in the regional markets, as well as mentions in semi-structured interviews conducted with 30 Cuicatec households [72], 30 people in a mestizo locality with Popolocan ancestors in Zapotitlan, Puebla [73], 16 Ixcatec people in 2016, and with 16 people in three Nahuatl localities in Coyomeapan, Puebla (2018–2019). Additionally, we went through the checklist of species present in TCV with no local reports of use and checked their uses reported in other regions of Mesoamerica. This search based on the set of animal species whose presence has been reported so far within the TCV (references cited in Table 1). Specifically, if ethnozoological information for an animal species occurring in the study area but no information reported for the TCV region, we searched for at least one kind of use of the animal outside the TCV. This was done in order to analyse the supposition that in the TCV region, there would be more species under any use or management categories than those that have been documented so far. We included 38 documental sources (25 scientific reports published in peer-reviewed articles, ten book chapters, one dissertation, one book, one scientific dissemination article). To avoid repeated information associated with synonymy, the nomenclature was checked with the Integrated Taxonomic Information System 2019 and 2000 [144].

Table 1 Number of animal species reported for the study area and the proportion of species used in the region and in other parts of Mesoamerica

Taxonomic group	P: Number of species present in the VTC ^a	Number of Orders, Families, Genera, Species (UR) ^b with current use report in the VTC	Number of Orders, Families, Genera, Species (URO) ^c with use report in other regions	Species with use reports in the TCV (UR/P*100) (%)	Species with use reports in the TCV and other regions ((UR+URO)/P)*100 (%)
Vertebrates	652	25, 51, 74, 75	25, 60, 121, 158	11.50	35.73
Aves	372	13, 26, 39, 41	16, 37, 81, 107	11.02	39.78
Mammalia	133	9, 17, 24, 27	4, 7, 13, 16	20.30	32.33
Reptilia	93	2, 7, 10, 7	3, 10, 20, 26	7.52	35.48
Amphibia	38	0	2, 6, 7, 9	0.00	23.68
Actinopteria	16	1, 1, 1, 2 Nd	Nd	1.25	Nd
Insecta	765	5, 19, 33, 32	4, 9, 16, 20	4.18	6.79
Lepidoptera	368	-, 7, 11, 11	-, 4, 11, 15	2.98	7.06
Hymenoptera (Apidae)	262	-, -, 2, 2	-, -, 1, 1, 1	0.01	1.14
Hymenoptera (Vespididae)	Nd*	-, -, 4, 4	Nd	Nd	Nd
Hymenoptera (Formicidae)	31	-, -, 2, 3	-, 1, 1, 1	9.67	12.90
Coleoptera	72	-, 5, 5, 5	-, 3, 3, 3	6.94	11.11
Hemiptera	24	-, 3, 5, 5	Nd	20.83	Nd
Orthoptera	8	-, 1, 4, 4	Nd	50	Nd

Nd*: Not determined. a,b,c: References: ^aMammalia: [56–58, 74–81]; Reptilia and Amphibia: [47, 54, 59, 82–87]; Aves: [47, 51, 62, 73, 88–93]; Actinopteria: [94]; Lepidoptera: [63]; Apidae: [64, 65, 95]; Formicidae: [66]; Coleoptera: [67, 68]; Hemiptera: [69, 96]; Orthoptera: [70]. List of species is not provided but see “References” section for the consulted literature)

^b[33, 47, 51, 72, 73, 97–106], Rangel-Landa, Smith, Zarazúa and Chávez, this study. See Additional file 3 for a summarized list of the species and Additional file 4 to see the full records (in Spanish)

^c[31–33, 107–143]. See Additional file 5 for the list of species (in Spanish)

Data analysis

Faunistic reports since 1967

We calculated the proportion of used species per taxonomic Class, in relation to the total number of species of those classes recorded in the TCV since 1967, the date of publication of the studies by Kent V. Flannery in *The Prehistory of the Tehuacan Valley* [47]. We also estimated the proportion of species occurring in the TCV that, although not used in this area, are used somewhere else in Mesoamerica according to our literature review.

We grouped the reported uses in eleven categories: (1) edible: the animals that provide food, (2) ornamental: those used as decoration because of their beauty while alive or prepared after death, (3) medicinal: animals providing ingredients to be used in the attention of human health or childbirth, (4) weather indicator: cases in which the presence of an animal species or its phenotype is used as indicator of rain, temperature or seasonal changes, (5) ceremonial: animals used for ritual celebrations or religious purposes, (6) animal companion or pets: those required as companionship, beyond decoration or edible uses, (7) amulet: animals or their parts that bring good fortune and protection, (8) recreational: animals implied in human leisure with the exception of pets; an example is birdwatching, (9) tool: parts of the

animal (for instance bones) that are used to facilitate a mechanical work, (10) crop protection: an animal, its parts or its secretions employed to protect cultivated plants against damages and (11) melliferous: animals producing honey consumed by humans. As an indicator of each species' relevance, we summed the number of use categories in which each species was recorded [145]. For medicinal fauna, we recorded the number of species used for each illness reported. Trochilidae Vigors, 1825 and Poeciliidae Bonaparte 1831 were analysed as Families while *Sylvilagus* spp. and *Sciurus* spp. Linnaeus, 1758 as Genera because their identification to a lower level is often not reported or has not been confirmed. Descriptive statistics were used to analyse information for all and each taxonomic Class.

Management practices were grouped into seven general categories: (1) manual capture and gathering: the manual collection of vertebrates or invertebrates, (2) hunting: the unplanned or minimally planned chasing and killing of animals, (3) care in captivity: maintaining and feeding animals in human areas while restricting animal movement capability, (4) planned gathering/hunting: these activities when involving the design of an agenda in time and space to capture the animals, the organization of participants and, sometimes, the establishing or attending of previously

established agreements and restrictions, (5) enhancing: acts aimed to increase the presence of animals in situ, (6) relocation: transporting the animals into the desired place, in order to increase their numbers or to facilitate their collection or that of their products, and (7) trapping: the use of handmade cages or traps to capture animals. As an indicator of the variety of management forms for each species, we summed the number of management categories in which each species was recorded [145]. Basic descriptive statistics were calculated overall and for each taxonomic Class.

We recorded the vegetation types in which used fauna has been reported to occur in the TCV, following Valiente-Banuet et al. [43]. We referred to the six main vegetation types identified by these authors (i.e. A-F) as: A: columnar cacti forest, B: lowland tropical deciduous forests (< 1800 m), C: highland temperate (pine-oak) forests (> 1800 m), D: riparian vegetation, E: xerophytic shrubland, F: shrubland. In accordance with our records, we also included cloud forest, tropical rain forest and sub-deciduous forest (see Table 1 for sources). If a species occurred in several vegetation types, we considered each of them.

Unconstrained principal component analyses (PCA) were performed to explore the variation of the used animal species ($n = 71$, the complete checklist of species is provided in Additional file 3) according to three variables: (1) the number of use categories, (2) the number of management categories and (3) the number of cultural groups that use/manage the animal in the TCV region. In order to detect correlation among these numerical discrete variables, we performed Spearman correlation tests.

To analyse how the contribution of the animal management actions influences variation in the management typology, we performed an unconstrained PCA based on a presence/absence matrix. For constructing the presence/absence matrix, we included the species as rows ($n = 47$), and the following ten variables as columns: (1) use of fire guns, (2) hunting in the milpa, (3) use of dogs, (4) use of traps, (5) manual capture and opportunistic gathering, (6) feeding in the wild and use of baits for attraction, (7) captivity, (8) planned gathering of individuals including communitarian regulations, (9) extraction of structures and (10) relocation of animals or structures. We excluded those species with no detailed information about management actions beyond a general category. PCA analyses were performed with the 'prcomp' function of the 'stats' package and the results were visualised with the 'factoextra' package of the R software [146, 147].

Faunistic reports between 12,000 B.P and 500 B.P.

We integrated a list of the animal species used and managed in the human subsistence systems of the TCV between 12,000 B.P. and 500 B.P. based on archaeological findings [46–48]. In this list, we included vertebrate species that were identified to be part of the human diet

through signs of manipulation in bones, the age structure of the animal remains (i.e. deer, cottontail), and traces of projectiles and traps [47]. We, in addition, included insects inferred to be part of the diet based on the content of human coprolites [48], but we excluded coprolites containing remains of bones or hair to reduce the chances of reporting the diet of non-human mammals. We complemented the list with the type of uses mentioned in the ethnozoological research from 1967 [47] to 2019.

Results

Use of the regional fauna

Vertebrates in the TCV were represented by 652 species, nearly 11.50% of them reported as being used by people of the area. However, when including the uses reported for other regions of Mesoamerica, we found that 35.73% of the vertebrate species occurring in the TCV are potentially used as resources. Out of the 765 species of insects that have been reported in the TCV, only 4.18% was reported to be used in the region, but about 6.79% of them are used in other regions of Mesoamerica (Table 1).

Overall, the animals used in the TCV were found distributed in the following use categories: 70 edible species, 30 ornamental, 23 medicinal, 13 weather indicators; six are used as amulets, five as ceremonial or for rituals, four as animal companion and tools, respectively, three are melliferous, two are used for crop protection and one for recreational purposes (Table 2). The number of different uses per species ranges from 1 to 5 (all species mean = 1.54 ± 0.08 SE, $n = 109$; birds mean = 1.36 ± 0.09 SE, $n = 36$; mammals mean = 2.34 ± 0.22 SE, $n = 26$; reptiles mean = 1.14 ± 0.14 SE, $n = 7$; insects mean = 1.28 ± 0.12 SE, $n = 38$). The species with more uses reported are the naturalized bee *Apis mellifera* and the temazate deer *Mazama temama* Kerr, 1792 (Fig. 2). Bee's larvae are edible, honey is extracted, wax is used as glue, to elaborate candles with ceremonial motives and to make art pieces. The meat of the temazate deer is edible, the male reproductive structures are used to facilitate childbirth, heads and legs are prepared through taxidermic techniques to be used as ornaments and their skulls are exposed as a protection against "mal aire" (cultural illness or the agent that causes it).

We found evidence for treatments of at least twelve health issues, which involve animals (Table 3). Childbirth facilitation involves the use of 26.08% of the medicinal species, mainly mammals. Cancer treatment included 21.73% of the species, mainly snakes and birds. Treatments for skin problems and epilepsy both involved 17.39% of the species. Mammals, snakes and immature stages of Lepidoptera are used in the treatment of skin problems while mammals, snakes and birds are used for alleviating epileptic seizures. Trochilidae (hummingbirds) is the family used for more

Table 2 Number of animal species per use and management category, in the TCV and surrounding regions

Number of species	Use categories ^a											Management categories ^b						
	E	O	M	WI	C	R	AC	A	T	CP	ME	C/G	H	CC	PG	E	R	T
Aves (41)	13	16	4	12	1	1		1				14	13	13		3		2
Mammalia (27)	21	14	12	1	1		4	5	3	1		6	19	6				
Reptilia (7)	4		3									3	3					
Lepidoptera (11)	11		1									5			3		1	
Hymenoptera Apidae (2)	2	1			1				1		3	3						
Hymenoptera Vespidae (4)	4				2							3						
Hymenoptera Formicidae (3)	3		1							1		2			1		1	
Coleoptera (5)	3		1															
Hemiptera (5)	5														3			
Orthoptera (4)	4											1						
Total	70	30	23	13	5	1	4	6	4	2	3	37	35	19	7	3	2	2

^aUse categories: E: Edible, O: Ornamental-Artisanal, M: Medicinal, WI: Weather indicator, C: Ceremonial-Ritual, AC: Animal companion, A: Amulet, T: Tool, CP: Use for crop protection, ME: Melliferous

^bManagement categories: C/G: Manual capture and gathering, H: Hunting, CC: Care in captivity, PG: Planned gathering, E: Enhancing, R: Relocation, T: Trapping. Neither use or management categories are exclusive from one another.

medical treatments. According to our ethnographic records in Coyomeapan, inhabitants of the region perceive that prior to the arrival of the vaccines in the 1970s, the use of birds and mammals to treat illnesses was much more common. An example of this is the larger former use of species of Trochilidae and Geomyidae Bonaparte, 1845 in remedies for whooping cough, especially for children.

Each species can be used by 1 to 4 human groups (mean = 1.65 ± 0.09 SE, n = 93); 36 species are used by the Mes-tizo people, 32 by the Cuicatec and the Nahuatl, respectively, 23 by the Ixcatec, 19 by the Mazatec and 13 by the Popolocan people. The animals used by more cultural groups of the region are the mammals *Nasua narica*

Linnaeus, 1766, *Pecari tajacu* Linnaeus, 1758, *Sciurus* spp. and *Sylvilagus* spp. (Fig. 3).

The animals used in any of the categories documented have been reported in at least eight vegetation types along the TCV (Table 4, Fig. 4). This information should be considered as potential systems from which fauna is extracted, rather than the actual systems from which it is extracted.

General management categories

Animals in the TCV region are obtained through extractive practices. We recorded the following general management categories:

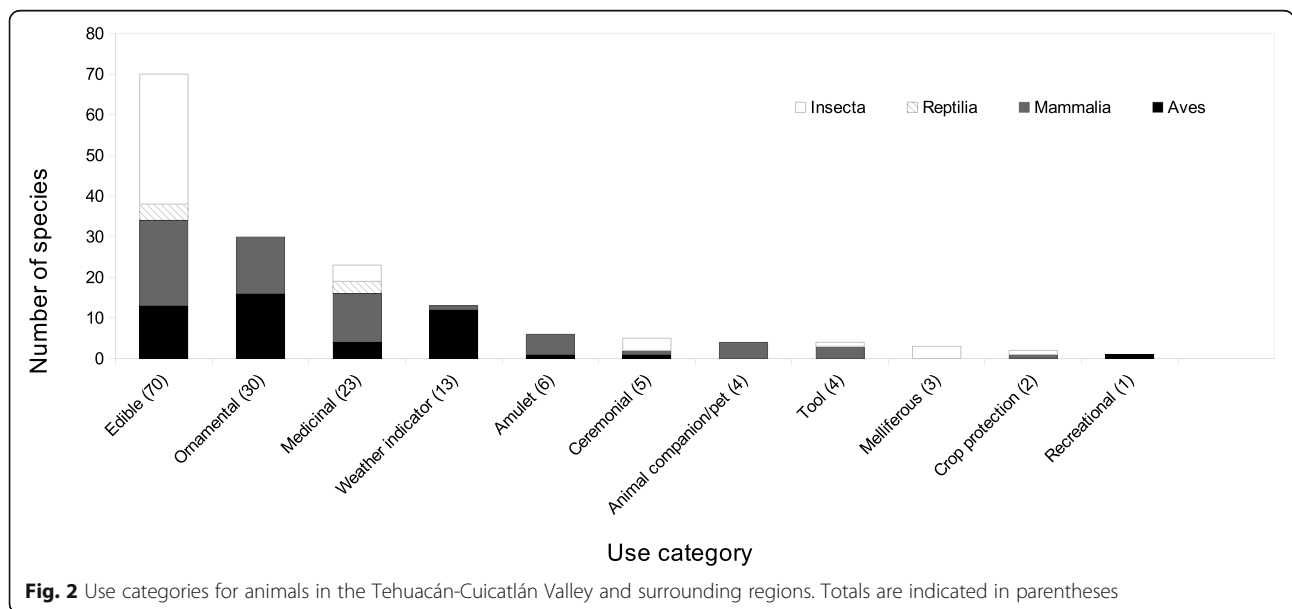


Fig. 2 Use categories for animals in the Tehuacán-Cuicatlán Valley and surrounding regions. Totals are indicated in parentheses

Table 3 Healthcare and childbirth attention that involves animals, in the TCV and surrounding regions

Health issue	Cultural group	Animal Class	Animal Family	Number of species	Total number of species	Percentage of the total number of medicinal species (n = 23)
Giving birth	Nahua	Mammalia	Dasypodidae Gray, 1821, Didelphidae Gray, 1821, Tayassuidae Palmer, 1897, Erethizontidae Bonaparte, 1845, Cervidae Goldfuss, 1820	5	6	26.08
	Cuicatec	Mammalia	Dasypodidae, Didelphidae	2		
		Aves	Psittacidae Rafinesque, 1815	1		
Cancer	Nahua	Reptilia	Elapidae Boié, 1827, Viperidae Opper, 1811	3	5	21.73
	Cuicatec	Reptilia	Viperidae	1		
	Mestizo	Aves	Cuculidae Leach, 1820, Corvidae Leach, 1820	2		
Dermatological	Nahua	Mammalia	Dasypodidae	1	4	17.39
		Insecta	Hepialidae Stephens, 1829	1		
		Reptilia	Elapidae	1		
Epilepsy	Cuicatec	Mammalia	Mephitidae Bonaparte, 1845	1		
		Reptilia	Viperidae	1	4	17.39
	Mestizo	Aves	Trochilidae Vigors, 1825	1		
		Aves	Cuculidae	1		
Antiophidic	Nahua	Reptilia	Elapidae, Viperidae	3	3	13.04
Whooping cough	Nahua	Mammalia	Geomyidae Bonaparte, 1845	1	2	8.69
		Aves	Trochilidae	1		
Hearth	Mestizo	Aves	Cuculidae, Trochilidae	2		
Cultural illnesses	Cuicatec	Reptilia	Viperidae	1	2	8.69
	Mestizo	Aves	Trochilidae	1		
Joint pain/ inflammation and rheumatism	Nahua	Mammalia	Canidae Fischer, 1817	1	1	4.34
	Ixcatec	Mammalia	Canidae	1		
Pain	Ixcatec	Insecta	Tenebrionidae Latreille, 1802	1	1	4.34
Antidepressant	Cuicatec	Insecta	Formicidae Latreille, 1802	1	1	4.34
Allergies	Cuicatec	Mammalia	Cervidae	1	1	4.34

Sources: [72, 73, 98, 101]; Rangel-Landa, Smith, Zarazúa and Chávez, this study

1) Hunting of vertebrates. it involves the chasing and/or killing of animals valued as resources with the use of fire guns, slingshots or projectiles such as stones (the latter specially in the case of birds). It might include the aid of hunting dogs or the use of baits. Hunting is performed individually or in groups of family members or friends. In some cases, it is a nocturnal activity which involves waiting for the animals to approach in the milpa during the maize production season, or in areas like “huertas” (a type of homegardens that includes portions of forest located next to homes, where desirable elements of the biotic community are maintained and from which plants, mushrooms and wild fauna can be extracted) or the forest, where the animals feed. For instance, the hunting of deer (*Odocoileus virginianus* Zimmermann, 1780 and *Mazama*

temama) is likely a social activity that involves small groups of men and one or two dogs, while the hunting of *Cuniculus paca* Linnaeus, 1766 is an individual task that involves waiting at night for the animal in its feeding place, sometimes using baits. People can also go out searching for certain animals such as reptiles, mammals or birds, but there is also opportunistic killing when the animals are seen during a trip, as frequently occurs with *Didelphis* spp. Linnaeus, 1758, *Orthogeomys* sp. Merriam, 1895, or *Dasyus novemcinctus* Linnaeus, 1758. Hunting is also a way to reduce the damage caused by wild animals to crops or domestic animals, as is the case of *Orthogeomys* sp., *Nasua narica* and *Pecari tajacu*, among others.

2) Trapping. in this category, we included the use of handmade cages or traps to capture animals. This is

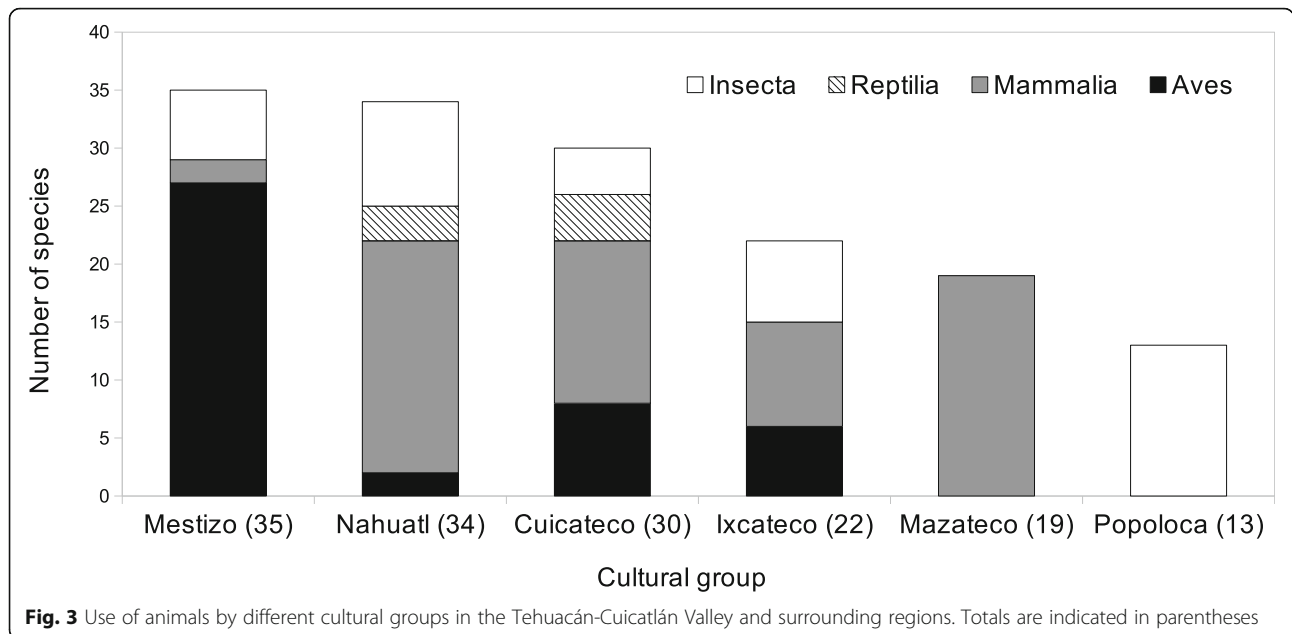


Fig. 3 Use of animals by different cultural groups in the Tehuacán-Cuicatlán Valley and surrounding regions. Totals are indicated in parentheses

the case for two Galliformes Temminck, 1820 in Nahua localities in Coyomeapan. We included this practice because a few people still perform this kind of capture; however, people interviewed considered that this practice was much more frequent in the past.

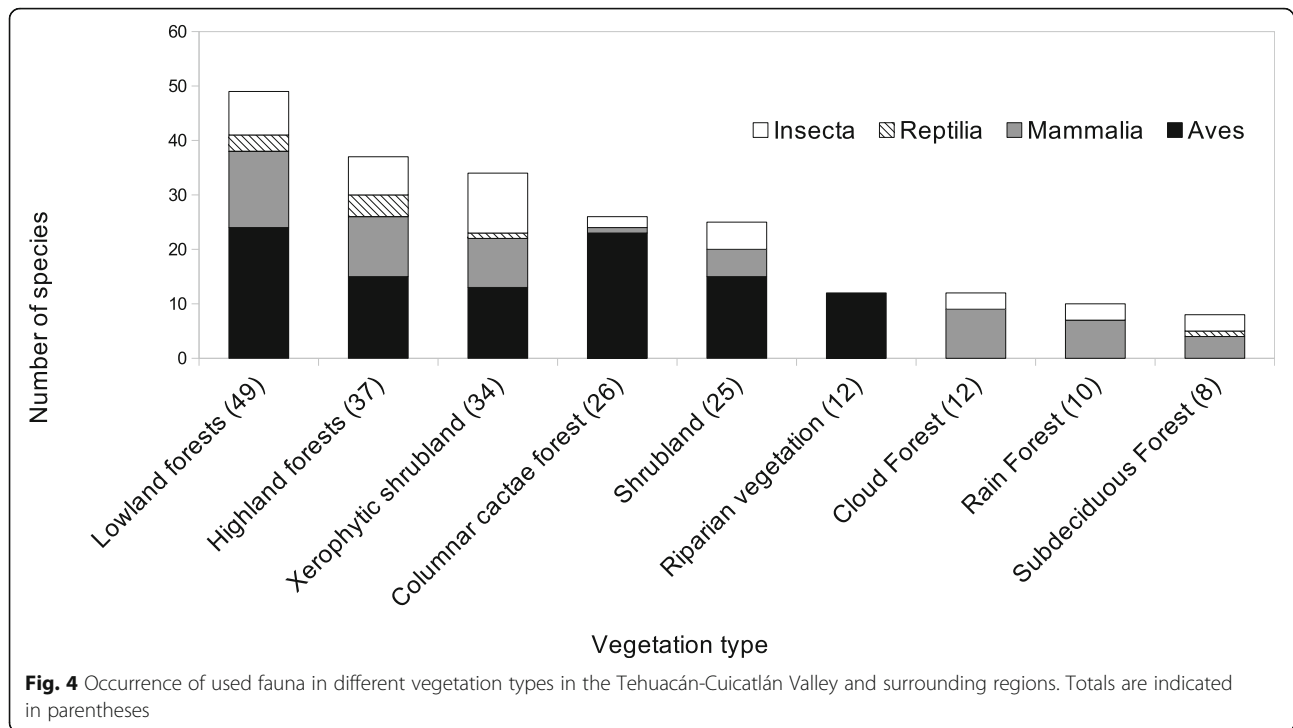
- 3) Manual capture/gathering. Within this category, we grouped birds and mammal species that are manually collected from their habitat as juveniles or eggs (birds, *Sylvilagus* spp., *O. virginianus*, *M. temama*, *U. cinereoargenteus* (Schreber, 1975), *P. tajacu*) and snakes which are captured alive with plastic bottles to prepare medicine (Fig. 5). We also included the non-regulated and non-planned

gathering of insects. This is the case of the products of *A. mellifera*, Meliponini bees and wasp nests.

- 4) Relocation. It is a kind of gathering that involves collecting the animals and later transporting them to the desired place to increase their numbers, to facilitate their collection or that of their products, or to complete their development under surveillance. It is different from captivity since in relocation, people do not take active control of their feeding and movement. This is the case of the edible caterpillar *Arsenura* aff. *armida* (Cramer, 1779), which is gathered from *Heliocarpus* aff. *velutina* Rose, 1905 trees from the “acahual” and taken to an *Heliocarpus*

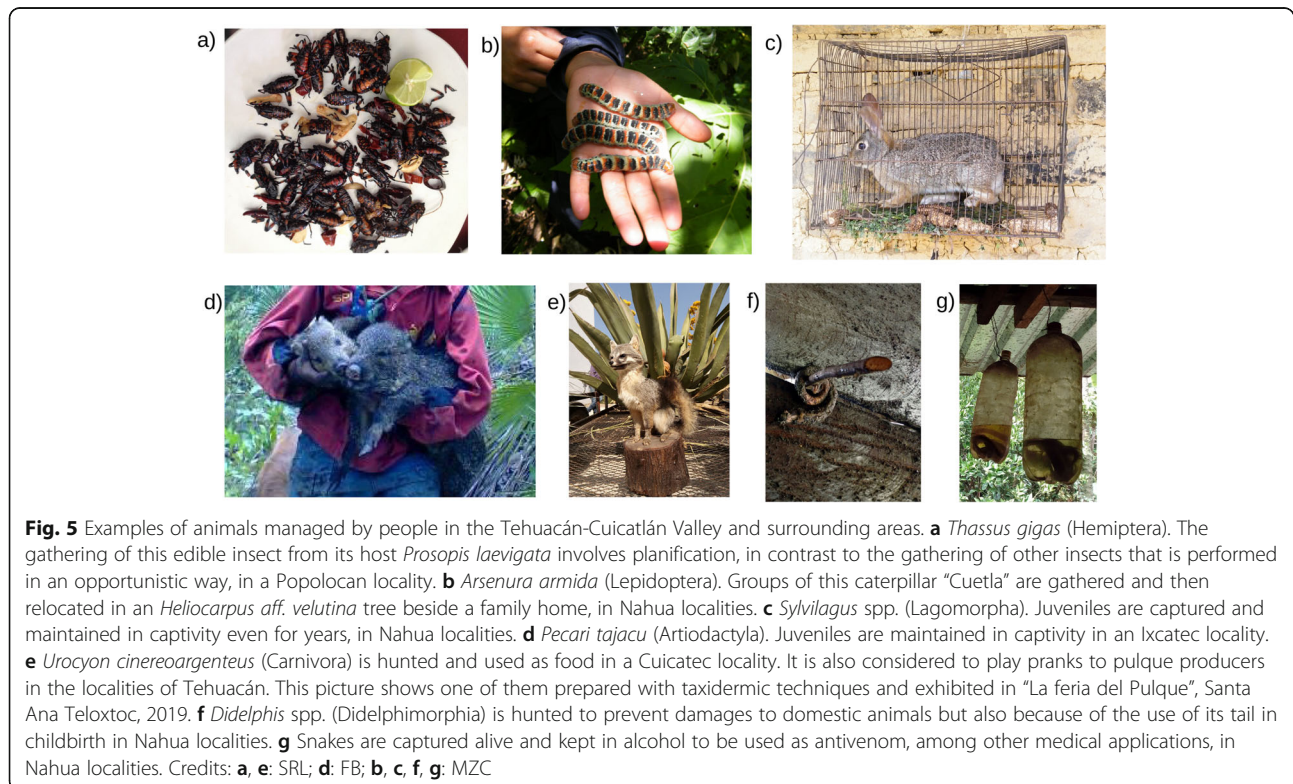
Table 4 Occurrence of used fauna in different vegetation types in the TCV and surrounding regions

Vegetation type	Insecta	Reptilia	Aves	Mammalia	Total number of animal species	% of the total edible species (n = 74)	% of the total ornamental species (n = 30)	% of the total medicinal species (n = 23)
Lowland tropical dry forest	8	3	24	14	49	35.13	73.33	56.52
Highland temperate forest	7	4	15	11	37	33.78	43.33	47.82
Xerophytic shrubland	11	1	13	9	34	25.67	43.33	39.13
Columnar cacti forests	2	0	23	1	26	12.16	43.33	21.73
Shrubland	5	0	15	5	25	17.56	40	21.73
Cloud forest	3	0	0	9	12	16.21	16.66	21.73
Rain forest	3	0	0	7	10	13.51	13.33	13.04
Subdeciduous forest	3	1	0	4	10	8	3.33	21.73



tree in homegardens to be taken care of. A family might deposit as much as hundreds of these animals in the same tree to assure their availability either for direct consumption by households or to sell them in

the regional markets (nearly 20 caterpillars per U.S. Dollar). *Atta mexicana* (Smith 1858) colonies are also relocated to desirable places because the soil they bring to the surface is valued as a plant fertiliser.



- 5) Planned gathering. It involves a planned and scheduled strategy to collect individuals or structures (i.e. bee and wasp combs, ant nests), sometimes also involving common agreements about gathering restrictions in time and/or space. It differs from other gathering actions that are more casual or opportunistic and non-regulated. This is the case of a few species of insects such as *Thasus gigas* (Klug in Burmeister 1835), *Euschistus* sp. Dallas, 1851, *Mormidea notulata* (Herrich-Schäffer, 1844) (Hemiptera) and *Ormiscodes (Paradirphia) fumosa* Felder, 1874 (Lepidoptera). It is also the case of the maguery worm *Aegiale hesperiaris* Walker, 1985 (Lepidoptera), whose recollection is restricted to a few days per year in some localities, to avoid overexploitation of this highly valued resource.
- 6) Enhancing. It refers to acts aimed to attract the animals by feeding them in the wild. It differs from relocation since the animals are not actively transported from one place to another but, rather, they are attracted to a certain location. This is the case of the birds *Columbina passerina* Linnaeus, 1758, *Columbina inca* Lesson, 1847 and *Zenaida macroura* (Linnaeus, 1758).
- 7) Care in captivity. It refers to activities to ex situ maintain animals, involving actions to control their feeding and restricting their movement capability. It does not involve the reproduction of the animal or the manipulation of its reproductive system. Animals that are maintained in captivity include the mammals *Sylvilagus* spp., *Sciurus* spp., *P. tajacu*, *Procyon lotor* (Linnaeus, 1758), *Dasyprocta mexicana* Saussure, 1860, juvenile individuals of *O. virginianus* and *M. temama* and ornamental birds. The individuals are often taken from their habitat as juveniles to be grown ex situ, in a family home. However, some of these animals often die in captivity after days or few weeks except for *Sylvilagus* spp., *Sciurus* spp. and birds, which can remain captive for years. These general categories are non-exclusive, and a single species can belong to several of them. An ordination of the species along ten variables of management actions within these general categories showed that the first principal component explains 28.10% of the variance and is mainly related to hunting, while the second principal explains 19.50% of the variance and is mainly related to captivity and different types of capture and gathering (Tables 5, 6; Fig. 6). Mammals like *Sylvilagus* spp., *Sciurus* spp. and *P. tajacu*, among others (upper right quadrant in the biplot) are maintained in captivity, but also hunted in several ways. Mammals like *Orthomys* sp., *U. cinereoargenteus*, *Canis latrans* Say,

1823, and species of Galliformes are or were captured using traps, but they can also be hunted (lower right quadrant in the biplot). Insects and juvenile birds are manually collected, and these can involve regulated captures, extraction of nests or honeycombs, and relocation of individuals or structures (lower left quadrant in the biplot).

The number of management categories per species ranges from 1 to 4 (all animals mean = 1.51 ± 0.08 SE, $n = 71$; birds mean = 1.76 ± 0.16 SE, $n = 26$; mammals mean = 1.61 ± 0.16 SE, $n = 21$; reptiles mean = 1 ± 0 SE, $n = 6$; insects mean = 1.27 ± 0.13 SE, $n = 18$) (Table 2, Fig. 7).

The ordination of species along with the number of uses, the number of management categories and the number of cultural groups suggested correlation among these three variables but this was only significant between the number of uses and cultural group ($r_s = 0.586$, $n = 71$, p value < 0.001). The first principal component explained 59.84% of the variance and the second one 26.69%. Most of the variation along the first principal component is given by the differences in the number of uses and the number of cultural groups that use the species. Variation in the number of management categories was explained by the first and the second principal components (Fig. 8, Table 7). In the right half of the biplot are the species with more types of uses, more types of management and which are used by more cultural groups. The species related to more types of management practices such as doves, the edible Lepidoptera larvae *A. armida*, the temazate deer (*M. temama*), cottontail rabbits (*Sylvilagus* spp.) and *P. tacaju* are concentrated in the upper right quadrant of the biplot.

Animal use and management from 12,000 B.P. to 500 B.P.

Early settlers in the region integrated vertebrates and insects to their diet since before 12,000 B.P. Although the dates have been subject to discussion, the history of animal use in the TCV proposed by MacNeish, Flannery and Callen remains useful to characterise the general chronology of events. At least 20 of the species reported by these authors are still currently used in the area (Table 8).

According to the chronology reported, there is evidence of hunting and edible use of an American horse (*Equus* sp.) Linnaeus, 1758 and an antelope (Antilocapridae, probably *Antilocapra americana* (Ord, 1815)) about 12,000 B.P. along with small prey such as jackrabbits (*Lepus* sp. Linnaeus, 1758), coyotes (*C. latrans*), skunks (*Spilogale* sp. Gray, 1865, *Conepatus* sp. Gray, 1837), foxes (*Urocyon* sp. Baird, 1857), ring-tailed cats (*Bassariscus astutus* (Lichtenstein, 1830)), squirrels and turtles. Later, horses and antelope were extirpated from the area. From 10,000 B.P., the white-tailed deer (*O.*

Table 5 Results of the principal component analysis showing eigenvalues and explained variance for management actions

Component	Eigenvalue	Explained variance (%)	Cumulative explained variance (%)
PC1	2.81	28.10	28.10
PC2	1.95	19.50	47.60
PC3	1.29	12.92	60.53
PC4	1.03	10.33	70.86
PC5	0.91	9.19	80.05

virginianus) appears in the archaeological record as hunted and consumed by humans, along with cotton-tails, lizards, skunks and other small prey. According to MacNeish, Flannery and Callen, small preys were probably obtained by trapping. Ants and immature stages of Lepidoptera were found in coprolites dated between 8500–7000 B.P. and 7000–5500 B.P., respectively, in the Coxcatlán area. Between 7000 and 4300 B.P., hunting of the white-tailed deer seems to have intensified, and there was also hunting of *P. tajacu* and trapping of small games. Around 5000 B.P., the domestic dog (*C. lupus familiaris*) was introduced into the area. Between 4300 and 3500 B.P., remains of dogs with evidences of human consumption increased. Between 3000 and 1800 B.P., gophers increased in the archaeological record. Then, around 1500 B.P., the first turkey (*M. gallopavo*) appeared in the area.

Discussion

As we expected, fauna continues to be an important element of human culture and subsistence in the Tehuacán Valley, and the main use given to wild animal species, both vertebrates and invertebrates is for food. According to our field observations, this happens even in the presence of edible domesticates such as turkeys, chickens, pigs, goats and lambs.

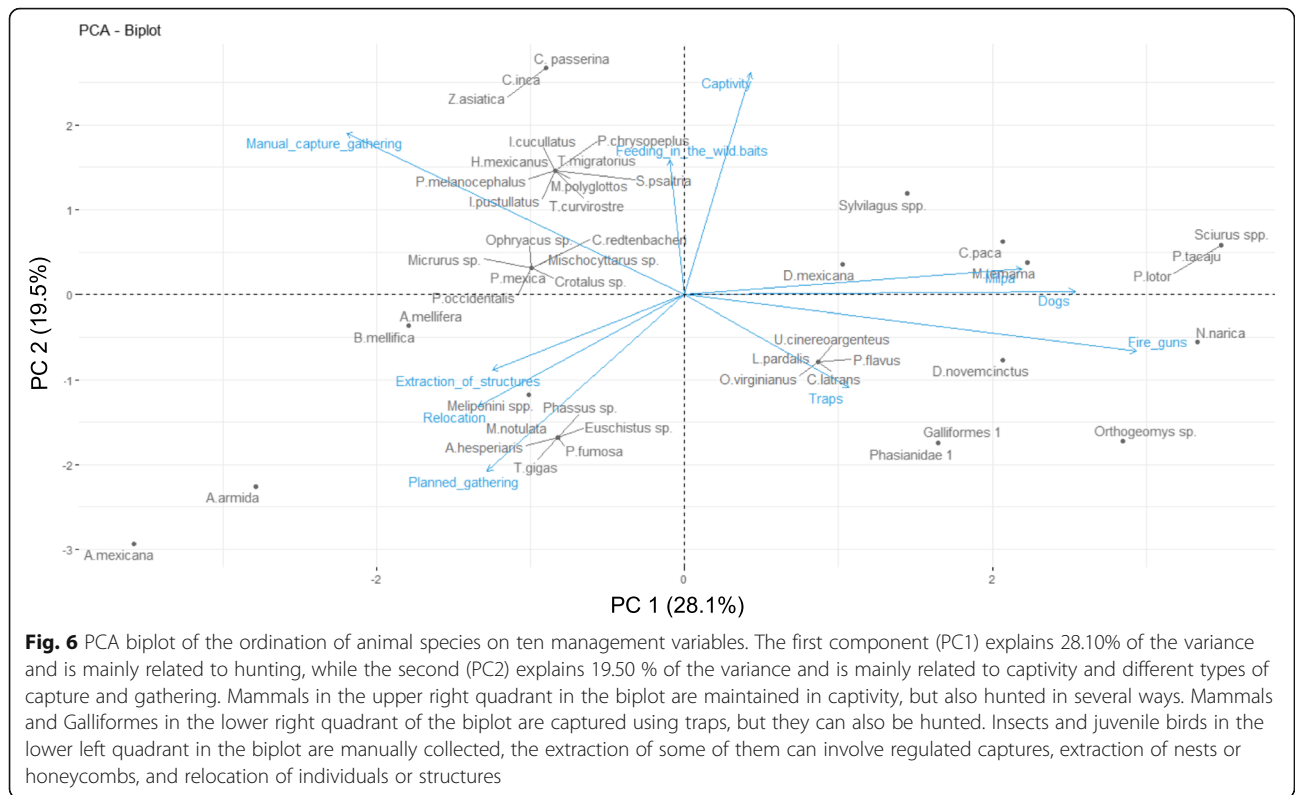
The number of animal species used in the TCV as food, ornament and medicine is low compared with the number of plant species used for those purposes, but their proportions and importance are similar in these main use categories. Medicinal use of plants (396 species) is followed by edible (339 species) and ornamental (313 species) [4]. However, the fact that at least 874 plant species in the TCV are used as fodder [4], reflects the human interest in feeding animals in this region during the last five centuries.

Birds are the main taxonomic group that represents ornamental species, making this category the second in importance for edible purposes after mammals. This information comes mostly from the dry forests of the arid zone of the TCV [73]. Use and commercialization of living birds as ornamental is a complex activity that has a long tradition in Mexico and involves human specialization, organization and regulations at various levels from individuals and families, to non-profit associations and governmental policies [107]; however, with a few exceptions, breeding is not part of the management strategy for ornamental species [148]. So far, this is the case in the TCV.

The medicinal category was the third in the number of animal species and follows the tendency for Latin America, where the two groups with the larger numbers of medicinal species are mammals and birds [149]. We hypothesise that their uses can be taken as indicators of human health needs in the area. The presence of institutional medical attention could be resulting in the decrease in the use of animals to alleviate illnesses, as it has been reported for the use of medicinal plants in Ixcatlán [25]. In the Nahuatl localities of Coyomeapan, snakes are important components of the domestic first aid kit. They are used as antivenoms in a similar manner to that previously documented in localities of Brazil, where, in absence of antivenom treatments, coral snakes were introduced alive in brandy, and this brandy was then ingested to act as a preventive antivenom [150]. The alcohol used in the TCV

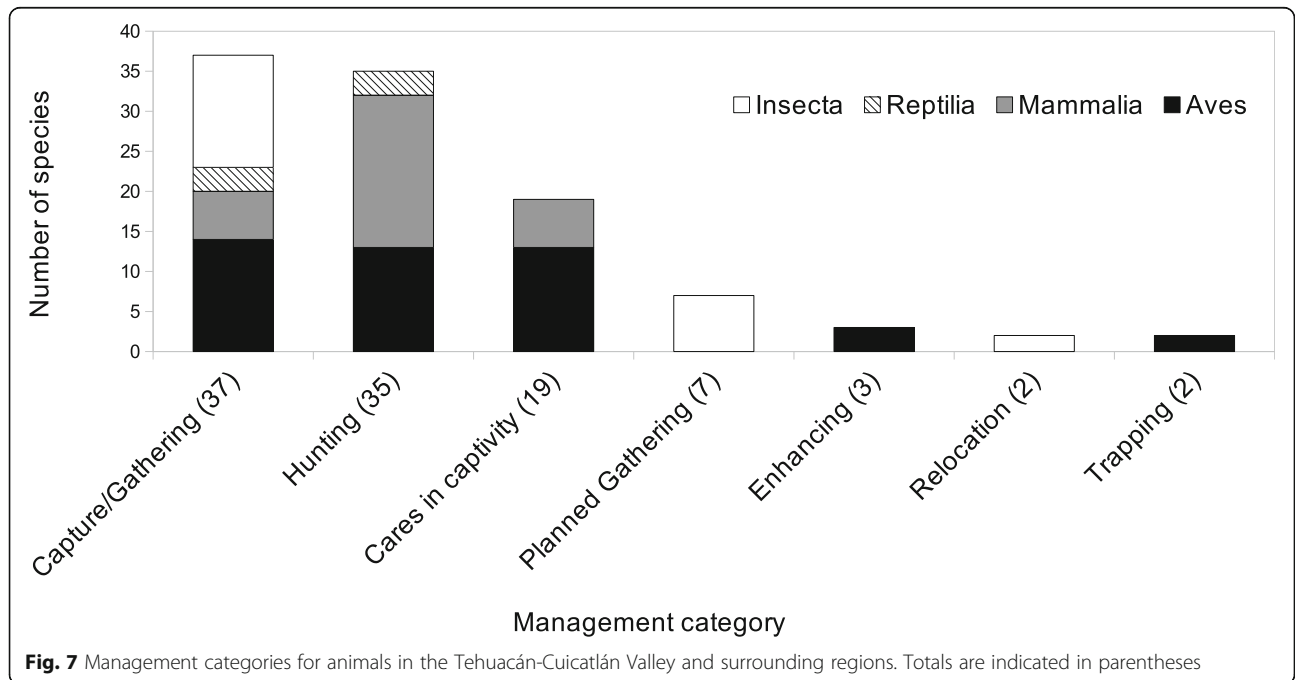
Table 6 Scores of the management action variables in 5 principal components

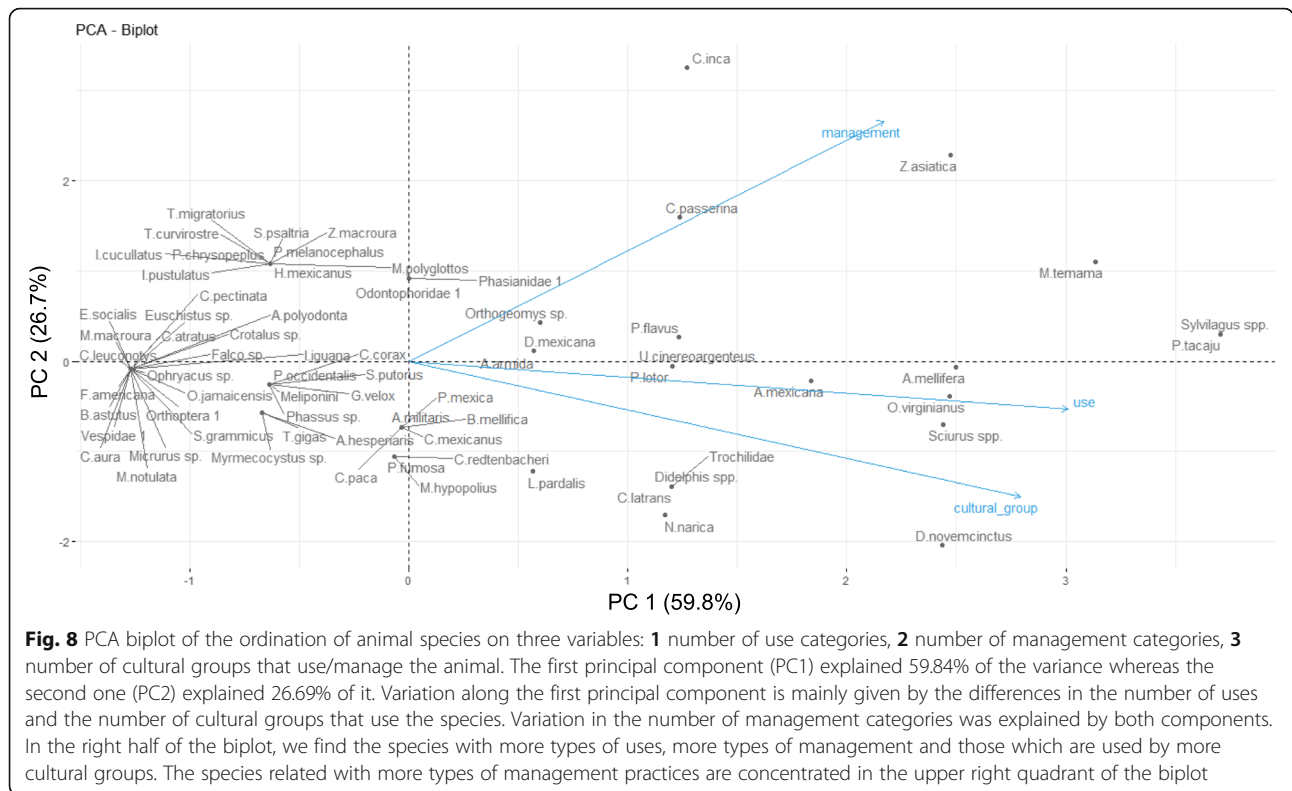
Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Fire guns	0.88	-0.19	-0.03	0.10	-0.11
Milpa	0.66	0.09	0.56	-0.05	-0.13
Dogs	0.76	0.01	0.36	0.22	0.17
Traps	0.32	-0.32	-0.57	0.22	-0.32
Manual capture and gathering	-0.65	0.57	0.03	0.30	0.03
Feeding in the wild	-0.02	0.47	0.09	-0.38	-0.76
Captivity	0.12	0.78	0.20	0.03	0.18
Planned gathering	-0.38	-0.62	0.30	-0.49	0.11
Extraction of structures	-0.37	-0.26	0.27	0.63	-0.29
Relocation	-0.40	-0.39	0.53	0.15	-0.18



is made of sugarcane, whose preparation was introduced after the Spanish conquest, and it is also used to preserve the tails or glands of mammals used in other treatments. An especially interesting situation is observed for child-birth attention. Frequently, infusions of animal tails or

reproductive parts are used to induce nausea in women and thereafter, contractions. *Didelphis* spp. was the genus most widely used for this purpose in the region, even for animals' birth. However, there is no consensus regarding its regional use since in some localities, other mammals





such as *D. novemcinctus* and *Sphiggurus mexicanus* (Ker, 1792) are used instead. *Didelphis* spp. fat is also used in childbirth in the Brazilian Amazon [151], but only to prepare an oil to alleviate labouring women’s pain.

We could argue that the study of the use and management of insects is still far from complete in the region, and the numbers do not reflect the general tendency registered for Mexico. We encourage more research on this subject in the area. Yet, a deep perspective of the uses and management of insects was documented in a case study of a Popolocan locality [97]. We also found a case of management of the immature stages of the lepidopteran *A. armida*

in Nahua localities in Coyomeapan, where it is gathered but also receives a kind of in situ management that has been even called a “proto-culture” and has been documented in coffee agroecosystems in the Zongolica region [152]. The extent to which the interest for these caterpillars motivates special cares or management of the host tree (*H. aff. velutina*) beyond tolerance remains to be investigated.

Most of the obtained records of animal use do not include information about frequency and yields of the animals that are extracted, neither about the actual ecosystems from which the extracted animals came from. Contributions in these topics would be valuable together with basic

Table 7 Results of the principal component analysis showing eigenvalues and explained variance for use, cultural group and management of animals

Component	Eigenvalue	Explained variance (%)	Cumulative explained variance (%)	Scores of variables ^a on the principal component
PC1	1.79	59.84	59.84	Use: 0.86 Cultural group: 0.80 Management: 0.62
PC2	0.80	26.69	86.54	Use: -0.15217 Cultural group: -0.43 Management: 0.76
PC3	0.40	13.45	100.00	Use: -0.47158 Cultural group: 0.40 Management: 0.13

^aVariables are the number of use categories for a given species, number of cultural groups that use a given species and number of management categories for a given species

Table 8 Edible fauna in archaeological evidence from 12,000 B.P. to 500 B.P. and its current type of use in the TCV (Continued)

Animal	Time												Current use			
	12,000 BP– 9000 BP	10,000BP– 8700BP	8500BP– 7000BP	7000BP– 5500BP	5500BP– 4300BP	4300BP– 3500BP	3500BP– 3000BP	3000BP– 2200BP	2200BP– 1300 PB	1300BP– 500BP	Edible	Medicinal	Ornamental	Pets	Others	
<i>Falco</i> sp. Linnaeus, 1758 ^b											x					
Fish ^b			x												x	
Snakes ^b														x		
Birds ^b			x											x		
Insecta ^b			x											x		
<i>Canis lupus familiaris</i> Linnaeus, 1758 ^c															x	
<i>Meleagris gallopavo</i> Linnaeus, 1758 ^c															x	
<i>Ictidomys mexicanus</i> (Erxleben, 1777) ^d	x															
<i>Neotoma</i> spp. Say and Ord, 1825 ^d	x															
<i>Peromyscus</i> spp. Gloger, 1841 ^d	x															
<i>Liomys</i> sp. Merriam, 1902 ^d	x															
<i>Puma concolor</i> Linnaeus, 1791 ^d																
<i>Lynx rufus</i> (Schreber, 1777) ^d			x													
<i>Lepus</i> sp. 2 ^d																
<i>Arneiva</i> sp. Meyer, 1795 ^d			x													
<i>Kinosternon integrum</i> Le Conte, 1854 ^a			x													

^aExtirpated fauna

^bFauna with current use reports in the TCV and surrounding regions

^cIncorporated domesticates

^dFauna without current use reports in the TCV and surrounding regions

ecological studies since human activity and extractive practices have caused the reduction and almost extirpation of big mammals such as deer and peccaries from some areas of the TCV [45, 47, 153].

Beyond the tangible-utilitarian attributes reported in the results of this work, the presence of certain animals in an area also may acquire an intangible dimension of use that, in turn, can lead to concrete management actions with positive or negative results for animal survival. For example, fauna which represents bad omens (*Catharthes aura* (Linnaeus, 1758), *Coragyps atratus* (Bechstein, 1793), *Geococcyx velox* (Wagner, 1836), *Glaucidium brasilianum* (J.F. Gmelin, 1788)) or good fortune (*Pyrocephalus rubinus* (Boddaert, 1783), *Toxostoma curvirostre* (Swainson, 1827), *Cynanthus sordidus* (Gould, 1959)) [72, 98]. This might also be the case of fauna mistakenly considered to be dangerous for human health, as it happens with lizards of the genus *Abronia* spp. Gray, 1838 Another example is the use of hummingbirds as amulets; this might increase the risk of extirpation since no strategies for maintaining or restoring their populations was recorded. We recommend further research on this topic.

The management typology found so far in the TCV includes a variety of extractive practices similar to those documented in other regions of Mesoamerica. However, we have not found any evidence of breeding as it has been documented for some animals in other regions of Mesoamerica, as it is the case of stingless bees in the Maya region and in the Sierra Norte in Puebla, among others [15, 154]. We did not find evidence of the manipulation of abiotic elements with the purpose of enhancing the availability of animals [5], nor manipulation at community level with the only purpose of attracting animals as reported in the Maya region [3]. Future research is needed to determine if the documented practices aimed at increasing the availability of the desirable animals are likely to be successful; therefore, we recommend investigating the outcome of these practices.

The use and management of fauna before 1500 B.P. has been discussed in the context of the history of the origins of agriculture in the region [46–48] and involves a transition from seasonal hunting in great human groups to small groups. It might also be related to irrigated cultivation systems by allowing hunters to capture prey attracted to the systems, similar to what happens currently with the milpa. Captivity or breeding of wild animals are not considered to have happened in the region before 1500 B.P., except for *D. coccus* [155] and the possibly introduced wild *M. gallopavo* around 2200 B.P. However, *Sylvilagus* spp. were found in very high proportions compared to other preys and it has been hypothesised that it was due to massive hunting/trapping events [47]. It could be possible that cottontails were captured and maintained in captivity, as it currently happens in some localities of the

region, and as it was registered to have possibly happened in Teotihuacan [18].

Up to 2010, there was documentation of 10 animal species found in the archaeological record which are still currently used [153]. Through the review of information carried out in this study, we found reports for 10 additional species which continue to be used, making a total of 20 species. Although in the last 8 years studies on the use and management of regional fauna have increased, we have identified a lack of information on the subject for the Mixtec, Chinantec and Chocholtec communities of the TCV.

Epistemological discussion in ethnobiology and ethnozoology is dynamic [156]. Trends in the thematic of ethnozoological research in Mexico have been reviewed and classified by Brand (1962), Argueta et al. (2012), Santos-Fita et al. (2012) and Gutiérrez-Santillán et al. (2019) [156–158] among others. Works about extractive practices and use of fauna with feeding and ornamental purposes, as well as management issues, specifically domestication or taming, have been present in ethnozoological studies in Mexico. For the TCV, one of the first archaeological studies in which authors discuss these aspects was published in 1967, but the frequency of studies related to management has increased recently. For the period 1890–1962, Brand (1962) identified 4 studies related to hunting and the importance of animals in human diet, 7 studies on domestication and semi-domestication, 15 studies on ornamental use. For the period 1962–2001, Argueta et al. 2012 identified 26 studies on hunting, harvesting, importance in human diet and commercialization, 24 related to use as ornamental, tools, building and dressing elements and 18 studies related to animals in traditional medicine. For the period 2000 to 2011, Santos-Fita et al. 2012 identified 75 studies on hunting, harvesting, diet and commercialization, 16 studies on ornamental use, 30 about animals in traditional medicine and 26 on management and domestication.

A limitation of our work was the lack of analyses on the incorporation of invertebrate and vertebrate domesticates in local systems of subsistence. Further studies on these subjects would complement our understanding of the importance of wild animal resources to fulfil people's needs, as well as the ecological and social processes that might emerge from the management of fauna in the region. An example of work that evaluates the interactions between introduced domesticates in the TCV and vegetation are the studies that have characterised the plant species consumed by goats [159, 160] and those that have assessed the effects of goat herbivory on the growth and flower set of plants [161]. Although goats have been considered detrimental for ecosystems, several authors have documented that, at the right densities, these animals may contribute to the conservation of plant diversity and participate in seed dispersal of numerous species [162–164]. Other important issues are the local

criteria for the human selection of domestic animals. Adaptation to local environments and cultural motivations are important issues to characterise local genetic resources and to complete a history of animal use and management in a region where agriculture and domestication had one of its earliest origins.

Conclusions

Wild animals are still valuable resources for the inhabitants of the TCV to satisfy mainly edible, ornamental and medicinal needs. To obtain these animals, people in the area perform extractive practices including hunting, gathering and care in captivity among others. Such practices, to our knowledge, do not involve active processes of artificial selection that lead to domestication. However, because of the variation among the strategies involved, we have discussed a typology of extractive practices in the area. Further studies on the qualitative description of these practices, the reasons that have motivated humans to choose them, and the outcome of these practices on animal populations might help us to understand the origins of animal management scenarios and to contribute to biodiversity conservation schemes. It seems to us that ethnozoological information is still lacking in the area since 178 species present in the area without local use reports are used in other regions of Mesoamerica. Besides, ethnozoological information is still not reported among the Mixtec, Chinantec and Chocholtec people of the region.

Supplementary information

Supplementary information accompanies this paper at <https://doi.org/10.1186/s13002-020-0354-8>.

Additional file 1.. VTC localities. Checklist of the localities within the study area.

Additional file 2.. Documentary research conceptual map. Image of a conceptual map in which the documentary research process, including keywords, is summarized.

Additional file 3.. Synthesis of the list of used and managed species in the Tehuacan-Cuicatlan area and surrounding regions used for the analyses. Tabular data with taxonomic information of animals to species level, indicating use and management categories within TCV and its references. Information for each species is summarized in a single line.

Additional file 4.. Records of used and managed species in the Tehuacan-Cuicatlan area and surrounding regions. Tabular data with taxonomic information of animals to species level indicating use and management categories and references.

Additional file 5.. List of animals present in the Tehuacan-Cuicatlan area and surrounding regions, but with use reports in other regions of Mesoamerica. Tabular data with taxonomic information of animals to species level and references. Each line is a species and at least one reference of its presence within the study area in the TCV, and one reference of its use in other regions of Mesoamerica.

Abbreviations

CIByC: Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación; CONABIO: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la

Biodiversidad; CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; DGAPA: Dirección General de Apoyo al Personal Académico; ENES: Escuela Nacional de Estudios Superiores-Morelia; FES-Iztacala: Facultad de Estudios Superiores-Iztacala; GBIF: Global Biodiversity Information Facility; IIES: Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad; ITIS: Integrated Taxonomic Information System; PAPIIT: Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica; TCV: Tehuacan-Cuicatlan Valley; UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México

Acknowledgements

The authors thank the Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM, IIES and members of the Laboratorio de Manejo y Evolución de Recursos Genéticos of IIES-UNAM for academic support in the PhD studies of MZC. We also thank CONACYT and DGAPA-UNAM, PAPIIT for their financial support. We especially thank the local authorities and inhabitants of Coyomeapan, Santa María Ixcatlán, Zapotitlán Salinas and San Lorenzo Pápalo for allowing us to conduct part of this research.

Authors' contributions

MZC and MC performed documentary research and systematized its results. MZC performed data analysis and prepared the first draft of the manuscript. AC is the main coordinator-supervisor of the research project, contributed to all steps of the research and reviewed several drafts of the manuscript. MZC, MC, YRB, AIM, LFA, SRL, SSA and AC contributed with field data. SSA, MCA, EV, JB, SRL, LFA, AIM and AC reviewed the manuscript and contributed to achieve its final version. All authors read and approved the final manuscript.

Funding

MZC postgraduate studies are being funded through a CONACYT scholarship. Fieldwork was funded by CONACYT (Projects CB-2013-01-221800 and A1-S-14306) and DGAPA-UNAM through the PAPIIT (Projects IN206217 and IN206520).

Availability of data and materials

The datasets used and/or analysed during the current study are available from Additional files 3, 4 and 5.

Ethics approval and consent to participate

Permits for conducting this investigation were obtained from authorities of the localities in Coyomeapan, state of Puebla, and San Lorenzo Pápalo and Santa María Ixcatlán, state of Oaxaca. Prior oral consent was obtained from the interviewed people.

Consent for publication

Not applicable.

Competing interests

The authors declare that they don't have competing interests.

Author details

¹Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, IIES, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701, 58190 Morelia, Michoacán, Mexico. ²Escuela Nacional de Estudios Superiores-Morelia, ENES, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701, 58190 Morelia, Michoacán, Mexico. ³Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, CIByC, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Avenida Universidad 1001. Colonia Chamilpa, 62209 Cuernavaca, Morelos, Mexico. ⁴Facultad de Estudios Superiores-Iztacala, FES-Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Avenida de los Baños 1, 54090 Tlalnepantla, Estado de México, Mexico. ⁵Conservación Biológica y Desarrollo Social A.C., CONBIODES A.C., Calle Nueve núm. 52, Int. 4, Colonia Espartaco, Coyoacán, 04870 Ciudad de México, México. ⁶Posgrado en Ciencias Biológicas, Unidad de Posgrado, Universidad Nacional Autónoma de México, Edificio A, 1º Piso, Circuito de Posgrados, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510 Ciudad de México, Mexico.

Received: 21 November 2019 Accepted: 8 January 2020

Published online: 28 January 2020

References

- Nóbrega-Alves R. Relationships between fauna and people and the role of ethnozoology in animal conservation. *Ethnobiology and Conservation*. 2012;1:2.
- Zeder M. Core questions in domestication research. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2015;112:3191–8.
- Santos-Fita D, Naranjo E, Bello E, Lugo E, Mariaca R, Macario P. La milpa comedero-trampa como una estrategia de cacería tradicional maya. *Estudios de cultura maya*. 2013;XLII:87–118.
- Casas A, Camou A, Otero-Arnaiz A, Rangel-Landa S, Cruse-Sanders J, Solís L, Torres I, Delgado A, Moreno-Calles AI, Vallejo M, Guillén S, Blancas J, Parra F, Farfán-Heredia B, Aguirre-Dugua X, Arellanes Y, Pérez-Negrón E. Manejo tradicional de biodiversidad y ecosistemas en Mesoamérica: el Valle de Tehuacán. *Investigación Ambiental. Sección Investigación*. 2014; 6(2).
- Van Itterbeek J, van Huis A. Environmental manipulation for edible insect procurement. *J Ethnobiol Ethnomed*. 2012;8:3.
- Blancas J, Casas A, Pérez-Salicip D, Caballero J, Vega E. Ecological and socio-cultural factors influencing plant management in Náhuatl communities of the Tehuacán Valley, Mexico. *J Ethnobiol Ethnomed*. 2013;9:39.
- Berkes F. *Sacred Ecology*. 2nd ed. New York: Routledge; 2008.
- Toledo V. Ethnoecology. A conceptual framework for the study of indigenous knowledge of nature. In: Stepp JR, Whyndhan FS, Zarger RK, editors. *Ethnobiology and biocultural diversity*. Athens: The International Society of Ethnobiology; 2002. p. 511–22.
- Kirchhoff P. Mesoamérica. *Dimensión Antropológica*. 2000;19:15–32.
- Toledo V, Barrera-Bassols N. La memoria biocultural: La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. *Icaria: Barcelona*; 2008.
- Harlan JR. *Crops and man*. American Society of Agronomy. Madison: Crop Science Society of America; 1975.
- Larson G, Fuller DQ. The evolution of animal domestication. *Annual Reviews in Ecology, Evolution and Systematics*. 2014;45:115–36.
- Thornton EK, Emery KF. The uncertain origins of Mesoamerican turkey domestication. *Journal of Archaeological Methods and Theory*. 2015. <https://doi.org/10.1007/s10816-015-9269-4>.
- Chávez-Moreno CK, Tecante A, Casas A. The *Opuntia* (Cactaceae) and *Dactylopius* (Hemiptera: Dactylopiidae) in Mexico: a historical perspective of use, interaction and distribution. *Biodiversity and Conservation*. 2009;18:3337–55.
- Jones R. Stingless Bees: A historical perspective. In: Roubik D, editor. *Vit P, Pedro SRM. Springer: Pot-honey. A legacy of stingless bees*. London; 2013. p. 219–28.
- Minnis E, Whalen ME, Kelley JH, Stewart JD. Prehistoric Macaw Breeding in the North American Southwest. *American Antiquity*. 1993;58(2):270–6.
- Somerville AD, Nelson BA, Knudson K. Isotopic investigation of pre-Hispanic macaw breeding in Northwest Mexico. *Journal of Anthropological Archaeology*. 2010;29:125–35.
- Somerville AD, Sugiyama N, Manzanilla LR, Shoeninger MJ. Animal management at the ancient metropolis of Teotihuacan, Mexico: Stable isotope analysis of Leporid (Cottontail and Jackrabbit) bone mineral. *PLoS ONE*. 2016;11(8):e0159982. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159982>.
- Santos-Fita D, Naranjo E y Rangel-Salazar JL. Wildlife uses and hunting patterns in rural communities of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 2012; 8:38
- Mariaca R. Avances en el estudio de la fauna de los traspatios familiares en el sureste de México. In: Casas A, Torres J, Parra F, editors. *Domesticación en el continente americano Vol 2*, editors. Lima; 2017. p. 475–508.
- Ramos-Elorduy J. La Etnoentomología actual en México en la alimentación humana, en la medicina tradicional y en el reciclaje y alimentación animal. En: S. Stanford, Morales, A. J. Padilla, M. Ibarra. *Memorias del XXXV Congreso Nacional de Entomología*. Acapulco; 2000. pp. 3–46.
- Ramos-Elorduy J, Delage D, Flores R, Sandoval C, Cuevas C. Estructura del nido de *Liometopum occidentale* var. *luctuosum*, manejo y cuidado de éstos en los núcleos rurales de México de las especies productoras de escamol (*Liometopum apiculatum* M., y *L. occidentale* var. *luctuosum* W.) (Hymenoptera-Formicidae). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ser. Zool*. 1986;57(2):333–42.
- Turok M, Sigler MA, Hernández CE, Acevedo GJ, Lara CR, Turcott V. El caracol púrpura: una tradición milenaria en Oaxaca. *Secretaría de Educación Pública, Dirección General de Culturas Populares e Indígenas, Programa de Artesanías y Culturas Populares: Ciudad de México*; 1996.
- Ramos-Elorduy J, Pino-Moreno JM. Los insectos comestibles en el México antiguo. *Estudio etnoentomológico*. Ciudad de México: A.G.T. Editor; 1989
- Rangel-Landa S, Casas A, Rivera-Lozoya E, Torres-García V-RM. Ixcatec ethnoecology: plant management and biocultural heritage in Oaxaca, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 2016;12:30. <https://doi.org/10.1186/s13002-016-0101-3>.
- Martínez-Vaca OI, López-Medellín X. Serpientes, un legado ancestral en riesgo. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*; 2019: 26 (2,2). DOI: <https://doi.org/10.30878/ces.v26n2a10>
- Romero-Balderas KG, Naranjo E, Morales JHH, Nigh RB. Daños ocasionados por vertebrados silvestres al cultivo de maíz en la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Interciencia*. 2006;31(4):276–83.
- Rangel-Lada S, Casas A, García-Frapolli E, Lira R. Sociocultural and ecological factors influencing management of edible and non-edible plants: the case of Ixcatlán, México. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 2017;13:59. <https://doi.org/10.1186/s13002-017-0185-4>.
- Casas A, Otero-Arnaiz A, Pérez-Negrón E, Valiente-Banuet A. In situ management and domestication of plants in Mesoamerica. *Annals of Botany*. 2007;100:1001–115. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm126>.
- Torres I, Blancas J, León A, Casas A. TEK, local perceptions of risk, and diversity of management practices of *Agave inaequidens* in Michoacán, México. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 2015;11:61. <https://doi.org/10.1186/s13002-015-0043-1>.
- Ramos-Elorduy J, Pino-Moreno JM. Los Coleoptera comestibles de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica*. 2004;75(1):149–83 2004.
- Ramos-Elorduy J, Viejo-Montesinos JL. Los insectos como alimento humano: Breve ensayo sobre la entomofagia, con especial referencia a México. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Sec. Biol*. 2007;102(1-4):61–84.
- Ramos-Elorduy J, Pino-Moreno JM, Vázquez AI, Landerio I, Oliva-Rivera H, Camacho VHM. Edible Lepidoptera in Mexico: geographic distribution, ethnicity, economic and nutritional importance for rural people. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 2011;7:2 www.ethnobiomed.com/content/7/1/2.
- Dávila P, Arizmendi MC, Valiente-Banuet A, Villaseñor JL, Casas A, Lira R. Biological diversity in the Tehuacan-Cuicatlan Valley, Mexico. *Biodiversity and Conservation*. 2002;11:421–42.
- Granados D, López GF, Hernández-García MA. Valle de Tehuacán y Cañada de Cuicatlan: historia, ecología y agricultura. Chapingo, Edo. De México: Universidad Autónoma Chapingo; 2010.
- Ávila-Blomberg A, Moreno-Díaz NG. 2008. Distribución de las lenguas indígenas de México. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/lim07gw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no Accessed 29 October 2019.
- Cervantes-Zamora Y, Comejo-Olgín SL, Lucero-Márquez R, Espinoza-Rodríguez JM, Miranda-Viquez E, Pineda-Velázquez A. 1990. Provincias fisiográficas de México. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. http://conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/rfiso4mgw.xml?_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no Accessed 29 October 2019.
- Open Source Geospatial foundation (OsGeo). Qgis 3.8. Creative commons Attribution-ShareAlike 3.0 license <https://www.qgis.org/en/site/about/index.html> Accessed 3 January 2020.
- INEGI 2018. División política municipal. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/muni_2018gw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no Accessed 25 October 2019.
- INEGI, CONAGUA 2007. Cuencas hidrográficas de México. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/cue250k_07gw.xml?_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no Accessed 29 October 2019.
- CONABIO 1998. Curvas de nivel para la República Mexicana. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/cni250kgw.xml?_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no Accessed 31 October 2019.
- Valiente-Banuet A, Casas A, Alcántara A, Dávila P, Flores-Hernández N, Arizmendi MC, Villaseñor JL, Ortega-Ramírez J. La vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlan. *Bol. Soc. Bot. México*. 2000;67:24–74.

43. De la Maza-Elvira R, de Tehuacán-Cuicatlán EV. Biodiversidad y Ecosistemas. In: de Tehuacán-Cuicatlán EV, editor. patrimonio natural y cultural. Ciudad de México: Fundación ICA; 2001. p. 21–52.
44. Rzedowski J. Vegetación de México. Ciudad de México: Limusa; 1978.
45. Arizmendi MC, Dávila P. El Valle y su riqueza biológica. In: el Valle de Tehuacán-Cuicatlán: patrimonio natural y cultural. Ciudad de México: Fundación ICA. 2001;2001:72–86.
46. MacNeish R. A summary of the subsistence. In: Byers D, editor. The Prehistory of the Tehuacan Valley Vol I. Environment and Subsistence. San Antonio Texas: University of Arizona Press; 1967. p. 290–310.
47. Flannery K. The vertebrate fauna and hunting patterns. In: Byers D, editor. The Prehistory of the Tehuacan Valley Vol I. Environment and Subsistence. San Antonio Texas: University of Arizona Press; 1967. p. 132–77.
48. Callen. Analysis of the Tehuacan coprolites. In: Byers D, editor. The Prehistory of the Tehuacan Valley Vol I. Environment and Subsistence, vol. 1967. San Antonio Texas: University of Arizona Press; 1967. p. 261–89.
49. Vallejo M, Moreno-Calles A, Casas A. TEK and biodiversity management in agroforestry systems of different socio-ecological contexts of the Tehuacán Valley. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 2016;12:31. <https://doi.org/10.1186/s13002-016-0102-2>.
50. Moreno-Calles AI, Casas A, Rivero-Romero AD, Romero-Bautista YA, Rangel-Landa S, Fisher-Ortiz RA, Alvarado-Ramos F, Vallejo-Ramos M, Santos-Fita D. Ethnoagroforestry: Integration of biocultural diversity for food sovereignty in Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 2016;12:54. <https://doi.org/10.1186/s13002-016-0127-6>.
51. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SEMARNAT-CONANP) 2013. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán. Ciudad de México; 2013.
52. UNESCO 2019. World Heritage Center. <https://whc.unesco.org/en/list/#border=country#alphaT>, Accessed 6 November 2019.
53. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) <https://www.gob.mx/conabio>
54. Canseco L, Gutiérrez M. Anfibios y reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Ciudad de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fundación para la Reserva de la Biosfera Cuicatlán A.C., Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; 2010.
55. Global Biodiversity Information Facility GBIF. <https://www.gbif.org/es/>
56. Briones-Salas M. Lista anotada de los mamíferos de la región de la Cañada, en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Acta zoológica mexicana (n.s.)*. 2000;81:83–100.
57. Briones-Salas M, Sánchez-Cordero V. Mamíferos. In: García-Mendoza A., Ordóñez M. de J. y Briones-Salas M., editors. Biodiversidad de Oaxaca. Ciudad de México: Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza World Wildlife Fund; 2004. pp. 423–447.
58. Ramírez-Pulido J. Diversidad de los mamíferos de la Reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Puebla-Oaxaca, México. Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. BK022. Ciudad de México; 2007. <https://doi.org/10.15468/dl.kfbbq> Accessed 3 Oct 2019.
59. Casas-Andreu G, Méndez-De la Cruz F, Aguilar-Miguel X. Anfibios y Reptiles. In: García-Mendoza A, Ordóñez MJ, Briones-Salas M, editors. Biodiversidad de Oaxaca. Ciudad de México: Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza World Wildlife Fund; 2004. pp. 375–390.
60. Gutiérrez-Mayén, M. G. Herpetofauna de la reserva de la biosfera Valle de Tehuacán-Cuicatlán (etapa final). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Escuela de Biología. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. BK019. Ciudad de México; 2007. <https://doi.org/10.15468/dl.5eejwa> Accessed 3 Oct 2018.
61. Arizmendi MC, Martínez I. Guía de Aves comunes de la Región de la Cañada, Oaxaca, México. Proyecto CONABIO HQ008; 2012. http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/HQ008_Anexo_2.pdf Accessed 2 Feb 2018.
62. CONABIO 2015. AvesMx. Reserva de la biosfera de Tehuacán-Cuicatlán. http://avesmx.conabio.gob.mx/FichaRegion.html#ANP_134 Accessed on 30 March 2018.
63. Martínez L. 2013. Estudio lepidopterofaunístico en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca-Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Base de datos SNIB-CONABIO proyecto No. BK062, V010, T025, R256, M099, J123_Mariposas, J083, H210, H209, B150, P065, P063, A025. México, D. F.
64. Vergara-Briceño CH, Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad C. Actualización de la base de datos del proyecto H278 Apoidea (Hymenoptera) del Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad; 2018. <https://doi.org/10.15468/vw3xpz> Accessed on 22 Jan 2019.
65. Vergara C, Ayala R. Diversity, phenology and biogeography of the bees, (Hymenoptera: Apoidea) of Zapotitlan de las Salinas, Puebla, Mexico. *Journal of the Kansas Entomological Society*. 2002;75(1):16–30.
66. Ríos-Casanova L, Valiente-Banuet A, Rico-Gray V. Las hormigas del Valle de Tehuacán (Hymenoptera:Formicidae): una comparación con otras zonas áridas de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*. 2004;001:37–54.
67. Morón-Ríos MA, Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Diversidad de coleópteros scarabaeoidea del estado de Puebla (I). Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad;2018. <https://doi.org/10.15468/m5pubu> Accessed on 5 Feb 2019.
68. Aragón-García A. Diversidad de los coleópteros Scarabaeoidea del estado de Puebla (II). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Instituto de Ciencias. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. R024. México, D.F; 2001. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos2.cgi?Letras=R&Numero=24> Accessed on 5 Feb 2019.
69. Brailovsky H, Barrera E, Mayorga C, Ortega-León G. Estadios ninfales de los coreidos del Valle de Tehuacan-Puebla (Hemiptera-Heteroptera). I. Chelinidea Staffilesi, C. tabulata y Narnia femorata. *Anales del Instituto de Biología. UNAM. Serie Zoología*. 1994;65(2):241–64.
70. Cano-Santana Z, Castellanos-Vargas I. Ortopteroides de Oaxaca, México: Orthoptera, Mantodea y Phasmatodea. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Bases de datos SNIB-CONABIO, proyecto GE001. México, D.F.; 2012. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos2.cgi?Letras=GE&Numero=1> Accessed on 5 Feb 2019.
71. Jongema Y. 2014. List of edible insects of the world. Wageningen University, Wageningen, the Netherlands. <https://www.wur.nl/en/Research-Results/Chair-group/Plant-Sciences/Laboratory-of-Entomology/Edible-insects/Worldwide-species-list.htm> Accessed 30 Apr 2018.
72. Solís L, Casas A. Cuicatec ethnozoology: traditional knowledge, use and management of fauna by people of San Lorenzo Pápalo, Oaxaca. Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 2019;15:58.
73. Romero-Bautista Y. Los saberes de las zonas semiáridas: interacciones ambientales entre las aves y los pobladores de Zapotitlán Salinas, Puebla, México. Tesis de Licenciatura en Ciencias Ambientales: Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia. Universidad Nacional Autónoma de México; 2019.
74. Botello F, Illoldi P, Linaje M, Monroy G, Sánchez-Cordero V. Nuevos registros del tepezcuintle (*Agouti paca*), para el norte del estado de Oaxaca. México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 2005;76:103–5.
75. Botello F, Illoldi-Rangel P, Linaje M, Sánchez-Cordero V. Primer registro del tigrillo (*Leopardus wiedii*, Schinz 1821) y del gato montés (*Lynx rufus*, Kerr 1792) en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Acta zoológica mexicana*. 2006;22(1):135–9.
76. Botello F, Salazar JM, Illoldi-Rangel P, Linaje M, Monroy G, Duque D, Sánchez-Cordero V. Primer registro de la nutria neotropical de río (*Lontra longicaudis*) en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Revista mexicana de biodiversidad*. 2006;77(1):133–5.
77. Botello F, Villaseñor E, Guevara L, Méndez A, Cortés A, Iglesias J, Izúcar M, Luna M, Martínez A, Salazar J. Registros notables del zorrillo manchado (*Spilogale angustifrons*) y del jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca. México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 2013;84:713–7.
78. Cruz-Jacome O, López-Tello E, Delfín-Alfonso CA, Mandujano S. Riqueza y abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en una localidad en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca. México. *THERYA*. 2015; 6(12):435–48.
79. Espinosa-Lucas A, Méndez A, Hernández O, Flores-Cortes A, Botello F, Mariscal I. Tres nuevos registros en la zona de influencia de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Oaxaca. *THERYA*. 2015;6(3):661–6.
80. Pérez-Solano L, Mandujano S, Contreras-Moreno F, Salazar JM. Primeros registros del temazate rojo *Mazama temama* en áreas aledañas a la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlan Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 2012;83:875–8.
81. Briones-Salas M, Lavariega M, Lira-Torres I. Distribución actual y potencial del jaguar (*Panthera onca*) en Oaxaca. México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 2012;83:246–57.

82. García-Vázquez UO, Canseco-Márquez L, Aguilar-López JL. Zootaxa. 2010; 2657:47–54.
83. Luría-Manzano R, Canseco-Márquez L, Frías-Álvarez P. Herpetological Reviews. 2011;4(4):552–3.
84. Luría-Manzano R, Aguilar-López JL, Canseco-Márquez L, Gutiérrez-Mayén MG. Distribución geográfica de *Anotheca spinosa* (Anura: Hylidae) en México: nuevo registro para la anfibiafauna de Puebla. *Revista mexicana de biodiversidad*. 2014;85(4):1285–8.
85. Luría-Manzano R, Ramírez-Bautista A, Canseco-Márquez L. Rediscovery of the Rare Snake *Rhadinaea cuneata* Myers, 1974 (Serpentes: Colubridae: Dipsadinae). *Journal of Herpetology*. 2014;48(1):122–4.
86. Melgarejo-Vélez E, Chávez-Ortiz M, Luría-Manzano R, Aportela-Cortés D, Galicia-Portano DM, Canseco-Márquez L, Gutiérrez-Mayén G. Ampliación del área de distribución de la rana *Hyalinobatrachium fleischmanni* (Anura: Centrolenidae) en el estado de Puebla y del límite septentrional de su distribución. *Acta zoológica mexicana*. 2010;26(2):473–6.
87. Luría R. Ecología trófica del ensamble de anuros riparios de San Sebastián Tlacotepec, Sierra Negra de Puebla, México. Tesis de Maestría: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; 2012.
88. Arizmendi M.C y Valiente-Banuet A. Aves de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, Fundación para la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán; 2006.
89. Camacho-Morales, M., 2001. Monitoreo de las aves silvestres en zona prioritaria de Zapotitlán-Salinas, Puebla. Unión de Capturadores, transportistas y vendedores de aves canoras y de ornamento del estado de Puebla AC. Bases de datos SNIB-CONABIO, proyecto No. R121. Ciudad de México. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos.cgi?Letras=R&Numero=121> Accessed on 5 Mar 2019.
90. González-García F, Pérez-Solano LA, Ramírez-Bravo OE, Mandujano S, Ramírez-Julían R, Reyes Macedo G, Salazar-Torres JM, Guillén-Servent A. Localidades adicionales en la distribución geográfica de la pava cojolita (*Penelope purpurascens*) en Puebla y Oaxaca, México. *HUITZIL*. 2012;13(1): 61–67. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-74592012000100010&lng=es&nrm=iso. Accessed 14 Jan 2020.
91. Arizmendi MC y Espinosa M. Avifauna de los Bosques de Cactáceas Columnares del Valle de Tehuacán, Puebla. *Acta Zoológica Mexicana nueva serie*. 1996; 67: 25-46.
92. Rojas-Soto O, Navarro A. Información reciente sobre la avifauna del estado de Puebla. *Anuales del Instituto de Biología*. UNAM, Serie zoológica. 1999; 70(2):205–13.
93. Vázquez L, Vázquez-Reyes JA, Arizmendi MC. Registro del gavilán pescador (*Pandion haliaetus*) en el valle de Tehuacán-Cuicatlán, norte de Oaxaca. *HUITZIL*. 2009;10(1):24–6.
94. Martínez-Ramírez E, Cruz-Arenas E, Cruz-Ruiz GI, Gómez-Ugalde RM. Los Peces de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Región Oaxaca. In: Briones-Salas M, Manzanero-Medina G, González-Pérez G, editors. Estudios en zonas Áridas de Oaxaca. Homenaje al Dr. Alejandro Flores Martínez. Oaxaca: Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca); 2013. pp.130-144.
95. Arnold N, Ayala R, Mérida J, Sagot P, Aldasoro M, Vandame R. Registros nuevos de abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) para los estados de Chiapas y Oaxaca. México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 2018;89:651–65.
96. Ramos-Elorduy J, Pino-Moreno JM, Escamilla E, Alvarado M, Lagunez J, Ladron de Guevara O. Nutritional value of edible insects from the state of Oaxaca, México. *Journal of Food Composition and Analysis*. 1997; 10: 142-158.
97. Acuña A, Caso L, Aliphath MM, Vergara C. Edible insects as part of the traditional food system of the Popoloca town of Los Reyes Metzontla. México. *Journal of Ethnobiology*. 2011;31(1):150–69.
98. Rangel-Landa S, Smith-Aguilar SE, Rivera-Lozoya E, Swanton M, Casas A, Solís L, Pérez A, Villaseñor C. Patrimonio biocultural ixcatéco. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2016.
99. Avendaño A, Casas A, Dávila P, Lira R. Use forms, management and commercialization of “pochote” *Ceiba aesculifolia* (H.B. y K.) Britten & Baker f. subsp. *parvifolia* (Rose) P.E. Gibbs & Semir (Bombacaceae) in the Tehuacan Valley, Central Mexico. *Journal of Arid Environments*. 2006;67:15–35.
100. Ávila-Cortés LG. Cumplir con el rito según el costumbre: Las prácticas culturales de los rituales funerarios entre los nahuas de Xaltepec de la Sierra Negra de Puebla. Tesis de Maestría. Posgrado en Antropología UNAM; 2013.
101. Galindo A, Rosas C, Vázquez V, Alcántara J, Bravo G. Uso de mamíferos silvestres por nahuas y mazatecos. *CONABIO. Biodiversitas*. 2010;134:6–11.
102. Garzón-Macip G. 2016. Chajchammas: agua, puntas y paciencia. X. Congreso Mexicano de Etnobiología. 19-23 de septiembre de 2016.
103. Ramos-Elorduy J, Pino-Moreno M, y Romero. Determinación del valor nutritivo de algunas especies de insectos comestibles del estado de Puebla. *Anales del Instituto de Biología UNAM Serie Zoológica*. 1988;58(1):355–72.
104. Reyes V. Representaciones culturales (conocimiento, cosmos y aprovechamiento) de los mamíferos silvestres en Cerro Mirador y San Mateo Yetla, Oaxaca. Tesis de Licenciatura: Universidad Nacional Autónoma de México; 2010.
105. Solano-Hernández L. Importancia ecológica y cultural de los recursos vegetales de Asunción Cuyotepeji, Oaxaca, México. Instituto Politécnico Nacional: Tesis de Maestría; 2009.
106. Vallejo M, Casas A, Moreno A, Blancas J. Los sistemas agroforestales del Valle de Tehuacán: una perspectiva regional. In: Moreno A, Toledo V, Casas A, Vallejo M, eds.. Etnoagroforestería en México; 2016. pp. 194-216
107. Roldán-Clarà B, Toledo V, Espejel I. The use of birds as pets in Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 2017;13:35.
108. Alarcón-Chaires P. Flora, Fauna y apropiación de la naturaleza en la región nahua de Michoacán. Proyecto de conservación de la biodiversidad en comunidades indígenas de los estados de Oaxaca, Michoacán y Guerrero, CIECO UNAM, Comunidad Indígena El Coire: COINBIO; 2005.
109. Ávila-Nájera DM, Mendoza GD, Villareal O, Serna-Lagunes R. Uso y valor cultural de la Herpetofauna en México: Una revisión de las últimas dos décadas (1997-2017). *Acta Zoológica Mexicana Nueva Serie*. 2018; Vol 34: 1-15.
110. Barragán F, Retana OG, Naranjo EJ. The rodent trade of Tzeltal indians of Oxchuc, Chiapas, Mexico. *Human Ecology*. 2007;35(6):769–73.
111. Buenostro A, Rodríguez de la Torre M, García-Grajales J. Uso y conocimiento tradicional de la fauna silvestre en el Parque Nacional Lagunas de Chachahua, Oaxaca. *Revista Quehacer Científico en Chiapas*; 2016: 11 (1).
112. Contreras-Díaz RG, Pérez-Lustre M. Etnoecología de mamíferos silvestres y los zapotecos del municipio de Santiago Camotlán, Villa Alta. Oaxaca. *Etnobiología*. 2015;6(1):56–67.
113. Contreras-Moreno FM, De la Cruz-Félix K, Bello-Gutiérrez J. Uso Patrones de Cacería y Preferencia de Presas en Dos Sitios del Parque Estatal la Sierra, Tabasco. México. *Etnobiología*. 2015;10(3):1–9.
114. Corona E. A la búsqueda de tendencias históricas en el consumo de vertebrados en Chiapas (México). Un estudio de caso combinando evidencias/In Search of Historical Trends on Vertebrate Consumption in Chiapas (Mexico). A Study Case Combining Evidences. *Revista Española de Antropología Americana*. 2012;42(1):29–43.
115. Cossío A, Gonzalez A, Sosa V, Nigh R. Diagnóstico de la organización comunitaria para el uso de fauna silvestre en dos comunidades ejidales del municipio de Hueytamalco, Puebla, México. In: Uso y manejo de fauna silvestre en el norte de Mesoamérica. Gallina, S., Naranjo, J., Guerra-Roa, M. y Calmé S, Editors. Xalapa: Secretaría de Educación del Gobierno del Estado de Veracruz; 2010.
116. De María y Campos T. Los animales en la medicina tradicional mesoamericana. *Anales de Antropología* 1979; Vol. 16. http://www.revistas.unam.mx/index.php/antropologia/article/view/24188/pdf_871 Accessed 22 Oct 2019.
117. Cruz Jacinto MA, Vásquez-Dávila MA, Colunga GMP, Jerez Salas MP. Aspectos etnoecológicos de la ornitofauna entre los ikoot de San Mateo del Mar, Oaxaca, México. In: Vásquez-Dávila MA, editor. Aves, personas y culturas. Estudios de Etno-ornitología 1. Oaxaca, Mexico: CONACYT/ITVO/ Carteles Editores/UTCH; 2014. pp. 151-167.
118. De la Cruz Montesino F, Vásquez-Dávila MA, Jerez Salas MP, Montañón-Contreras EA, Villegas A. Aves silvestres y domésticas de los chontales de San Andrés Tlahuilotepec, Distrito de Yauteppec, Oaxaca, México. In: Vásquez-Dávila MA, editor. Aves, personas y culturas. Estudios de Etno-ornitología 1. Oaxaca, México: CONACYT/ITVO/Carteles Editores/UTCH; 2014. pp. 169-186.
119. Escalante-Vargas M, Trejo-Pérez JL. Aves silvestres criadas en cautiverio en Huapacal Segunda Sección, Jalpa de Méndez, Tabasco, México. In: Vásquez-Dávila MA, editor. Aves, personas y culturas. Estudios de Etno-ornitología 1. Oaxaca, Mexico: CONACYT/ITVO/Carteles Editores/UTCH; 2014. pp. 59-69.
120. García SB. Conocimiento y usos tradicionales de la fauna en dos comunidades campesinas de la Reserva de Biosfera de la Encrucijada. Chiapas. *Etnobiología*. 2015;11(1):16–28.

121. García-Flores A, Lozano-García MA, Ortiz-Villaseñor AL, Monroy-Martínez R. Uso de mamíferos silvestres por habitantes del Parque Nacional El Tepozteco, Morelos. México. *Etnobiología*. 2015;12(3):57–67.
122. García-Flores A, Valle R, Monroy-Martínez R. Aprovechamiento tradicional de mamíferos silvestres en Pitzotlán, Morelos. México. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*. 2018;111–23.
123. Gil RA, Guíascón OG. Uso de la Fauna Silvestre en la Comunidad Maya Villa De Guadalupe, Campeche. México. *Etnobiología*. 2015;10(2):1–11.
124. Gomez B, Castro A, Junghans C, Ruiz-Montoya L, Villalobos FJ. Ethnoecology of white grubs (Coleoptera:Melolonthidae) among the Tzeltal Maya of Chiapas. *Journal of Ethnobiology*. 2000;20(1):43–59.
125. González-Romo CE, Garza Torres HA, Padrón-Serrano E, Jiménez-Ramírez R, Berrones-Benítez E. Las aves de El Cielo: Etnobiología y observación de la naturaleza para su conservación en un área natural protegida de Tamaulipas, México. In: Vásquez-Dávila MA, editor. *Aves, personas y culturas. Estudios de Etno-ornitología 1*. Oaxaca, Mexico: CONACYT/ITVO/Carteles Editores/UTCH; 2014. pp. 261–283.
126. Guerrero-Sánchez S, Cano-Contreras EJ, Mariaca R, Guerrero-Martínez R. Conocimiento local sobre el manejo sanitario de aves de traspatio en dos grupos mayenses del sureste de México. In: Vásquez-Dávila MA, editor. *Aves, personas y culturas. Estudios de Etno-ornitología 1*. Oaxaca, México: CONACYT/ITVO/Carteles Editores/UTCH; 2014. pp. 71–81.
127. Jaimes-Yescas MI, Gómez-Álvarez G, Pacheco-Coronel N, Reyes Gómez SR. Uso y manejo de la avifauna en San Miguel Tzinacapan, municipio de Cuetzalan del Progreso, Puebla, México. In: Vásquez-Dávila MA, editor. *Aves, personas y culturas. Estudios de Etno-ornitología 1*. Oaxaca, México: CONACYT/ITVO/Carteles Editores/UTCH; 2014. pp. 243–259.
128. Jiménez-Díaz JE, Vásquez-Dávila MA, Naranjo E, Jerez-Salas MP. Las relaciones humano-aves en Lacanjá-Chansayab, Selva Lacandona, Chiapas, México. In: Vásquez-Dávila MA, editor. *Aves, personas y culturas. Estudios de Etno-ornitología 1*. Oaxaca, México: CONACYT/ITVO/Carteles Editores/UTCH; 2014. pp. 83–106.
129. Lorenzo MC, Cruz L, Naranjo E, Barragán F. Uso y conservación de mamíferos silvestres en una comunidad de las cañadas de la Selva Lacandona, Chiapas. México. *Etnobiología*. 2007;5:99–107.
130. López E, Gómez-y-Gómez B, Sánchez-Cortés MS, Junghans C, y Martínez-Jiménez LV. Insectos útiles entre los tsotsiles del municipio de San Andrés Larráinzar, Chiapas, México. *Etnobiología*. 2015; 13 (2):72–84.
131. Monroy R, García-Flores A. La fauna silvestre con valor de uso en los huertos frutícolas tradicionales de la comunidad indígena de Xoxocotla, Morelos. México. *Etnobiología*. 2015;11(1):44–52.
132. Naranjo E, Guerra M, Bodmer RE, Bolaños JE. Subsistence hunting by three ethnic groups of the Lacandon Forest. Mexico. *Journal of Ethnobiology*. 2004;24:233–53.
133. Ortiz SG, Retana-Guíascón OG. Nota Científica: Uso Medicinal de la Fauna Silvestre por Indígenas Tlahuicas en Ocuilán. México. *Etnobiología*. 2015; 10(3):28–33.
134. Retana-Guíascón, OG., Puc-Gil RA, Martínez-Pech LG. Uso de la fauna silvestre por comunidades mayas de Campeche, México: El caso de las aves. In: Vásquez-Dávila MA, editor. *Aves, personas y culturas. Estudios de Etno-ornitología 1*. Oaxaca, Mexico: CONACYT/ITVO/Carteles Editores/UTCH; 2014. pp. 35–46.
135. Reyna-Rojas MA, García A, Neri E, Alagón A, Monroy R. Conocimiento etnoherpetológico de dos comunidades aledañas a la Reserva Estatal Sierra de Montenegro, Morelos. México. *Etnobiología*. 2015;13(2):37–48.
136. Rodas-Trejo J, Estrada A, Acuña JR, Morales-Hernández M. Uso local de los mamíferos no voladores entre los habitantes de Metzabok, El Tumbo y Laguna Colorada, Selva Lacandona. México. *Etnobiología*. 2016;14(1):39–50.
137. Serrano-González R, Guerrero-Martínez F, Pichardo-Barreiro Y, Serrano-Velázquez R. Los Artrópodos Medicinales en tres fuentes Novohispanas del Siglo XVI. *Etnobiología*. 2013;11(2):24–34.
138. Vargas Z. Valoración de los vertebrados terrestres por huaves y zapotecas del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México: Tesis de Maestría; 2001.
139. Vásquez-Cruz R, Vásquez-Dávila MA, Montaño-Contreras EA, Jerez Salas MP. Ornitología zapoteca de San José Quianitas, Sierra Sur de Oaxaca, México. In: Vásquez-Dávila MA, editor. *Aves, personas y culturas. Estudios de Etno-ornitología 1*. Oaxaca, México: CONACYT/ITVO/Carteles Editores/UTCH; 2014. pp. 187–205.
140. Zavala-Sánchez Z, Segura-Pacheco H, Ávila-Nájera DM, Herrera-Castro ND, Barrera-Catalán E, Sarabia-Ruiz G. Valoración cultural y uso de la fauna silvestre en San Vicente de Benítez, Guerrero, México. 2018; *Etnobiología* 16 (3): 78–92
141. Ramos-Elorduy J. Threatened edible insects in Hidalgo. Mexico and some measures to preserve them. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 2006;2:51. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-2-61>.
142. Ramos-Elorduy J, Pino-Moreno M. El consumo de Insectos entre los lacandones de la comunidad Bethel y su valor nutritivo. *Etnobiología*. 2001;1:24–43.
143. Monroy R, Pino M, Lozano M, García-Flores A. Estudio etnomastozoológico en el corredor biológico Chichinautzin (COBIO), Morelos. México. *Sitientibus. Série Ciências Biológicas*. 2011;11(1):16–23.
144. Integrated Taxonomic Information System (ITIS) 2019 and 2000 (<http://www.itis.gov>). Lastly accessed 26 Dec 2019.
145. Silva VA da, Nascimento VT do, Soldati GT, Medeiros MFT, Albuquerque UP. Techniques for Analysis of Quantitative Ethnobiological Data: Use of Indices. In: Albuquerque UP, Cruz da Cunha LVF, Lucena RFP, Nóbrega Alves RR, editors. *Methods and Techniques in Ethnobiology and Ethnoecology*. Springer Protocols Handbooks DOI: 10.1007/978-1-4614-8636-7_24. 2014; pp. 381–398.
146. Kassambara A. and Mundt F. Factoextra package for R Development Core Team; 2017. <https://cran.r-project.org/web/packages/factoextra/factoextra.pdf> Accessed 22 Aug 2019.
147. Development Core Team R. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2019. <http://www.R-project.org/>
148. Roldán-Clarà B, López-Medellín X, Espejel I, Arellano E. Literature review of the use of birds as pets in Latin-America, with a detailed perspective on Mexico. *Ethnobiology and Conservation*. 2014; 3:5 DOI: 10.15451/ec2014-10-3-5-1-18.
149. Alves RRN, Alves HN. The faunal drugstore: Animal-based remedies used in traditional medicines in Latin America. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 2011;7:9.
150. Santos-Fita D, Costa-Neto E, Schiavetti A. Offensive snakes: cultural beliefs and practices related to snakebites in a Brazilian rural settlement. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 2010;6:13.
151. Barros FB, de Aguiar PA. Common opossum (*Didelphis marsupialis* Linnaeus, 1758): food and medicine for people in the Amazon. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 2014;10:65.
152. Escamilla-Prado E, Escamilla-Femat S, Gómez-Utrilla JM, Tuxtla-Andrade M, Ramos-Elorduy J, Pino-Moreno JM. Uso tradicional de tres especies de insectos comestibles en agroecosistemas cafetaleros del estado de Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 2012;15(2):S101–9.
153. Casas A, Valiente-Banuet A, Pérez-Negrón E, Solís L. El manejo de la biodiversidad en el desierto: el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. In: Toledo V, editor, *La Biodiversidad de México. Inventarios, manejos, usos, informática, conservación e importancia cultural*. Fondo de Cultura Económica, Consejo Nacional para la cultura y las artes. Ciudad de México. 2010; pp. 235–272.
154. Ayala R, González V, Engel M. Mexican Stingless Bees (Hymenoptera: Apidae): Diversity, distribution and indigenous knowledge. In: Vit P, Pedro SRM, Roubik D, editors. *Pot-honey. A legacy of stingless bees*. London: Springer; 2013. pp. 135–154.
155. Bringas NR. Historia de Tehuacán. De tiempos prehispánicos a la modernidad. Ciudad de México: Miguel Ángel Porrúa; 2010. p. 2010.
156. Argueta-Villamar A, Corona-M E, Alcántara-Salinas G, Santos-Fita D, Aldasoro EM, Serrano R, Teutli C, Astorga-Domínguez M. Historia, situación actual y perspectivas de la etnozooloología en México. *Etnobiología*. 2012;10(1):18–40.
157. Santos-Fita D, Argueta-Villamar A, Astorga-Domínguez M, Quiñones-Martínez M. La etnozooloología en México: La producción bibliográfica del siglo XXI (2000–2011). *Etnobiología*. 2012;10(1):41–51.
158. Gutiérrez-Santillán T, Albuquerque UP, Valenzuela-Galván D, Reyes-Zepeda F, Vázquez LB, Mora-Olivo A, Arellano-Mendez LU. Trends on mexican etnozooloological research, vertebrates case: a systematic review. *Ethnobiology and Conservation*; 2019, 8:1 DOI: 10.15451/ec2019-01-8-01-1-39
159. Baraza E, Ángeles S, García A. Valiente-Banuet. New natural resources as diet supplement for domestic goats during the dry season, in the Tehuacán Valley, Mexico. *Interciencia*. 2008;33(12):891–6.
160. Mandujano S, Barrera-Salazar A, Vergara-Castrejon A. Similitud de especies de plantas consumidas por rebaños de cabras en el bosque tropical seco de la Cañada. *Oaxaca.Rev Mex Cienc Pecu*. 2019;10(2):490–505 <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i2.4370>.
161. Baraza E, Valiente-Banuet A. Efecto de la exclusión de ganado en dos especies palatables del matorral xerófilo del Valle de Tehuacán. México.

Revista Mexicana de Biodiversidad. 2012;83:1145–51. <https://doi.org/10.7550/rmb.22871>.

162. Baraza E, Valiente-Banuet A. Seed dispersal by domestic goats in a semiarid thornscrub of Mexico. *Journal of Arid Environments*. 2008;72(10):1973–6. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2008.04.004>.
163. Giordani L, Baraza E, Camargo-Ricalde SL, Moe SR. The domestic goat as a potential seed disperser of *Mimosa luisana* (Leguminosae, Mimosoideae) in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*. 2015; 31(1):91–4.
164. Rosa-García R, Celaya R, García U, Ozoro K. Goat grazing, its interactions with other herbivores and biodiversity conservation issues. *Small Ruminant Research*. 2012;107(2-3):49–64. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.03.021>.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Ready to submit your research? Choose BMC and benefit from:

- fast, convenient online submission
- thorough peer review by experienced researchers in your field
- rapid publication on acceptance
- support for research data, including large and complex data types
- gold Open Access which fosters wider collaboration and increased citations
- maximum visibility for your research: over 100M website views per year

At BMC, research is always in progress.

Learn more biomedcentral.com/submissions



IV. Capítulo 3: El conocimiento ecológico local de fauna y las interacciones y prácticas relacionadas. Revisión de literatura científica de 2010 a 2021



Vista del Cerro Tsintsintepetl. Aticpac, Coyomeapan, Puebla. 20 de mayo de 2019.

El conocimiento ecológico local de fauna y las interacciones y prácticas relacionadas. Revisión de literatura científica de 2010 a 2021.

Resumen

Se presentan los resultados de una investigación documental dirigida a analizar el concepto de “manejo” de fauna y su vinculación con el conocimiento ecológico local (CEL) o tradicional (CET), con base en los artículos científicos publicados entre 2010 y octubre de 2021, incluidos en las colecciones núcleo y Scielo de las bases de datos Web of Science. Se encontró que al menos 13 enfoques de investigación vinculan el manejo de fauna con el CEL/CET, que las prácticas de manejo de fauna basadas en CEL/CET ocurren en múltiples escalas ecológicas e incluyen el monitoreo, extracción, cuidados en vida silvestre, cautiverio y semi-cautiverio; crianza, manejo de fuego y agua, enriquecimiento del hábitat con vegetación y regulaciones de distinta índole. Aunque están presentes, se encontraron relativamente pocos trabajos que aportan evidencia de que el manejo basado en CEL/CET favorece la sustentabilidad en el aprovechamiento de la fauna, la restauración de su hábitat y la prevención del conflicto humano-fauna. Se discute el concepto de manejo como un subconjunto de las interacciones humano-fauna en el que se pueden incluir: (1) la intencionalidad humana para procurar, mantener, recuperar o prevenir la presencia de animales, (2) las perspectivas relacionales, en las que se enfatizan las relaciones de respeto, responsabilidad y cuidado; (3) el reconocimiento a la agencia de los animales, cuyas decisiones y acciones inciden en los sistemas socio-ecológicos; (4) el manejo local como expresión de las cosmovisiones de distintos grupos culturales en las interacciones y prácticas de manejo; y (5) el dinamismo de las interacciones humano-fauna. Pueden presentarse como prácticas incidentales, es decir acciones sobre elementos de biodiversidad que resultan en favorecer o limitar la presencia de la fauna, aunque no se originan por este interés. Sin embargo esto puede modificarse según las percepciones humanas (por ejemplo de la disponibilidad y el riesgo de extirpación de la fauna), hacia un interés deliberado en estas prácticas y sus resultados. Pueden partir del interés por responder y negociar ante condiciones inciertas. O bien, transitar a intentar controlar elementos o procesos de los sistemas socio-ecológicos. Se concluye que los procesos de manejo en que se plantea la sinergia entre el manejo local, el CEL/CET y el conocimiento ecológico científico, pueden beneficiarse de aproximaciones de investigación que consideren las múltiples maneras de interpretar la realidad en general y las interacciones humano-fauna en particular.

I. Introducción

1.1. Múltiples aproximaciones al manejo de la biodiversidad y la fauna

El manejo de la biodiversidad es un concepto en discusión y puede ser planteado desde distintas aristas (Carlsson & Berkes, 2005; Smith, 2011). Comprende las decisiones o intervenciones humanas con fines de ordenamiento, aprovechamiento, conservación o restauración, sobre elementos de los ecosistemas y sus procesos funcionales a diferentes escalas incluyendo genes, individuos, poblaciones, comunidades, interacciones ecológicas y flujos de materia y energía (Casas et al., 2014, 2016). Puede ser visto como un proceso iterativo, adaptativo, que se corrige o ajusta tras el aprendizaje asociado a las prácticas implementadas y la retroalimentación de la reflexión individual o colectiva (Berkes, 2007). El manejo suele ser una respuesta humana ante la incertidumbre del comportamiento de los sistemas socio-ecológicos en general, o bien, en relación con la disponibilidad de elementos necesarios para satisfacer necesidades de distinta índole (Folke, 2005). En este último caso, está modulado por las percepciones de las personas acerca de las contribuciones o perjuicios a las sociedades humanas; por ejemplo, las ocasionadas por la fauna (Ceașu et al., 2018), o componentes de la flora (Moreno-Calles et al., 2010; Rendón-Sandoval et al., 2021), la abundancia disponible en relación con la cantidad que se requiere y la historia natural de los organismos deseados (Casas et al., 2014). El manejo puede ser detonado por la valoración de un organismo (o conjunto de organismos) en función del bienestar que puede proporcionar a otros (i.e. valor instrumental), por las propiedades del organismo en cuestión, únicamente debidas a su existencia y considerando, además, su calidad de vida (i.e. valor intrínseco) (IPBES, 2022; Moreno-Calles et al., 2010) o por relaciones de respeto, responsabilidad y cuidado establecidas entre las personas y otros organismos, es decir, por aspectos relacionales (IPBES, 2022).

Las estrategias de manejo de los taxa valorados (i.e. plantas alimenticias o fauna) pueden ocurrir con distintos niveles de intensidad de manera simultánea, incluso a escala local (Blancas et al., 2016; Solís & Casas, 2019). En el caso de la fauna, podemos ubicar en un extremo de baja intensidad de manejo a los animales que son obtenidos mediante extracción; en un extremo de alta intensidad, a ciertas poblaciones de animales que han sido o son sujetas intencionalmente a procesos multi-generacionales de crianza y selección artificial, estableciendo (en relativamente muy pocos casos) interacciones de domesticación (Zeder, 2015). Sin embargo, un gradiente continuo de intensidad de manejo también se manifiesta cuando las acciones son dirigidas a otros componentes de los ecosistemas. Por ejemplo los organismos con que la fauna mantiene interacciones bióticas o los componentes del hábitat de los organismos referidos (Clement et al., 2021; Sugiyama et al., 2020;

Smith, 2011; Van Itterbeeck & van Huis, 2012). El manejo de éstos puede tener un efecto en la adecuación, los parámetros ecológicos, el fenotipo o el genotipo de la fauna deseada. Este gradiente continuo de interacciones humano- fauna ha sido rastreado a través de evidencias arqueológicas (Sugiyama et al., 2020; Zeder, 2006, 2015) y etnoecológicas (Romero-Bautista, 2020; Solís & Casas, 2019; Zarazúa-Carbajal et al., 2020, 2022). Estas estrategias también pueden involucrar acuerdos y regulaciones de las colectividades humanas sobre las técnicas y la magnitud de la extracción, las cuales pueden ser interpretadas como prácticas de conservación asociadas al aprovechamiento.

La conservación es un campo en el que convergen múltiples disciplinas de las ciencias sociales, naturales e ingenierías para la innovación tecnológica. Desde la biología de la conservación en particular, existen varias propuestas de manejo de fauna, las cuales suelen incluir una visión ecológica trans-escalar, enfatizando el monitoreo o manipulación de parámetros poblacionales y destacando la intencionalidad humana como motivación del manejo. Entre estas motivaciones se encuentran la subsistencia, la sustentabilidad en la cosecha o producción, la conservación de la diversidad genética y la obtención de un beneficio cultural o económico, entre otras (Mayor-Aparicio et al., 2007; Ojasti, 2000; Sánchez, 1999; Santos-Fita, 2013; Sinclair et al., 2006; Valdez & Ortega-Santos, 2019).

1.2. ¿Quiénes conducen el manejo?

Existen diversas perspectivas académicas y legales y una pluralidad de perspectivas populares no académicas sobre la definición de manejo. Algunas aproximaciones enfatizan las agendas científicas-académicas (Valdez & Ortega-Santos, 2019), mientras que otras resaltan en diferente medida a los usuarios de la biodiversidad pertenecientes a distintos grupos culturales como fundadores del manejo. Por ejemplo, Sánchez (1999) destaca el carácter empírico y adaptativo del cuerpo de conocimientos sobre manejo de fauna con origen en diferentes momentos de la historia y distintos contextos socio-culturales. A este, en los últimos 100 años se han ido incorporando conocimientos científicos occidentales y principios de la biología de la conservación. Desde otras perspectivas, se resaltan los procesos contemporáneos y dinámicos de manejo de la biodiversidad, incluyendo la fauna, desde genes hasta paisajes, con base en la experiencia de campesinos y pueblos originarios. Se reconoce que estos conducen estrategias de conservación de vida silvestre y de domesticación, con apertura a incorporar en ocasiones las visiones académicas surgidas desde la biología de la conservación. En conjunto, ambas visiones y estrategias se visualizan como acciones provisionales cuyos resultados son iterativamente revisados para efectuar ajustes a las actividades planeadas. Esta forma de manejo es denominada por

algunos autores como manejo adaptativo, y parte de reconocer la gran incertidumbre en el comportamiento de los ecosistemas ante las intervenciones planeadas (Casas et al., 2016; Folke, 2004; Holling, 1978; Holling & Sundstrom, 2015; Kates et al., 2001; Slocombe, 1998; Toledo et al., 2003).

El fundamento de estos procesos está vinculado a lo que desde una tradición de investigación occidental se ha denominado conocimiento ecológico “local o “tradicional” (CEL/CET), concepto para cuya definición no hay un consenso (Berkes, 2008; Bohensky & Maru, 2011; Davis & Ruddle, 2010; Ramos, 2018). Frecuentemente en la literatura se reconoce por las aproximaciones de Berkes (Davis & Ruddle, 2010) como un complejo de conocimiento adaptativo vinculado a prácticas, creencias, y a la cosmovisión en general, en relación con las interacciones entre humanos y su ambiente, transmitido socialmente (Berkes, 2008). Se puede plantear el CEL/CET como una expresión de la cosmovisión. Ésta puede entenderse como aquello que permite a un individuo o grupo humano percibir el universo que le rodea, interactuar con él y formarse una imagen estructurada de lo que existe; simultáneamente, se manifiesta en acciones y eventos empíricos (Espinosa, 2015; Good-Eshelman, 2015). También son expresiones de la cosmovisión los valores que los miembros de un grupo cultural otorgan a ciertos elementos de la biodiversidad y que se vinculan a la motivación del manejo.

Tomando en cuenta que puede existir una heterogeneidad de aproximaciones al manejo y al CEL/CET, nos planteamos indagar cómo se presentan estos conceptos en la literatura de manejo de fauna reciente.

1.3. La incorporación de diferentes cuerpos de conocimiento y estrategias de manejo

Con el objetivo de explorar las propuestas que existen en la literatura científica reciente, se analizó la literatura entre 2010 y 2021 sobre la articulación de distintos cuerpos de conocimiento ecológico (i.e. “tradicional/local” y “científico”) en el manejo de fauna. Asimismo, con base en la información revisada se elaboró una tipología de prácticas locales de manejo de fauna. Se llevó a cabo una investigación documental partiendo de las siguientes preguntas: 1. ¿cuáles son los principales ejes en los que se propone la vinculación de CEL/CET y conocimiento científico en el manejo de fauna?, 2. ¿cuáles son los enfoques de investigación usados para el análisis del manejo de fauna, que incorporan el manejo basado en CEL/CET y otros elementos de la cosmovisión de diferentes grupos culturales?, 3. ¿cuáles son los principales temas de manejo abordados en estos estudios?, 4. ¿cuáles prácticas de

aprovechamiento, conservación o restauración de fauna se reportan en estos trabajos?, ¿a qué escalas ocurren?, ¿qué factores las influyen?, ¿qué tan eficaces han sido para lograr su objetivo?

II. Metodología

Se llevó a cabo una búsqueda de publicaciones científicas disponibles entre enero de 2010 y octubre de 2021, en la colección núcleo (core collection) y la colección Scielo de la base de datos Web of Science (Clarivate Analytics, 2020), a través de la suscripción de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM (26 y 27 de Octubre de 2021). Se usaron las palabras clave “fauna” y “manejo” traducidas al inglés y las palabras clave “vida silvestre” y “manejo” traducidas al inglés. Se filtraron con las palabras conocimiento ecológico local, conocimiento local, conocimiento ecológico tradicional, conocimiento tradicional, conocimiento indígena, biocultural, etnozooloología, etnobiología, etnoecología. Se indicaron 3 instrucciones de búsqueda: 1) TS=fauna AND TS=management AND (TS=local ecological knowledge OR TS=local knowledge OR TS=traditional ecological knowledge OR TS=traditional knowledge OR TS= indigenous knowledge OR TS=biocultural); 2) TS=wildlife AND TS=management AND (TS=local ecological knowledge OR TS=local knowledge OR TS=traditional ecological knowledge OR TS= “indigenous knowledge” OR TS=biocultural) OR TS=ethnzoology OR TS=ethnoecology OR TS=ethnobiology); 3) TS=fauna AND TS=domestication AND (TS=local ecological knowledge OR TS=local knowledge OR TS=traditional ecological knowledge OR TS= "indigenous knowledge").

El contenido de los resúmenes de los 742 trabajos obtenidos en la búsqueda fue revisado manualmente con el fin de descartar aquellos trabajos que no estuvieran relacionados con el tema de esta investigación (e.g. trabajos de oceanografía, paleontología, ingeniería, genética, ecología o educación que no fueran explícitamente vinculantes con el manejo local de biodiversidad) y para evitar redundancia. Se excluyeron también los trabajos etnozoológicos que fueran únicamente de nomenclatura o de tipología de usos en los que no se reportara vinculación con la forma de obtención, conservación, regulaciones, restauración, ordenamiento territorial o alguna otra información sobre manejo. Así, fueron seleccionados 240 trabajos. El contenido de los resúmenes seleccionados fue codificado y categorizado mediante el software Atlas.ti 8 (2022), utilizando categorías emergentes en el análisis, para reportar los ejes en que se incorpora el CEL/CET al manejo desde la perspectiva adoptada en los trabajos (194 resúmenes incluyeron información al respecto).

Posteriormente, se llevó a cabo una lectura dirigida de 142 artículos para categorizar los enfoques de investigación, así como los conceptos de CEL/CET y manejo usados en ellos, las prácticas de manejo basadas en CEL/CET reportadas (independientemente de que se les denominara manejo o de otra manera) y los factores y condiciones que influyen sobre el manejo identificados. Se seleccionaron los artículos a analizar tomando como criterio que refirieran al CEL/CET y al manejo en el texto (110 citaron estos conceptos, y alrededor de 40 incluyeron sus definiciones) o que describieran las prácticas de manejo local (93 artículos incluyeron información al respecto). Se llevó a cabo un análisis de categorización e identificación de interacciones entre las mismas, utilizando categorías de manejo elegidas *a priori* (monitoreo, extracción, regulaciones, restauración y atención al conflicto humano-fauna) y aquellas que emergieron en el análisis. Además, se analizaron los sitios de estudio en relación con las entidades de adscripción de los autores de esta colección de literatura.

III. Resultados

3.1. Tendencias en el tiempo y áreas de investigación reportadas

El número de publicaciones disponibles en la colección núcleo de Web of Science ha incrementado en los últimos diez años, mientras que en la colección Scielo la tendencia al aumento es menos evidente (Figura 1A). La búsqueda arrojó 742 trabajos, principalmente artículos. Las áreas de investigación más frecuentes fueron ecología, conservación de la biodiversidad y ciencias ambientales, cada una representando al menos el 20% de los resultados. A partir de la lectura de resúmenes, fueron seleccionados 240 trabajos (17 de la colección Scielo y 224 de las colecciones núcleo), etiquetados en 30 áreas de investigación (Figura 1B).

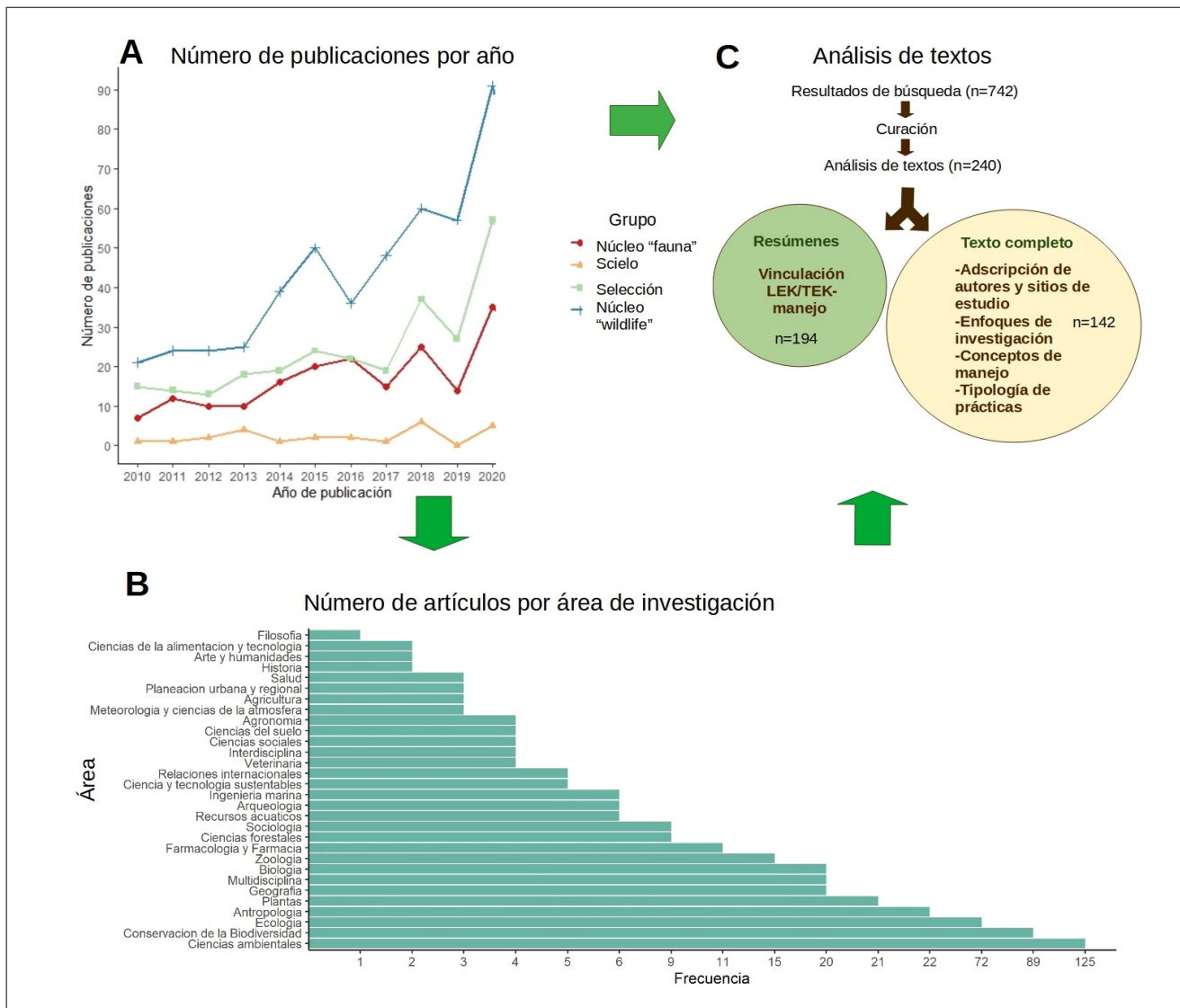


Figura 1. A) Número de publicaciones del 2010 a mediados de 2021. Las líneas muestran los resultados de las búsquedas realizadas. Verde con cuadros: Trabajos seleccionados a partir de la lectura de resúmenes (n=240). Azul con cruces: Manejo de vida silvestre en colecciones núcleo de Web of Science; Rojo con círculos: Manejo de fauna en colecciones núcleo de Web of Science; Naranja con triángulos: Manejo de fauna- vida silvestre en colecciones Scielo. B) Número de artículos etiquetados en cada área de investigación según categorías de Web of Science. Las ciencias ambientales, la conservación de la biodiversidad y la ecología son las etiquetas más frecuentes en los resúmenes revisados. C) Para el análisis de los ejes de vinculación CEL/CET con el manejo se utilizaron como textos 194 resúmenes; para el análisis de los enfoques de investigación, los conceptos de CEL/CET y de manejo, así como la construcción de la tipología de manejo se consultaron 142 artículos; 73 de ellos son comunes a ambas clasificaciones.

3.2. Ejes de vinculación CEL/CET- manejo

En los resúmenes de los trabajos científicos revisados se encontraron 11 diferentes categorías alrededor de cuatro ejes de vinculación CEL/CET- manejo (Figura 2).

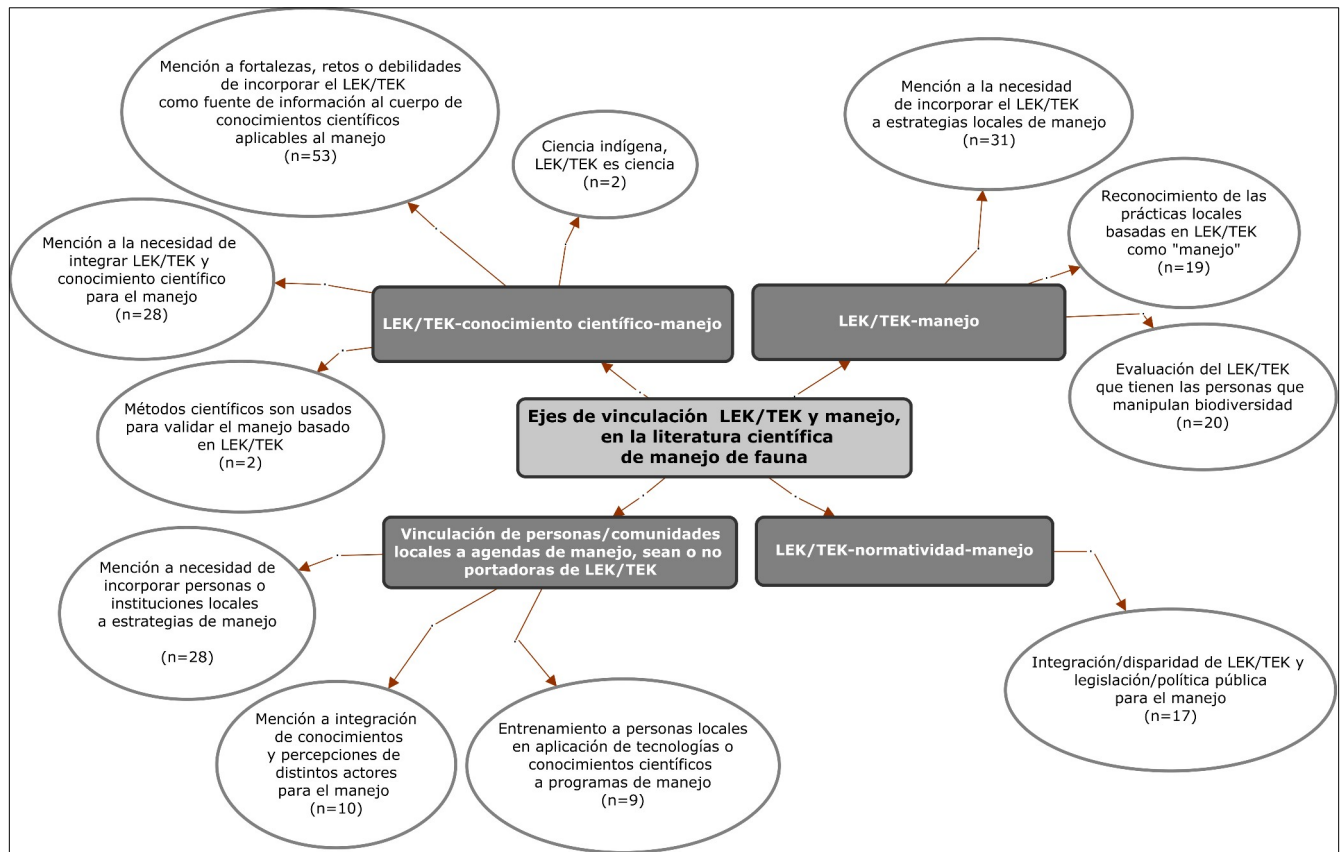


Figura 2. Ejes de vinculación entre manejo y CEL/CET identificados en 193 resúmenes. En tres de los ejes se vincula abiertamente el CEL/CET con el conocimiento científico, la normatividad y el manejo, o bien, se refiere la integración del CEL/CET al manejo, sin mencionar la ciencia o normatividad. En el cuarto eje se discute la vinculación de personas y comunidades locales, portadoras o no de CEL/CET a los procesos de manejo, en ocasiones mediante entrenamiento técnico o científico.

3.3. Países de adscripción de autores y sitios de estudio

El domicilio de los autores (de los 142 trabajos seleccionados para estudiar los enfoques de investigación y la tipología de manejo) corresponde a 47 países. El país reportado como domicilio en más publicaciones son los Estados Unidos de América (33), seguido de Brasil (31), Canadá (21) y México (20) (Figura 3, Tabla 1 Material Suplementario).

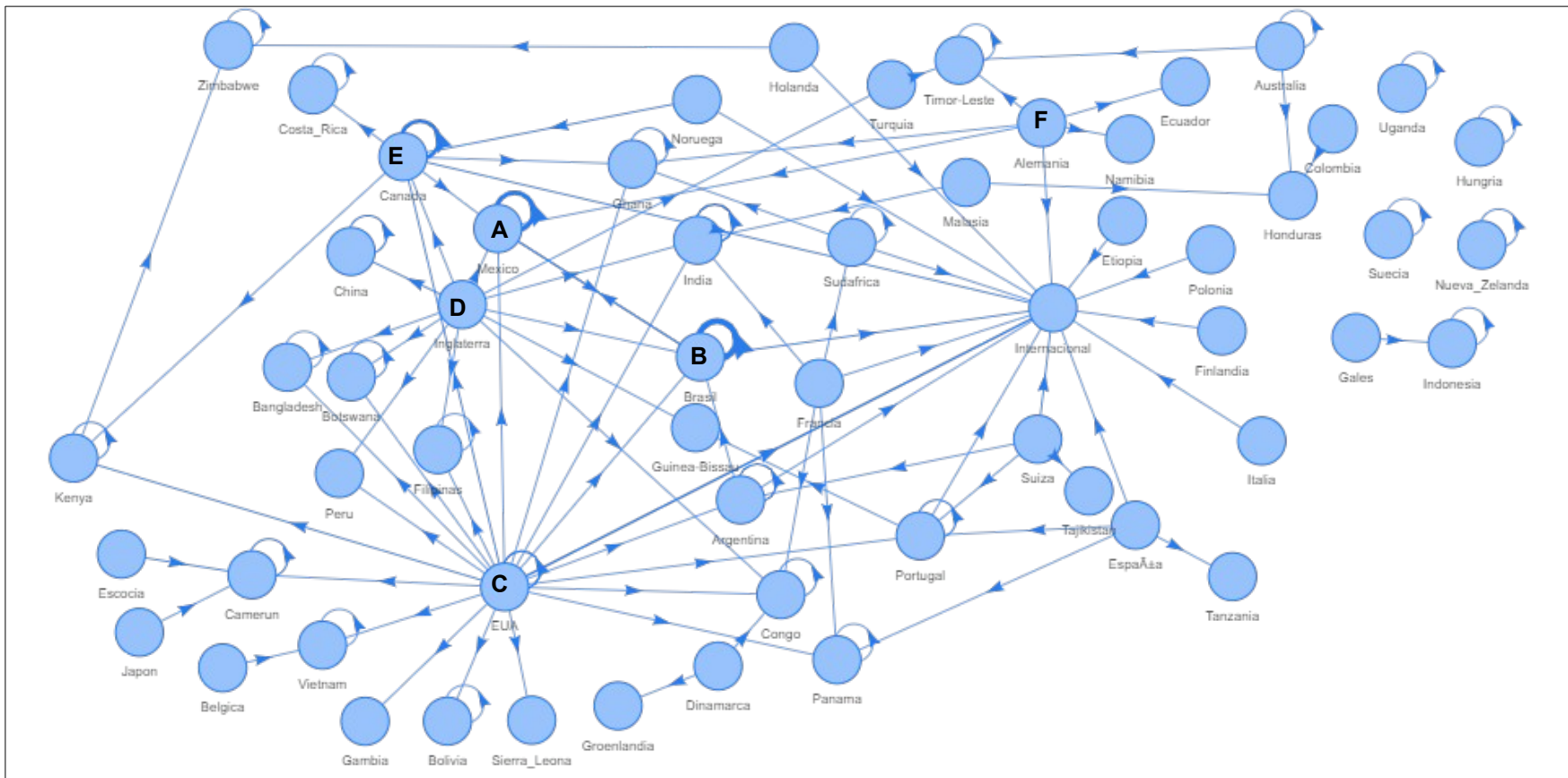


Figura 3. Red dirigida con pesos de los países reportados como domicilio de los autores y los países en que tienen su sitio de estudio de la colección de literatura revisada. El sentido de las flechas está dirigido hacia los sitios de estudio; los bucles indican que en el mismo país se encuentran los sitios de adscripción y de estudio de los autores. Tomando como ejemplo a México, vemos que autores con entidades de adscripción en México (A), tuvieron sus sitios de estudio tanto en México como en Brasil (B), mientras que en México estuvieron los sitios de estudio de autores cuya adscripción es Brasil, Estados Unidos de América (C), Inglaterra (D), Canadá (E) y Alemania (F). En este esquema, Dinamarca y Groenlandia aparecen como nodos distintos. Red construida con paquete visNetwork de Rsoftware (Almende, 2021).

3.4. ¿Cómo se caracterizan y vinculan el CEL/CET y el manejo de fauna?

En esta sección, la revisión se abocó a buscar en el texto de los artículos los conceptos utilizados en la colección de trabajos para referirse al CEL/CET y al “manejo”, aplicados al manejo de fauna en la literatura reciente.

3.4.1 CEL/CET y conceptos afines

Existe una alta diversidad de términos asociados al CEL/CET y un mismo término se define de distintas maneras. El autor más frecuentemente citado para hacer referencia al concepto de conocimiento ecológico tradicional o local es Fikret Berkes (Tabla 2, Material adicional).

Emergieron por un lado el uso de conocimiento ecológico “tradicional” y “local” como sinónimos (de Figueiredo & Barros, 2016; Pauli et al., 2012). Sin embargo, otros autores los diferencian, por ejemplo, según la presencia o ausencia de una identidad cultural compartida históricamente entre un grupo de personas (Aho & Meek, 2020; Early-Capistrán et al., 2020; Ljubicic et al. 2018b; Tomaselli et al., 2018b) o prefieren destacar la singularidad de los sistemas de conocimiento de cada grupo humano nombrándolos específicamente al referirse a ellos, por ejemplo, conocimiento “cree”, “koyukon”, “inuit”, “uqsuqtuurmiut” y “maorí”.

Hay trabajos que declaran los sistemas de conocimiento tradicional, local o indígena como ciencia (Alessa et al., 2016). Otros resaltan su base empírica (Ballejo et al., 2019; de Figueiredo & Barros 2016; Early-Capistrán et al., 2020; Flores-Manzanero et al., 2013; Fopa et al., 2020; Parry & Peres 2015; Pauli et al., 2012; Peacock et al., 2020; Pinto et al., 2015; Popp et al., 2018; Romero-Bautista et al., 2020; Singh et al., 2020; Vierros, 2017), mientras que otros incluyen además un componente de creencias (Leyva-Trinidad et al., 2020; Padilla & Kofinas, 2014; Ramos et al., 2018), ética (Henri et al., 2020; Weiss et al., 2013), un planteamiento relacional (Bhattacharyya & Slocombe, 2017; Negi et al., 2021; Thornton et al., 2015) o espiritual (Abreu et al., 2017; Alves & Souto, 2015; Ljubicic et al., 2018; Watson, 2013). De acuerdo con Ramos (2018), para denominar la “ciencia” y el CEL/CET de manera equitativa al ser citada en los textos, es mejor utilizar los términos “conocimiento ecológico occidental” y “conocimiento ecológico indígena” o bien “ciencia ecológica occidental” y

“ciencia ecológica indígena”; a lo largo de este trabajo se les denomina a ambos tipos de sistemas “conocimiento”.

En cuanto a la heterogeneidad de los cuerpos de conocimiento, el término “conocimiento híbrido” es utilizado por Pauli et al. (2012) para denominar la fusión de conocimientos tradicionales con conocimientos técnicos transmitidos por especialistas en ciertas disciplinas científicas o fuentes ajenas a la comunidad. Un concepto metodológico utilizado por Early-Capistrán et al. (2020) es el de “consenso biocultural”, el cual también refleja heterogeneidad en los cuerpos de conocimiento local que es considerado como un conjunto sinérgico, mayor que la suma de sus partes, que refleja los contenidos y tipos de conocimiento de diferentes actores o fuentes de información. El concepto “dos ojos viendo” es utilizado en literatura del conocimiento inuit para describir una situación en la que se adoptan las contribuciones de distintos tipos de conocimiento según la situación que se presenta (Popp et al., 2018) (Figura 4).

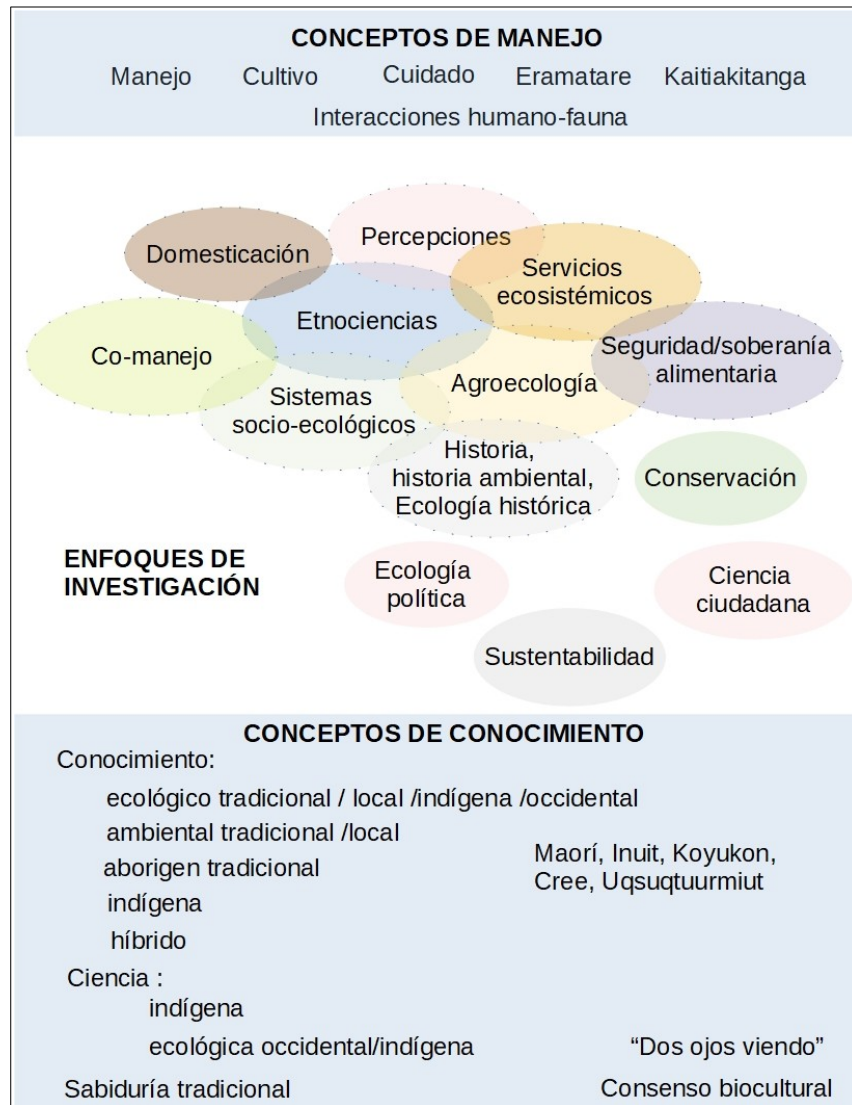


Figura 4. Conceptos de “manejo” y de CEL/CET reportados en la colección de trabajos revisada (n=142). Al centro se encuentran los enfoques de investigación según fueron establecidos por los autores. Sin embargo, cada uno de ellos involucra variaciones en los referentes conceptuales utilizados, que no están representadas en esta figura. Cuando los círculos entran en contacto se indica que más de una aproximación fue declarada en los trabajos; las Etnociencias fueron frecuentemente vinculadas con otras aproximaciones. Cultivo representa “cultivation” (página 40).

Desde la perspectiva de algunos autores, el conocimiento ecológico tradicional, en su carácter adaptativo, empírico, interpretativo, se reconoce como el fundamento del manejo y conservación que llevan a cabo las personas (e.g. Hockings et al., 2020; Fauchald et al., 2017; Flores-Manzanero et al., 2013; Solís y Casas, 2019; Zarazúa-Carbajal et al., 2020). Sin embargo, también se identificaron variaciones con respecto a aquello que se considera “manejo” y quiénes lo llevan a cabo.

3.4.2. Manejo, conceptos afines y vinculación con el CEL/CET

En una proporción relativamente alta de la literatura revisada se utiliza el concepto de interacciones humano-fauna para enmarcar prácticas diversas de los humanos que son dirigidas a la fauna. Los trabajos que utilizan el concepto de manejo, de manera general, resaltan la intencionalidad humana. Uno de estos propósitos puede ser el de buscar el control sobre las poblaciones de fauna o elementos de su hábitat (i.e. Dressel et al., 2018; Hernández-Silva et al., 2018; Solís & Casas, 2019). O bien responder a la incertidumbre bajo planteamientos relacionales o de parentesco con los animales (en inglés “kincentric”), en los que se reconoce también agencia en la fauna (Bhattacharyya & Slocombe, 2017; Thornton, 2015). Dichos propósitos pueden incluir interacciones incidentales o prácticas indirectas sobre componentes asociados. Es decir, acciones de dispersión o protección de elementos que es decir acciones sobre elementos de biodiversidad, que resultan en favorecer o limitar la presencia de la fauna. Aunque no tienen un origen por este interés deliberado, podrían implicar interacciones evolutivas (*sensu* Clement et al., 2021).

En torno al concepto de manejo emergen temas de conflicto y poder como el reclamo de autonomía y autoridad sobre los territorios por parte de los pueblos originarios (Ramos, 2018; Weiss et al., 2013) y el colonialismo que se ejerce por los actores involucrados en el manejo (por ejemplo el Estado, ONGs y/o académicos) en cuestiones tan cotidianas como elegir el lenguaje en que se realizan las reuniones para tomar acuerdos respecto al manejo (Ljubicic et al., 2018). Por otro lado, surge la pregunta de ¿quiénes se considera que llevan a cabo el manejo? La figura del “manejador” suele usarse para nombrar personas afiliadas a un esquema profesional de manejo (en el sentido de que están contratadas por el gobierno, una universidad o una ONG), que pueden pertenecer o no a la población local y que toman, o no, decisiones fundamentadas en CEL/CET. Sin embargo, es menos frecuente que

se use para nombrar a las personas de las poblaciones locales que toman las decisiones de manera autónoma o no están vinculados a dichos esquemas.

En síntesis, en la colección de artículos revisada se plantea una aparente contradicción que en realidad podría ser un problema semántico: Por un lado, puede ser un acto de invisibilizar “la intencionalidad” no denominar a las estrategias de las poblaciones locales/campesinas/indígenas como “manejo”, en contraste con las estrategias llevadas a cabo por especialistas en disciplinas científicas occidentales como la biología de la conservación (Thornton et al., 2015; Watson, 2013). Por otro lado, se han propuesto términos alternativos para designar las interacciones humano-fauna basadas en un código relacional. Por eso, es relevante explicar la palabra manejo en los textos que escribimos y qué dimensiones abarca, si es que la usamos.

A continuación, se discuten algunas de las aproximaciones al manejo, desde los distintos enfoques de investigación revisados. Se enfatizan las situaciones que se nombran bajo el término “manejo” en estos textos:

a) Etnociencias

Aunque algunos autores se refieren a las prácticas locales de manipulación de la biodiversidad como “manejo” (i.e. Castañeda-Guerrero et al., 2020; de Figueiredo & Barros, 2016; Pinto et al., 2015; Rocha et al., 2021; Romero-Bautista et al., 2020; Santos-Fita, 2018; Solís & Casas, 2019), únicamente en dos trabajos de etnociencias se presentaron explícitamente definiciones de manejo. Zarazúa-Carbajal et al., (2020) lo definen como las prácticas que involucran la toma de decisiones y transformaciones a múltiples escalas, con el fin de utilizar, mantener o recuperar elementos o procesos funcionales de los ecosistemas, citando a su vez a Casas et al. (2014). Por otro lado, Thornton et al. (2015) usan el concepto en inglés de “cultivation” en lugar de “management” (“manejo”), para referirse a cualquier esfuerzo consciente de crear condiciones específicas para establecer relaciones de beneficio con otro ser. Aunque se trata de la misma palabra, este concepto difiere del término “cultivation” utilizado en interacciones humano-plantas para hacer referencia al origen de la agroecología o crear las condiciones para el crecimiento de plantas útiles (Clement et al., 2021). Específicamente, Thornton et al. (2015) lo relacionan con una red moral-ecológica de mutualismo e interdependencia; dando cabida a un gradiente de interacciones (físicas, sociales e incluso espirituales) humano-fauna en respuesta a la incertidumbre.

Por otro lado, algunos autores hacen referencia a “prácticas” basadas en CEL/CET (i.e. Drumond et al., 2015) o a los conceptos “dimensión humana” (Lopes-Fernandes et al., 2018), “interacciones” y “relaciones” humano-fauna, para contextualizar prácticas como la cacería, la atención al conflicto o cuestiones como las percepciones y actitudes hacia la fauna, reservando el concepto de “manejo” para designar agendas de aprovechamiento y conservación que involucran participación académica o gubernamental (Alves et al., 2012, 2016; Alves & Souto, 2015; Arroyo-Quiroz et al., 2017; Ballejo et al., 2019; de Souza & Alves, 2014; Santos et al., 2020; Lopes-Fernandes et al., 2018).

b) Co-manejo

En este subconjunto de literatura, el manejo es definido en un sentido amplio como las decisiones relacionadas con la tierra y el uso de recursos que se hace con objetivos ambientales, sociales, culturales y económicos (Peacock et al., 2020). Sin embargo, Watson (2013) señala que existen diferentes escuelas de manejo, algunas enfocadas en la mayor producción de recursos mientras otras en parámetros como la sustentabilidad ecológica, equidad económica y diversidad cultural.

En el contexto del co-manejo, algunos autores hacen referencia al manejo basado en CEL/CET, conocimiento indígena (CI), conocimiento inuit (IQ) o conceptos afines (Tomaselli et al., 2018b; Clark & Slocombe, 2011; Padilla & Kofinas, 2014; Weiss et al., 2013). Watson (2013) señala que el “manejo” que llevan a cabo los pueblos originarios es viviendo un compromiso ético con otros seres, en este caso fauna, y dicha estructura no es visible para los biólogos y “manejadores” cuando hacen sus propios dictámenes de manejo. De manera distinta a esta perspectiva, Bhattacharyya y Slocombe (2017) especifican que cuando se trata de manipulaciones con base en CI, no se trata de manejo, sino de “cuidado” (caretaking). De acuerdo con estos autores, el cuidado implica un sentido de responsabilidad, en el que se asume la incertidumbre y no se pretende el control sobre los recursos. El cuidado está basado en un marco relacional, de reconocimiento de la agencia de la fauna (“kincentric”). Implica mantener una relación saludable, social y funcional entre humanos, animales y el hábitat, que involucra dar y tomar, en las maneras y tiempos apropiados. Finalmente, otros autores se refieren al manejo como un plan externo a las comunidades, al cual las comunidades humanas locales pueden involucrarse bajo el esquema de co-manejo (Clark et al., 2016; Henri et al., 2020; Ljubicic et al. 2018,

2018b; Lokken et al., 2019; Popp et al., 2018, 2020; Pinel & Pecos, 2012; Tomaselli et al. 2018; Watson, 2013).

El co-manejo es definido por Padilla y Kofinas (2014) como un sistema de gobernanza que combina el control del Estado con la toma de decisiones y responsabilidad local, descentralizada y que idealmente combina las fortalezas y mitiga las debilidades de ambos. Peacock et al. (2020) lo definen como el monitoreo y gobernanza colectiva de los recursos naturales con múltiples socios como el gobierno, los usuarios locales de los recursos y organizaciones Indígenas. El co-manejo es reconocido bajo figuras legales en países como Canadá y Australia, que son cuestionadas, ya que en la práctica se mantiene la disparidad en las relaciones de poder entre diferentes actores, por ejemplo, el Estado y los pueblos originarios (Ljubicic et al., 2018; Padilla & Kofinas, 2014; Pinel & Pecos, 2012; Watson, 2013, Weiss et al., 2013).

c) Agroecología

En la mayoría (6/7) de los trabajos incluidos en esta categoría se hace referencia al manejo por parte de los pueblos originarios o comunidades locales, como parte del complejo CEL/CET/CI (Harmon et al., 2021; Leyva-Trinidad et al., 2020; Noda et al., 2012; Pauli et al., 2012; Romero-Bautista et al., 2020; Singh et al., 2020). En uno de estos trabajos, acerca de los sistemas agro-pastoriles en los Himalayas de la India incluso se recupera el concepto de manejo para nombrar las estrategias de forrajeo de los ungulados (silvestres y domésticos) a fin de asegurar la disponibilidad de alimento en el año: los ungulados “manejan” su forraje, consumiendo únicamente ciertas partes de las plantas según la estación del año (Singh et al., 2020). En cambio, Propper et al. (2020) enmarcaron su estudio de percepciones de anfibios en agroecosistemas de arroz bajo los conceptos de interacciones “humano-fauna”, “humano-agroecosistema” y “vida silvestre-agricultura”, utilizando el concepto de “manejo” para referirse a la utilidad de los anfibios y en especial de anuros, para proveer el servicio de “manejo” de insectos que de otra manera se convertirían en plagas.

d) Sistemas socio-ecológicos

De 7 trabajos etiquetados en esta categoría, solo uno presentó una definición explícita, refiriéndose al manejo de vida silvestre como el proceso de lidiar con o controlar la vida silvestre con diferentes propósitos (Dressel et al., 2018). Algunos autores describieron a las prácticas locales basadas en

CEL/CET como manejo (Clark & Slocombe, 2011; Fauchald et al., 2017; Hockings et al., 2020), mientras otros discutieron el poder informativo de incorporar el CEL/CET (Early-Capistrán et al., 2020; van Vliet et al., 2018), o la ciencia indígena (Alessa et al., 2016) al monitoreo de sistemas socio-ecológicos, estableciendo colaboración entre comunidades locales, académicas y del Estado en el manejo. En este grupo se encuentra el ya citado trabajo de Bhattacharyya y Slocombe (2017), con un planteamiento relacional acerca del “manejo” que es llamado “cuidado”. Algunos autores plantearon las prácticas de cacería como un sistema socio-ecológico en sí mismo con la propiedad de resiliencia, que a su vez están inmersos en sistemas socio-ecológicos más amplios (Clark & Slocombe, 2011; van Vliet et al., 2018). Otros, sin embargo, dirigieron su análisis a las prácticas dirigidas a la fauna dentro de sistemas de subsistencia, las cuales, ante fenómenos externos, pueden involucrar mecanismos de transición de acciones basadas en la respuesta a la incertidumbre, hacia la búsqueda de control (Fauchald et al., 2017). Finalmente, otros analizaron las prácticas de extracción de fauna dentro de un sistema socio-ecológico definido a una escala ecológica más amplia, como puede ser un agroecosistema (Harmon et al., 2021).

e) Servicios ecosistémicos

En ninguno de los 8 trabajos catalogados con esta etiqueta se incluyó una definición formal de manejo. Sin embargo, en la mayoría de los trabajos las manipulaciones humanas sobre el ecosistema se vincularon a los sistemas “tradicionales” de uso y manejo (Everard et al., 2019; Machado et al., 2019; Ibarra et al., 2011; Vierros, 2017; Wezzel et al. 2021). Sin embargo, desde otras perspectivas, se reservó el término “manejo” para referirse a agendas de conservación propuestas por instituciones académicas, gubernamentales u organizaciones no gubernamentales que no pertenecen a las comunidades locales (Ballejo et al., 2019; Cuni-Sanchez et al., 2018; Delgado-Aguilar et al., 2017).

f) Seguridad y soberanía alimentaria

En estos trabajos está presente el manejo como parte de los sistemas alimentarios “tradicionales” (Ibarra et al., 2011; Leyva-Trinidad et al., 2020; Negi et al., 2021). Otros autores marcaron la importancia de integrar la perspectiva de los pobladores locales a las estrategias de manejo (González-Marín et al., 2017; Murungweni et al., 2014; Unsworth et al. 2014). Murungweni et al. (2014) utilizaron el concepto de “estrategias adaptativas” frente al cambio climático. En el trabajo de Aho y Meek (2020), estos autores describieron el manejo como un proceso que involucra múltiples acuerdos,

dinámicos en el tiempo, entre diferentes naciones, respecto al aprovechamiento y conservación de ballenas y osos en el Mar del Norte de Bering-Chukchi. Unsworth et al. (2014) resaltaron el “manejo basado en ecosistemas” como un enfoque integral, que abarca múltiples escalas del ecosistema e incluye los beneficios que los humanos obtienen de ellos y las perspectivas y conocimientos locales de las personas beneficiadas.

g) Historia, historia ambiental y ecología histórica

En este apartado hay dos trabajos en los cuales se presentaron definiciones de manejo. Por un lado, se presentó la definición de “Manejo de Ecosistemas” como una aproximación para sostener o restaurar los ecosistemas modernos, basados en factores humanos y ecológicos (Grumbine E. 1994 en Braje y Rick, 2013). Por otro, Ramos (2018) presentó una discusión elaborada de la historia del manejo de vida silvestre en Estados Unidos, en paralelo con la Ley Federal de Indios. Una de las definiciones que utilizó para describir las formas contemporáneas de manejo es la de Bolen y Robinson (2003, p.2 en Ramos, 2018) en la que se define al manejo de vida silvestre como la aplicación de conocimiento ecológico a las poblaciones de animales vertebrados y sus plantas y asociados en una manera que se encuentra el balance entre las necesidades de esas poblaciones y las necesidades de las personas. Agatha (2016) no definió al manejo, pero destacó su base local e histórica, como parte de la sabiduría tradicional. Rubio-Cisneros et al. (2016) tampoco lo definieron, pero lo utilizaron para denominar a los planes de las áreas naturales protegidas y el diario oficial de la federación y denominó “manejadores” a las personas relacionadas con dichas agendas.

h) Domesticación y gradiente continuo de interacciones humano-fauna

En esta categoría se encuentran trabajos de arqueología y etnociencias. Desde la arqueología el manejo se refiere a la manipulación de poblaciones de animales u otros elementos y procesos del ecosistema con los que mantienen interacciones, en distintas escalas (Sugiyama et al., 2020). Esta definición es similar a la de los trabajos de Casas et al. 2014.

i) Sustentabilidad

Hernández-Silva et al. (2018) analizaron el manejo de fauna con énfasis en México, como un complejo diversificado de acciones o decisiones sobre la fauna silvestre, en condiciones silvestres o en cautiverio, con objetivos de conservación, control, aprovechamiento sustentable y reproducción.

Destacaron que el manejo involucra múltiples actores, perspectivas y tipologías. Desde otro enfoque, Santos-Fita (2018) señaló la incompatibilidad entre el manejo basado en CEL/CET/CI y la legislación mexicana, específicamente en torno a la figura de UMA (Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre). Las UMAs son fomentadas por las autoridades, con fines de conservación, para aliviar la presión de demanda sobre presas de cacería silvestres. Sin embargo, su planteamiento y operación no suele considerar la cacería de subsistencia como una práctica deseable. No se comprende su significado cultural ni tampoco las regulaciones comunitarias asociadas. Por lo tanto, recomienda revisar los planteamientos de las UMAs para que den cabida a las múltiples formas del manejo local de fauna en distintas regiones del país. Por otro lado, Petriello y Stronza (2019) destacaron la cacería como una práctica multicultural, que es a la vez un problema y una solución para la conservación, pero no se refieren a esta práctica como manejo.

j) Conservación

Para Western et al. (2020) el concepto masái de “Eramatare” es un marco ético que abarca gobernanza, uso, manejo e interconecta todas las cuestiones relevantes al mantenimiento en buen estado de los recursos comunes. Esto incluye el bienestar de las familias, la productividad de los rebaños e incluso los patrones de lluvia que afectan la disponibilidad de forraje. En un caso de estudio acerca de las normas locales para la protección de las tortugas marinas en Ghana, se planteó como punto de partida que, previo a la influencia europea en África, muchas comunidades tenían ya sistemas altamente estructurados de manejo (Alexander et al., 2017). Estos sistemas les permitían conservar la fauna y los recursos en general, enfocados en asegurar el bienestar común y no la preservación de la vida silvestre *per-se* (Alexander et al., 2017).

k) Estudio de las percepciones

El estudio de las percepciones es abordado por trabajos que se encuentran también catalogados dentro de las etnociencias y los servicios ecosistémicos. Sin embargo, uno de los trabajos en el área de manejo pesquero está contextualizado únicamente en el estudio de las percepciones. En éste se reconoció el manejo basado en CEL/CET, específicamente en el concepto maorí de “kaitiakitanga”, es decir los principios de administración del medio ambiente (McCarthy et al., 2014). En este texto se comparó que los métodos basados en CEL/CET/CI para determinar el stock de las pesquerías ofrecen información acerca de la abundancia, distribución y salud de las especies, así como una visión holística y

ecosistémica del ambiente marino; en contraste con el manejo pesquero convencional, tal como se lleva a la práctica, que determina los atributos de cada especie por separado.

3.5. ¿Cuáles prácticas de manejo se reportan y qué factores las afectan?

Esta sección está dirigida a desarrollar la idea de que existe una alta diversidad de prácticas humanas dirigidas a la fauna (manifestaciones de manejo) en cuanto a grupos taxonómicos y culturales. Éstas implican cierto grado de manipulación por parte de las personas hacia los animales y/u otros elementos del sistema socio-ecológico vinculados con la fauna. Pueden involucrar extracción, regulación, conservación, procesos de crianza e incluso de domesticación. Pueden analizarse bajo la perspectiva de un gradiente continuo de interacciones humano-fauna que se reconfiguran bajo condiciones determinadas. Además, ocurren bajo marcos éticos diversos.

3.5.1. Escalas del manejo

Las decisiones y acciones de manejo en esta colección de literatura tienen lugar dentro del dominio de lo tangible como de lo intangible, incorporando múltiples dimensiones y escalas (Figura 5).

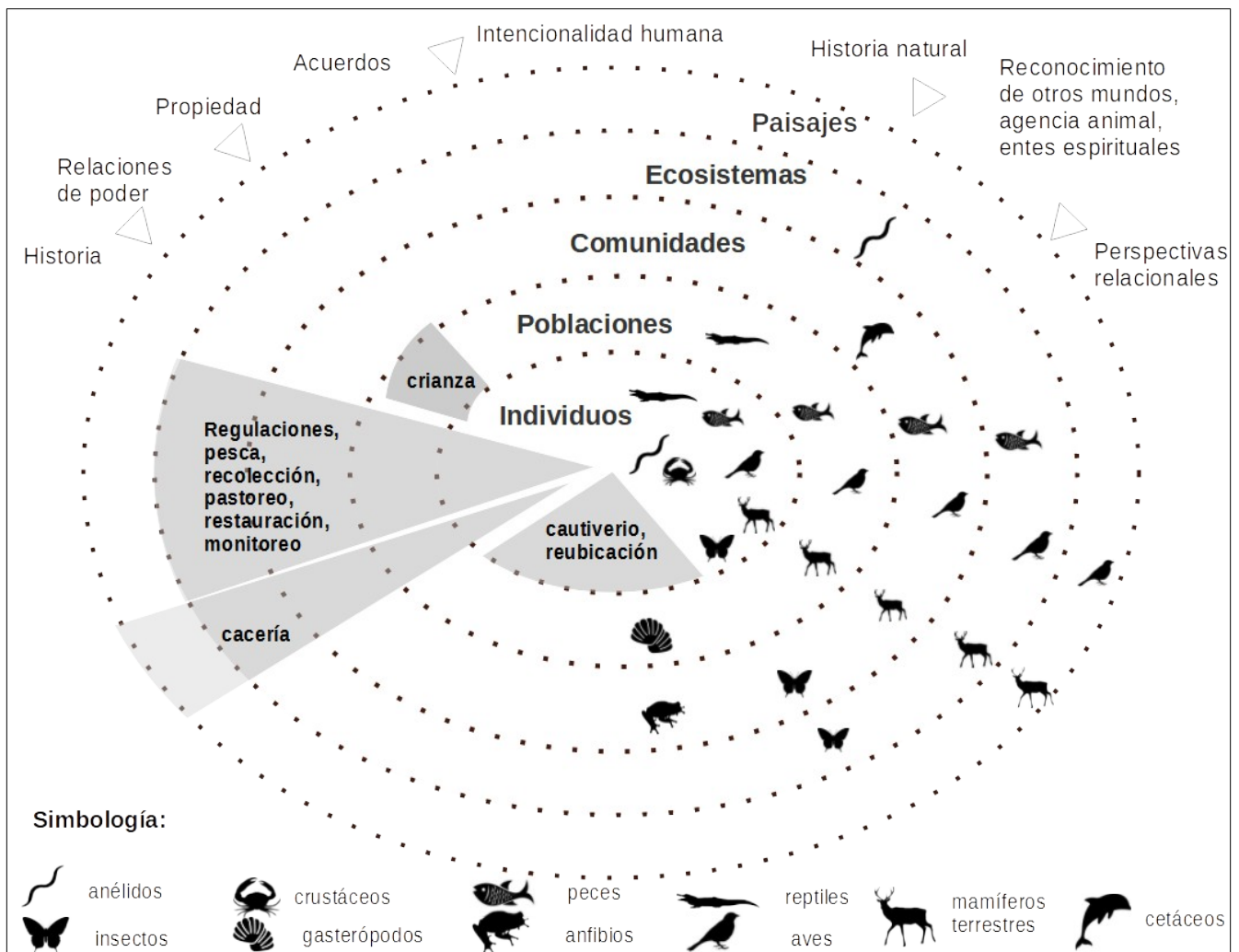


Figura 5. Las acciones y decisiones de “manejo” (incluyendo el cultivo y los cuidados basados en interacciones relacionales) se llevan a cabo por las personas y sociedades humanas, tomando en cuenta múltiples dimensiones y escalas vinculadas, que se reconfiguran entre sí. La escala de “genes”, menor que el individuo, no está representada en la literatura consultada. Se muestran diferentes grupos de animales para los cuáles se reportan prácticas de manejo en las escalas ecológicas especificadas, en la literatura revisada. Los detalles se especifican en el texto.

Las interacciones humano-fauna de “manejo” pueden abarcar elementos y procesos a diferentes escalas ecológicas. En la literatura revisada se encontraron evidencias de la manipulación de individuos, poblaciones, comunidades y ecosistemas. La manipulación del flujo de materia y energía entre diferentes niveles del ecosistema ocurre en el manejo del fuego y modificación de las corrientes

de agua. Sin embargo, el único trabajo que incluye una perspectiva que hace explícito el análisis de los procesos ecosistémicos y su impacto en las comunidades ecológicas es la revisión de Seid et al. (2016) acerca del efecto de las prácticas de pastoreo tradicionales en los servicios ambientales. Entre ellas destaca la influencia de los “bomas” (enrejados de espinas que se usan para guardar el ganado durante la noche en lugares como Kenya) en la reincorporación de nutrientes a espacios que pueden mantener una alta biodiversidad de vegetación y atraer a comunidades de herbívoros en Kenya (Tabla 4).

Tabla 4. Ejemplos de prácticas de manejo de fauna a diferentes escalas ecológicas, en la literatura consultada

Prácticas de manejo	Referencias
INDIVIDUOS	
Individuos son mantenidos en cautiverio temporal y no se reproducen en Brasil, Panamá y México.	Alves et al., 2016; Solís & Casas, 2019; Sugiyama et al., 2020
Reubicación en vida silvestre de individuos o conjuntos de individuos que forman parte de una población local pero no su totalidad (pequeños grupos de lepidópteros inmaduros en México, colonias de murciélagos en Argentina, huevos, crías o adultos reproductivos de peces en Canadá) con fines de aprovechamiento o prevención de conflictos.	Castilla et al., 2020; Thornton et al., 2015; Zarazúa-Carbajal et al., 2020
Observaciones del comportamiento y fenotipo de individuos influye sobre la selección de forrajes para ganado en Kenya.	Jandreau & Berkes, 2016
Vertebrados silvestres se habitúan al manejo humano del paisaje al consumir plantas cultivadas como el maíz en América. Estas son aprovechadas como presas de cacería y algunas se someten a cautiverio o posible crianza.	Sugiyama et al., 2020
Fauna silvestre es extraída alrededor del mundo de ambientes acuáticos y terrestres. No se reporta en la literatura si esta extracción ejerce una presión de selección sobre estas poblaciones y de qué tipo.	-
Animales domésticos son mantenidos y reproducidos por múltiples generaciones en cautiverio o semi-cautiverio (i.e. pastoreo semi-estabulado) alrededor del mundo. En los trabajos revisados no se profundiza en los criterios de selección de fauna aplicados.	Jini et al., 2015
Monitoreo del fenotipo de ungulados informan acerca de la salud de los animales y el riesgo de consumirlos para la salud humana, en Alberta, Canadá.	Parlee et al., 2021
POBLACIONES	
Lagartijas son sujetas a cacería y posteriormente a crianza multigeneracional <i>ex situ</i> en Vietnam, con abastecimiento constante de pie de cría procedente de	Rochette et al., 2015

lagartijas silvestres.

Las restricciones a la extracción o consumo como alimento operan sobre el reconocimiento de atributos poblacionales en localidades de México, Brasil, Canadá y Nueva Zelanda. Por ejemplo la estructura de edades, el calendario reproductivo y la abundancia, así como las migraciones estacionales.

Batista-Santos, 2020; de Souza & Alves, 2014; Lyver et al., 2015; Parlee et al., 2021; Solís & Casas, 2019; Tomaselli et al., 2018b

COMUNIDADES

Los organismos con los cuales los animales mantienen interacciones bióticas, son sujetos a decisiones/acciones para procurar la fauna. Por ejemplo: los patos silvestres que depredan huevos de peces que ya se encuentran en mal estado son tolerados en lugar de cazados en Canadá; los árboles hospederos de lepidópteros silvestres comestibles son tolerados en localidades del Valle de Tehuacán, México; los árboles en los que perchan psitácidos silvestres valorados en China son cuidados; las plantas frutales que ofrecen recursos alimenticios a mamíferos son plantados para atraerlos como presas de Cacería en Costa Rica; en la pesca cooperativa humano-delfín en Brasil se aprovecha el comportamiento y la posición trófica de este cetáceo como depredador; con el fin de prevenir conflictos con los *Cathartes aura*, que son depredadores y carroñeros se hace un manejo de restos de ganado doméstico y se protegen a los becerros recién nacidos, entre otras acciones, en Argentina y Bolivia.

Ballejo et al., 2019; Machado et al., 2019; Thornton et al., 2015; Solís & Casas, 2019; Su et al., 2020; Sylvester & Segura, 2016; Zarazúa-Carbajal et al., 2020

El confinamiento temporal de los mithuns (*Bos frontalis*) en el sistema Lura, en los Himalayas Centrales de la India, incluye un ordenamiento para evitar la transmisión de zoonosis y también prevenir la depredación de plantas aprovechadas por las personas.

Jini et al., 2015

La fauna que mantiene interacciones bióticas que facilita o perjudica a otros elementos de interés es considerada en el manejo. Por ejemplo: las aves silvestres y murciélagos son atraídos con perchas en Veracruz, México, debido a su papel en la dispersión de semillas de plantas deseables; con el fin de controlar las poblaciones de insectos o plantas indeseables en los cultivos, animales domésticos (perros, gatos, gallinas, guajolotes) son mantenidos en las casas y cultivos en localidades totonacas de la Sierra Norte de Puebla, México.

Castañeda-Guerrero et al., 2020; Leyva-Trinidad et al., 2020

Animales domésticos son mantenidos en vida libre, algunos establecen poblaciones ferales que mantienen interacciones bióticas con otros elementos de la comunidad.

Bhattacharyya & Slocombe, 2017

Destinar bosques o fragmentos para la protección de conjuntos de poblaciones de animales, plantas y otros seres, en la India.

Negi, 2014

ECOSISTEMAS

Los “bomas”, encierros construidos con ramas espinosas por los masái en

Seid et al., 2016

Kenya para el pastoreo, resultan, después de ser abandonados, en “hotspots” con alto contenido en nutrientes y biomasa, que influyen en el movimiento de grandes herbívoros silvestres.	
Las milpas y unidades de vegetación secundaria cuya preparación y manejo incluye la manipulación del suelo, el fuego y en ocasiones del agua funcionan como un espacio de cacería y recolección en localidades de México y Centroamérica.	Ibarra et al., 2011; Leyva-Trinidad et al. 2020; Sugiyama et al. 2020
La recolección del gusano gigante <i>Rhinodrilus alatus</i> involucra el uso del fuego en Minas Gerais, Brasil.	Drumond et al., 2015
El cuidado sobre peces involucra manipulación de las corrientes del agua, por ejemplo desviar su curso o construir pequeñas represas.	Thornton et al., 2015
Monitoreo de la calidad del habitat incluyendo elementos bióticos y abióticos, ya que es considerado un indicador para consumir o no carne de ungulados en Canadá.	Parlee et al., 2021
La restauración del agroecosistema loi’i en Hawaii involucra manejo de bosques y llanuras aluviales para convertirlos en campos inundados de cultivos de vegetales como el taro (<i>Colocasia esculenta</i>), de peces y de aves, con efectos en la expansión del hábitat de aves acuáticas.	Harmon et al., 2021

Estas interacciones también abarcan procesos de gobernanza, generación y transmisión de conocimientos y en general expresiones de la cosmovisión. Ocurren a distintas escalas sociales, desde el individuo, la unidad familiar, las agrupaciones de amistad, de gremio (i.e. cazadores), la comunidad local, un conjunto de comunidades que habitan una misma región, las interacciones de estas comunidades con el Estado y los acuerdos entre distintas naciones.

Las interacciones de “manejo” entre humanos y fauna pueden involucrar interacciones con elementos que existen en otros planos de la vida, otros mundos que son reconocidos por las personas. En este mundo ciertos elementos tienen una identidad y una posición ecológica determinada, que se reconoce como distinta en otros mundos. Por ejemplo, para los bribri en Costa Rica, algunas plantas cultivadas, en otros mundos son animales, por lo tanto, el manejo agrícola en este mundo debe ser respetuoso tanto para la identidad de planta como para la identidad animal correspondiente (Sylvester & Segura, 2016). El reconocimiento de estos mundos espirituales, además, está relacionado con las regulaciones.

Todas estas dimensiones y escalas están vinculadas entre sí. El paso de acciones individuales a acciones de un grupo social mayor, por ejemplo, por medio de la transmisión de conocimiento o cierta

cosmovisión compartida, puede determinar también el paso de acciones sobre unos pocos ejemplares de fauna a un resultado observable a nivel poblacional. Un suceso histórico puede desencadenar una alteración en esta cosmovisión o mecanismos de transmisión de saberes, llegando a tener consecuencias graduales o abruptas a diferentes escalas ecológicas.

3.5.2. Regulaciones

Vinculadas a las prácticas de manejo se encuentran regulaciones de distinta índole. Se suelen reconocer entidades divinas que son de alguna manera los “dueños” o “responsables” de los animales silvestres, que inducen un código de ética y a quienes se debe solicitar autorización para la extracción. Esto ocurre con el “Dualök”, ente reconocido por los bribri en Costa Rica (Sylvester & Segura, 2016), “Coumadre Florzinha” en los remanentes del Bosque Atlántico de Brasil (de Souza & Alves, 2014), “Mãe-da-Mata” en Brasil (Batista-Santos, 2020), “Anhanga” en Pará, Brasil (de Figueiredo & Barros 2016), el Dueño del Monte en Yucatán (Oliva et al., 2014) y el “dueño del venado” y los “chaneques”, que se encargan de cuidar y curar al venado en Oaxaca, México (Flores-Manzanero et al., 2013). Sin embargo, también se documenta que la práctica de solicitud de permisos a estas autoridades ha caído en desuso, como es el caso de comunidades wichi en Argentina (Camino et al., 2018).

Los tabúes también juegan parte en estas regulaciones. Se considera que un cazador atraerá la mala suerte si mata un puerco-espín (*Coendou baturitensis*) en Brasil (Alves et al., 2016) o un gibón (*Hoolock tianxing*) en China, entre otros factores porque se considera una deidad (Zhang et al., 2020). En la cacería de *Odocoileus virginianus* en México, se reconoce la figura del “mal aire” en caso de mal comportamiento por parte del cazador (García-Flores et al., 2020b). También opera como tabú el reconocimiento de vínculos de identidad compartida entre el animal y el humano, por ejemplo, entre el gibón y el humano (Zhang et al., 2020) o el caribú (*Rangifer tarandus*) y el humano (Wray & Parlee, 2012). En Ghana, Alexander et al. (2017) documentaron que los tabúes actúan como normas transmitidas por tradición oral, que determinan en gran medida las acciones de las personas respecto a evitar dañar o consumir tortugas. Sin embargo, esto también se ha ido modificando por los cambios culturales en la región, por ejemplo, la migración de personas pertenecientes a otros grupos culturales.

Las acciones dirigidas a un animal son influidas también por la interpretación del comportamiento de la fauna. El avistamiento del leopardo de las nieves es interpretado como un aviso para abandonar la cacería de los ibex (*Capra ibex*) (Shokirov & Backhaus, 2020). Reconocer el comportamiento del gibón como señal de cambios en el tiempo (Zhang et al., 2020) evita que sea cazado, mientras que los cuidados de psitácidos en China (Su et al., 2020) se derivan de la percepción de que son indicadores de desastres naturales. Además al no alimentarse de cultivos y beber agua del río se considera a estos animales “inteligentes”. Como consecuencia de esta percepción, los cuidados se aplican también a los árboles en los cuáles estos pericos hacen sus nidos. En algunos casos, se presentan de manera paralela vedas a la caza establecidas en la legislación Estatal u otro tipo de regulaciones locales como la exclusión de miembros de otras comunidades a la cacería (García-Flores et al., 2018).

En algunos casos se reconoce una ética del tomar y cuidar, al grado de que no practicar el aprovechamiento en absoluto es una ofensa, como en el caso del salmón (*Oncorhynchus* spp.) en Canadá (Thornton et al., 2015). Mientras que en otros casos, los mecanismos establecidos son exclusiones para todas las personas o únicamente para ciertos sectores de la sociedad (i.e. mujeres, estratos sociales), como lo es la protección de mamíferos en bosques sagrados en los Himalayas centrales de la India (Negi, 2014) y murciélagos en cuevas sagradas (Rocha et al., 2021). Estos mecanismos de protección se han visto vulnerados por la imposición de esquemas occidentales, como es el caso de Uganda (Agatha, 2016).

En otros casos, se aplica un sistema de cuotas, por ejemplo, en la cacería del ibex (*Capra ibex*) en Tajikistan, cuando un cazador llega a su presa número 100, se debe hacer una ceremonia de retiro temporal, pero cuando se alcanzan 1000 (equivalente a haber tomado una vida humana), el cazador debe retirarse por completo de la cacería, aunque pocos alcanzan esta cifra y la mayoría se retiran antes (Shokirov & Backhaus, 2020). Algo similar ocurre con la cacería del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en Los Petenes, Yucatán, México, donde la cacería del venado permite recuperar un “talismán”, que es la piedra del venado, y en torno a ella se establece un límite de presas (Oliva et al., 2014).

Otras regulaciones se relacionan con el reconocimiento de derechos sobre un territorio. Son los casos de la cacería en collpas (sitios donde los animales acuden a obtener minerales, llamados en

inglés “mineral licks”) en la selva peruana, y la extracción de peces en el norte de Canadá. En estos, las restricciones están relacionadas con el reconocimiento del territorio del que hace uso o está bajo la responsabilidad de determinada familia (Gilmore et al., 2020, Thornton et al., 2015).

Las regulaciones están también basadas en el reconocimiento de la historia natural de la fauna. Los calendarios reproductivos son un criterio para establecer vedas temporales a la extracción de mamíferos grandes como el capibara (Batista-Santos, 2020) o incluso medianos o pequeños, como los armadillos (de Souza & Alves, 2014) en Brasil. De manera similar, en el caso de San Lorenzo Pápalo, pueblo cuicateco en el Valle de Tehuacán, los cazadores reconocen los periodos reproductivos de las principales presas de cacería, principalmente mamíferos grandes o medianos (Solís & Casas, 2019). Sin embargo, mamíferos más pequeños como las ardillas y conejos se cazan durante todo el año; los lagartos, que también se consumen, suelen comerse unos pocos meses al año también y en general se reconocen acuerdos para regular el acceso a presas de cacería y recolección (Solís & Casas, 2019). La percepción de una baja abundancia, así como la identificación de juveniles también es un indicador de que no se debe cazar a los animales, en el caso del buey almizclero (*Ovibos moschatus*) en Canadá (Tomaselli et al., 2018b). Diferentes factores pueden afectar los acuerdos y regulaciones construidas por las comunidades tradicionales; por ejemplo, Agatha (2016) documentó que los sistemas de regulación basados en el conocimiento de la historia natural han sido colapsados por conflictos sociales relacionados con la colonización en Uganda.

Pueden existir diferencias intergeneracionales y entre diferentes grupos de personas acerca de la interpretación de las reglas de los sistemas de manejo tradicionales (Wray & Parlee, 2012). Por ejemplo, se ha documentado una transición en el manejo de las vedas a la cacería del caribú en el norte de Canadá, donde los ancianos reconocen bien a una hembra preñada y no la matan; sin embargo, las generaciones jóvenes, en el caso de matar a una hembra preñada, depositan el feto en la nieve como parte de un ritual, acción totalmente reprobada por los ancianos (Tomaselli et al., 2018b). Lyver et al. (2015) llevaron a cabo una evaluación ecológica de tres regulaciones locales-tradicionales para la colecta de polluelos de un ave (*Pterodroma gouldi*) en Nueva Zelanda. Las tres regulaciones, que resultaron en una cosecha sostenible fueron: la prohibición de recolectar individuos adultos, la prohibición de utilizar herramientas para extraer a los polluelos de sus madrigueras y la rotación de sitios de colecta.

Las regulaciones también aplican en el acceso a pastizales para pastoreo. En el caso de los Himalayas en la India (Singh et al., 2020), la asignación de tierras por escrito ayuda a minimizar conflictos; los pueblos tienen que organizarse para acceder a pasturas en diferentes niveles de altitud, a fin de que puedan satisfacer las necesidades de forraje de los rebaños de distintas especies. En Kenya y Tanzania, entre los masái, las decisiones acerca de la regulación de acceso a los pastos y de rotación de los rebaños son tomadas por un consejo local de ancianos, a fin de prevenir pérdidas por desorientación del ganado o depredación, así como el agotamiento de los forrajes (Jablonski et al., 2020).

Las regulaciones a la cacería del caribú (*Rangifer tarandus*) implican una ética del no desperdicio, del compartir la carne, del respeto al animal en todos sentidos, hasta de detenerse si están cruzando la carretera, nunca burlarse de ellos y no usar vehículos de motor para cazarlos (Wray & Parlee, 2012). De manera similar, en el caso de los bribri de Costa Rica, las regulaciones involucran el lenguaje usado, por ejemplo, no se dice “voy a cazar”, porque es considerado irrespetuoso; se dice en cambio “voy al monte”, o “voy a ir a buscar frijol” (Sylvester & Segura, 2016).

El conflicto entre las regulaciones locales y las regulaciones estatales, federales e internacionales es un tema que emergió de manera recurrente en la literatura consultada (Brackhane et al., 2019; Crow & Carney, 2012; Ibarra et al., 2011; Nielsen & Meilby, 2013; Ramos, 2018; Santos-Fita, 2018). Por ejemplo, Nielsen y Meilby (2013) lo abordaron en el ártico con el narval (*Monodon monoceros*), ilustrando que los esquemas de cacería cooperativa de subsistencia se ven vulnerados por el establecimiento de cuotas o por la negación de otorgar permisos de cacería a los ancianos, quienes son precisamente los que más saben acerca de cómo manejar este sistema.

3.6. Tipología de prácticas de manejo

Para la construcción de estas tipologías se integraron categorías *a priori* (aprovechamiento, conservación, restauración, ordenamiento, atención al conflicto humano-fauna) y las emergentes en el análisis. Con la revisión de la literatura hasta este punto, es posible establecer el manejo local como una perspectiva de las interacciones humano-fauna, que agrupa las interacciones guiadas por la intencionalidad humana, que cumple propósitos humanos deliberados. Entre estos se incluye el

aprovechamiento de elementos o procesos del ecosistema reconocidos por las personas (i.e. interacciones bióticas y los organismos involucrados), su monitoreo (i.e. ecológico, fisiológico o epidemiológico a distintas escalas). También se incluyen estrategias para su conservación (i.e. las cuales pueden incluir reglas y acuerdos, valores intrínsecos o relacionales, o estar fundamentadas en el monitoreo de indicadores concretos a distintas escalas), y estrategias para su restauración. Pero también se incluyen aquellas dirigidas a atender el conflicto humano-fauna. Involucra decisiones y acciones sobre el ecosistema a diferentes escalas espaciales que pueden o no influirse mutuamente (i.e. desde aquellos cuidados dirigidos puntualmente a un individuo hasta la manipulación de elementos a escalas de decenas de metros o kilómetros, como las quemas o inundaciones consecuencia de la manipulación de elementos abióticos). Asimismo, diferentes escalas temporales (i.e. desde horas hasta siglos). Este manejo local está fundamentado en el conocimiento y la cosmovisión humana. Simultáneamente es una manifestación de la cosmovisión y como tal presenta coherencia y variaciones al interior de un grupo social. Puede presentar diferentes grados de consenso entre diversas ontologías, epistemologías y metodologías presentes a nivel local; puede o no incluir el reconocimiento de la agencia de otros organismos como los animales o bien, de entidades sobrenaturales. Asimismo, puede o no incorporar en diferente medida la transmisión de información y negociación con sociedades no locales (i.e. miembros de comunidades vecinas), o con personas y organizaciones consideradas “no locales” por los miembros de una comunidad pero que, sin embargo, están presentes (organizaciones académicas, de la sociedad civil, gobierno, medios de comunicación).

Las prácticas guiadas por la intencionalidad humana están motivadas por responder ante un conflicto con los componentes de la fauna. Asimismo, por la incertidumbre tanto de la disponibilidad de elementos para el abastecimiento, como de los procesos ecológicos y sociales relacionados con ésta y además con la incertidumbre del comportamiento del sistema socio-ecológico en general (i.e. condiciones climáticas, propiedades emergentes de la interacción entre sociedades y grupos de poder en conflicto que tiene repercusiones ambientales). Las personas pueden modificar las condiciones en que habitan (construcción de nicho), pero tales modificaciones son limitadas para ejercer control del socio-ecosistema en general, o bien ejercer dicho control simplemente no es de interés para las personas. Las prácticas de manejo pueden tener entre sí retroalimentación positiva o negativa, con efectos en la sustentabilidad de las prácticas y de los elementos y procesos involucrados, en la conservación de la

biodiversidad. Idealmente, en su conjunto el manejo es adaptativo y se corrige en función de estos dos parámetros.

A continuación se introduce un esquema general de interacciones entre categorías (Figura 6) .

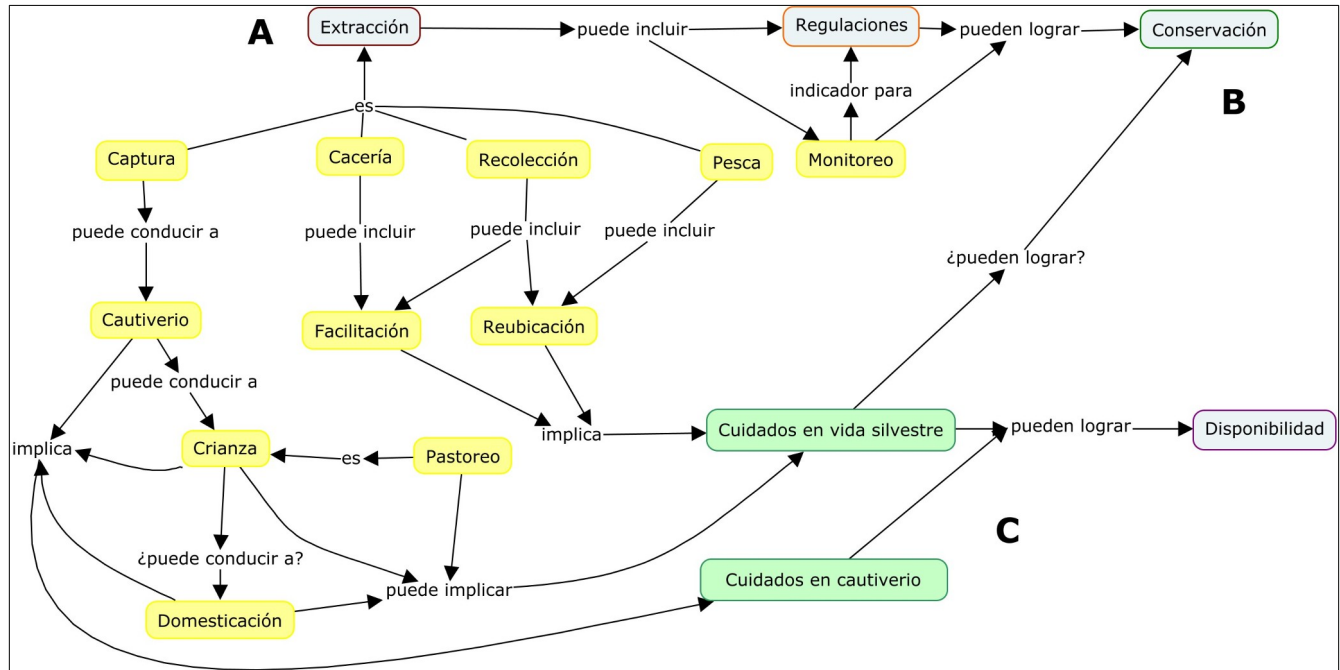


Figura 6. Tipología simplificada de manejo y conservación. Las flechas indican interacción entre categorías. Las cajas amarillas indican categorías de prácticas de manejo. Las prácticas extractivas (A) están vinculadas con la conservación (B) en la medida que el monitoreo de la biodiversidad y las regulaciones a su extracción sean tomados en cuenta. Las prácticas extractivas pueden involucrar a su vez técnicas que implican el cuidado de fauna en vida silvestre para asegurar su disponibilidad (C), así como las prácticas de crianza pueden implicar cuidados en cautiverio con el mismo objetivo. Podrían plantearse preguntas acerca de la contribución de estas técnicas para la conservación a largo plazo. En este esquema no está incluida la atención al conflicto humano fauna, sin embargo esta categoría tiene interacciones con todas las demás. A medida que las prácticas extractivas implican interacción en mayor medida con cuidados, monitoreo y regulaciones podríamos hablar de una mayor intensidad de manejo.

A continuación se narran las categorías de prácticas abordadas por la literatura siguiendo una tipología general, pero también se incluyen los temas en particular que fueron investigados en esta colección de literatura para cada una de ellas:

3.6.1 Cuidados en vida silvestre, facilitación, reubicación

Estas acciones pueden describirse como prácticas *in situ*, dirigidas a la fauna silvestre, con el motivo principal de procurar su presencia o disponibilidad, pero también de desalentarla. Thornton et al. (2015) reportaron la facilitación y cuidados en vida silvestre de salmones *Oncorhynchus* spp. en corrientes de agua en Canadá, con el fin de aumentar la abundancia y diversidad intraespecífica. Leyva-Trinidad et al. (2020) documentaron facilitación a través del establecimiento de perchas de madera, para atraer murciélagos y aves dispersoras de semillas de plantas comestibles en milpas en Veracruz, México. Su et al. (2020), documentaron la alimentación de psitácidos para favorecer su presencia en localidades de China, aunque desde un punto de vista ecológico fueron críticos de esta práctica. Esto es similar a la alimentación de aves en vida silvestre para favorecer su presencia en sistemas agroforestales en Tehuacán, México (Romero-Bautista et al., 2020). Sylvester y Segura (2016) documentaron la siembra de maíz y plantas frutales como algunas variedades de plátano (*Musa acuminata*) o palma (*Bactris gasipaes*) para atraer animales de cacería, como los mamíferos, en Costa Rica, práctica a la que llamaron “enriquecimiento”, similar al enriquecimiento con vegetación (no especificada) del hábitat del venado cola blanca (*O. virginianus*) para mantener sus poblaciones y aprovecharlo con fines cinegéticos y de subsistencia en Oaxaca (Flores-Manzanero et al., 2013). Por otro lado, la práctica de reubicación se reportó para prevenir un daño percibido, como en el caso de colonias de murciélagos en Tucumán, Argentina (Castilla et al., 2020), o bien, para facilitar su disponibilidad, como en el caso del salmón (Thornton et al., 2015) o de larvas de lepidópteros comestibles del género *Arsenura* sp. en la Sierra Negra de Puebla, México (Zarazúa-Carbajal et al., 2020).

3.6.2. Monitoreo

Es reportado con fines de aprovechamiento y de análisis de enfermedades en fauna silvestre. Flores-Manzanero et al. (2013) reportaron el monitoreo comunitario del venado cola blanca (*O. virginianus*) en Oaxaca, con fines de aprovechamiento, mientras que Popp et al. (2018) lo reportaron para el alce (*Alces alces*) en esquemas de co-manejo en Canadá. Tomaselli et al. (2018, 2018b) vincularon la

cacería de subsistencia con el monitoreo de abundancia, estado corporal y estado epidemiológico de fauna silvestre, en especial del buey almizclero (*Ovibos moschatus*) y caribú (*Rangifer tarandus*), alce (*Alces alces*) y venados (*O. virginianus* y *O. hemionus*) en Canadá.

3.6.4. Cacería

Esta categoría se aborda en al menos 50 trabajos. Se plantea como un complemento a la agricultura, la pesca, la recolección, la crianza de animales domésticos e incluso a las actividades comerciales. En la literatura de conservación se discute la cacería con fines comerciales o cinegéticos pero la selección de los trabajos en esta revisión se dirigió a la cacería de subsistencia y la de control de daños. En esta tipología se diferencian la cacería y la pesca de la captura, asumiendo de que en las dos primeras el animal pierde la vida, mientras que en la captura la intencionalidad es mantener al animal con vida, al menos temporalmente.

En los trabajos se describieron aspectos técnicos, sociales y rituales de la cacería, así como la localización en el espacio de esta actividad y también transiciones a la crianza u otras dinámicas de caza, ya sea por procesos adaptativos, de colapso o de habituación de la fauna a modificaciones del paisaje hechas por humanos. Un tema abordado para la cacería es la reconstrucción de líneas base de abundancia de la fauna, como sucede en el caso de la tortuga marina *Chelonia mydas* en Baja California (Early-Capistrán, 2020) y vertebrados en general en China (Zhang et al., 2020). El análisis de Petriello y Stronza (2019) fue dirigido a identificar los motivos y evaluaciones de la sustentabilidad de la cacería de grupos campesinos (que no se reconocen a sí mismos como pueblos originarios) en 17 países de América Latina. Encontraron entre las principales motivaciones para obtener cerca de 800 especies de animales la subsistencia, la obtención de un ingreso y fortalecer las interacciones sociales. Identificaron preferencias por la cacería de mamíferos, aves y reptiles que no están catalogadas en riesgo por la Unión Internacional por la Conservación de la Naturaleza (UICN) y destacaron la importancia de incluir a la participación campesina en la toma de decisiones de manejo.

Técnicas. La participación del perro en las cacerías es un elemento destacado ya sea en regiones tropicales como Brasil, México o Namibia, así como en Argentina o el Ártico (Alves et al., 2016, Barbosa et al., 2020; Batista-Santos et al., 2020; Camino et al., 2018; García-Flores et al., 2018; Ibarra et al., 2011; Wray & Parlee, 2012). Algunas técnicas se consideran rasgos culturales muy

específicos que no se comparten con otros grupos. Los trabajos etnocientíficos en Brasil narran detalladamente las técnicas empleadas (Alves et al., 2016; Batista-Santos et al., 2020; Barbosa et al., 2011; Barbosa-de Lima et al., 2021; de Figueiredo & Barros, 2016; de Souza & Alves, 2014; Noda et al., 2012; Valsecchi et al., 2014). Por ejemplo, en el nordeste de Brasil se describe una tipología de 15 diferentes técnicas de cacería dirigidas a 156 especies de vertebrados (Barbosa et al., 2020). Fernández-Ferreira et al. (2012), registraron para las aves de Ceará, Brasil al menos 10 técnicas de caza, mientras que en Zapotitlán Salinas, en el Valle de Tehuacán, México se reportó la resortera (Romero-Bautista et al., 2020). Un trabajo abordó diferentes técnicas de cacería tanto planeada como oportunista alrededor de las collpas reconocidas por los maijuna, en la selva peruana (Gilmore et al., 2020) y otro reportó las técnicas y principales motivos para la cacería de subsistencia de los pangolines en Camerún (Mouafo et al., 2021). Leyva-Trinidad et al. (2020) destacaron el papel de la milpa como un sistema en el que la cacería de vertebrados ocurre en diferentes momentos del año, favoreciendo la soberanía alimentaria en Veracruz, México.

Además de documentar las técnicas empleadas para diferentes vertebrados (García-Flores et al., 2018, 2020), la cacería se dimensiona como una actividad social o recreativa en el caso del venado cola blanca *O. virginianus* en Pitzotlan, México (García-Flores et al., 2020b).

Desde la arqueología, se discute la idea de un gradiente continuo de intensidad en las interacciones humano-fauna que tienen un componente de cacería en un paisaje manejado utilizando muestras de fauna de los últimos 8000 años en Panamá. A través del análisis de isótopos estables de los restos de 12 especies de vertebrados incluyendo venados, aves acuáticas, psitácidos, patos, felinos y mamíferos herbívoros, Sugiyama et al. (2020) discutieron que la dieta de estos animales estuvo basada en o complementada por cultivos como el maíz. De acuerdo con estos autores, esto implicaría la habituación de ciertos animales a las actividades humanas, como a la agricultura y al manejo de acahuals (vegetación secundaria), que facilitó para los humanos el acceso al consumo de esta carne (Sugiyama et al., 2020). De esta manera, la dieta de estos vertebrados fue utilizada como indicador del tipo de manejo de paisaje que se ha realizado en la zona en los últimos 8000 años.

Transiciones. La cacería de subsistencia puede transitar a cacería comercial para obtener un ingreso complementario (Tomaselli et al., 2018b). Un caso de transición de cacería a crianza fue

estudiado en Vietnam (Rochette et al., 2015). Durante la guerra con Estados Unidos, la gente se alimentó de lagartijas silvestres que eran obtenidas mediante cacería. Después de la guerra, una de ellas, conocida como lagarto mariposa gigante (*Leiolepis guttata*), se ha convertido en un artículo de lujo al que se atribuyen propiedades curativas. Gente de las comunidades ha comenzado a reproducirlas, en un proceso popular de transmisión de conocimientos acerca de la crianza a partir de sementales silvestres, que se ha ido consolidando y cuyo motor es alimentar la demanda y obtener un ingreso complementario. Por otro lado, Early-Capistrán et al. (2020) reportaron para la cacería de la tortuga marina *Chelonia mydas* transiciones en las herramientas utilizadas (de únicamente arpón a la incorporación de redes) y el cambio en la abundancia de las tortugas percibido por los pescadores. En el caso de la cacería del caribú (*R. tarandus*) Padilla y Kofinas (2014) distinguieron cuatro distintas etapas de co-manejo entre 1950 y 2009, en las cuales la articulación entre el CEL y conocimiento científico ha sucedido de diferente manera, cada una asociada a conflictos de distinta índole.

Algunos trabajos documentaron que, en respuesta a la escasez o disponibilidad, se modifican las presas de cacería, por ejemplo, entre el caribú (*R. tarandus*) y el buey almizclero (*Ovibos moschatus*) en Nunavut, Canadá (Tomaselli et al., 2018b), o bien, la cacería del bisonte (*Bison bison athabascae*) después de que este animal fue reintroducido en Yukón, Canadá, a pesar de que no era anteriormente una presa preferida (Clark et al., 2016).

En otros, se hace hincapié en las transiciones originadas por políticas públicas o programas de conservación. Por ejemplo, en Oaxaca, México, se documentó el impacto negativo de las regulaciones asociadas a un programa de pago por servicios ambientales sobre la soberanía alimentaria, ya que se ha restringido la extracción de animales con fines de subsistencia, actividad que junto con la pesca ha sido históricamente la principal fuente de proteína animal. Además, esto ha resultado en la disminución de la recolección de hongos, ya que esta práctica se lleva a cabo durante las expediciones de cacería (Ibarra et al., 2011). En regiones de Oaxaca, México y el Amazonas Boliviano, la narrativa de los trabajos destaca el carácter reciente de la transición de la cacería y pesca de animales silvestres hacia el consumo carne de animales domésticos (Van Holt et al., 2010, Ibarra et al., 2011).

En dos artículos, se relacionó la cacería con problemas epidemiológicos y la soberanía alimentaria (Parlee et al., 2021; Tomaselli et al., 2018b). Tomaselli et al. (2018b) estudiaron las

interacciones entre el buey almizclero (*Ovibos moschatus*) y las poblaciones humanas de Iqalukutiaq (Nunavut, Canadá) y encontraron que la información externa acerca de la posible presencia del gusano parásito *Umingmakstrongylus pallikuukens* en el buey almizclero era interpretado como una señal de riesgo en el consumo de su carne, a pesar de no ser de importancia médica para los humanos. De acuerdo con Parlee et al. (2021), la cacería de ungulados puede disminuir debido a la percepción de riesgo de sufrir enfermedad de desgaste crónico, causada por priones (chronic waste disease). Actúan como alerta tanto la información externa (vía TV, por ejemplo) como las señales interpretadas por pobladores locales como evidencia de salud o enfermedad de ungulados (*Alces alces*, *Odocoileus virginianus* y *Odocoileus hemionus*). Éstas incluyen atributos de la carne u órganos internos, comportamiento, estructura de edades y apariencia física (delgadez o calidad del pelo) e incluso características del hábitat.

3.6.5. Pesca

Alrededor de 10 trabajos describieron la pesca a pequeña escala en el mar, ríos o cuerpos lacustres. En algunos de ellos se detallaron las técnicas y herramientas utilizadas por ejemplo en Pernambuco (Santos & Alves, 2016), Bahía (Magalhaes et al., 2011), Matto Grosso (Arruda et al., 2018), y Amazonas Brasil (Noda et al., 2012). Otras se vincularon con la facilitación de la reproducción y reubicación de individuos, así como el manejo de corrientes de agua en Canadá (Thornton et al., 2015). Un trabajo abordó desde una perspectiva de servicios ecosistémicos la pesca facilitada por delfines, llamándole “pesca cooperativa humano-delfín” en el sistema de lagunas Santo-Antônio-Imaruí-Mirim, Brasil (Machado et al., 2019). Se mencionó la pesca como una actividad complementaria a la cacería y actividades agrícolas, la cual permite el acceso a proteína de las personas en el Amazonas boliviano (van Holt et al., 2010) y en Oaxaca, México (Ibarra et al., 2011). También se abordó desde una perspectiva del conflicto derivado de la pesca incidental de tortugas (Alexander et al., 2017).

3.6.6. Recolección-Captura

Cerca de 17 trabajos describen aspectos de recolección-captura de vertebrados, crustáceos, gasterópodos e insectos. Se reportaron algunas transiciones de recolección a crianza y viceversa y se analizaron los comportamientos de los animales interpretados como indicadores de la época de colecta, la manipulación de elementos abióticos y la organización social en torno a esta actividad.

Contreras-Cortés et al. (2020) documentaron el conocimiento y uso de abejas nativas sin aguijón en la zona maya de Nahá, Chiapas, México; discuten una transición de la meliponicultura en 2 especies a la extracción de miel, y la explica en parte por las políticas conservacionistas restrictivas. Crow y Carney (2012) criticaron, desde la ecología política, el deterioro de las poblaciones de ostras (*Crassostrea gasar*) y prácticas de recolección locales en Gambia, debido a la intervención de la WWF. De manera similar a lo que ocurre con la cacería, se ha destacado también el valor social de las actividades de recolección, como ocurre en el caso de la colecta de huevos del charran ártico (*Sterna paradisaea*) en Nunavut, Canadá, que son valorados como delicatessen y repartidos entre amigos y familiares, fortaleciendo relaciones humanas (Henri et al., 2020). La colecta de polluelos de loros (*Eupsittula nana*), grillos y chapulines se reportó en Veracruz (Leyva-Trinidad et al., 2020). La colecta manual de huevos y polluelos directamente del nido también ocurre en Zapotitlán Salinas, Tehuacán, México para llevar aves a cautiverio como animales de compañía (Romero-Bautista et al., 2020) y en Brasil (Batista-Santos et al., 2020; Teixeira et al., 2014), así como en el caso de los huevos de tortuga *C. mydas* en Baja California (Early-Capistrán et al., 2020). Solís y Casas (2019) abordaron en San Lorenzo Pápalo, Oaxaca, la recolección de las hormigas chicatanas (*Atta mexicana*), que son tomadas de la salida de su hormiguero cuando se observa que ésta se alarga; algunas personas inmediatamente las colocan en un balde con agua pero otras las mantienen vivas y las alimentan con hojas de aguacate hasta el momento en que las consumirán preparadas en salsa; además se colectan otros invertebrados como lepidópteros (*Arsenura armida*) de los troncos de los árboles (mismos que por ser los hospederos reciben cuidados) y la colecta oportunista de miel. Un trabajo sumamente interesante es el de Drumond et al. (2015) en Minas Gerais Brasil, en el que se documenta la colecta de la lombriz de tierra gigante *Rhinodrilus alatus*. En esta actividad intervienen factores de estacionalidad, conocimiento de historia natural acerca de cómo este animal construye su refugio bajo tierra, las características de sus heces; además, en las técnicas detalladamente relatadas, interviene la manipulación de fuego, lo que, en sinergia con el régimen de tenencia de la tierra, resulta en conflictos entre colectores y propietarios de los terrenos en los cuales se colecta. La colecta de este pequeño animal es motivada por su uso como anzuelo para otra práctica de manejo animal, que es la pesca.

Barbosa et al. (2020) describieron el uso de trampas cuando el objetivo es mantener vivos a los animales, principalmente aves canoras criadas o comercializadas como mascotas en el noreste de Brasil. De Souza y Alves (2014) reportaron que las iguanas (*Iguana iguana*) se capturan manualmente

para mantenerlas en los jardines de las casas como mascotas, mientras que los armadillos (*E. sexcinctus*, *D. septemcinctus*, *D. novemcinctus* y *D. prymnolopha*) son capturados para mantenerlos temporalmente en cautiverio con fines alimenticios en Paraíba, Brasil. También, en el contexto de la pesca, se reporta la captura manual de cangrejos (Magalhaes et al., 2011). La captura también ocurre con fines de control de daños, como el caso de las trampas tipo fosa para lobos que fueron usadas al menos hasta 1970 en Portugal y cuya construcción requiere el trabajo y organización comunal (Álvares et al., 2011); pueden ser pasivas e incluir cebos vivos como una cabra o un perro, pero también pueden involucrar un grupo de personas que persigan al lobo.

3.6.7. Cautiverio

La mirada sobre el cautiverio desde el punto de vista de este trabajo es si está vinculada al interés de lograr reproducir a los animales aplicando criterios de selección artificial o no. En la literatura consultada la proporción de los reportes de reproducción en cautiverio de fauna silvestre (1 trabajo) en relación con los de sus cautiverios temporales (8 trabajos) es relativamente baja. Por otro lado, la percepción de la historia natural puede determinar si un animal se caza con técnicas letales o se le da otro tratamiento. En el caso del armadillo de seis bandas (*Euphractus sexcinctus*) en Brasil, los individuos se mantienen en cautiverio por un tiempo antes de consumirlos, para evitar que coman restos de otros animales (Oliveira et al., 2017). Entre la fauna reportada como mantenida en cautiverio temporal en la caatinga de Brasil se encuentran además animales que son mantenidos como compañía como los venados *Mazama gouazoubira* y *Mazama americana*, los primates de la familia Cebidae, que pueden mantenerse en las casas de las personas sin estar sometidos a encierro, felinos como los *Leopardus wiedii* y *Leopardus pardalis*, el grisón (*Galictis cuja*), el coatí (*Nasua nasua*), y el mapache (*Procyon cancrivorus*) (Alves et al., 2016). Aves y mamíferos también han sido reportados como mantenidos en cautiverios temporales sin reproducción en localidades cuicatecas del Valle de Tehuacán (Solís & Casas, 2019). Incluso en los trabajos arqueológicos se discute el posible cautiverio de animales silvestres en Panamá, a partir de evidencias de dieta de isótopos estables (Sugiyama et al., 2020). En localidades totonacas de la Sierra Norte de Puebla (Castañeda-Guerrero et al., 2020) se mantienen cautiverios temporales de palomas torcazas, pericos australianos, chachalacas, ardilla, codorniz, faisán, gavián, perico cabeza blanca, un pichón e iguana.

3.6.8. Pastoreo

Estos trabajos (6) documentan fauna que ha sido domesticada pero no se mantiene estrictamente estabulada. En la región de los Himalayas centrales de la India, el sistema de manejo denominado “lura” consiste en el ordenamiento en el tiempo y espacio, incluyendo prácticas rituales, para mantener a los mithun (*Bos frontalis*) en lugares donde no se coman las plantas de interés y donde no se ponga en riesgo la salud animal ni la humana por la transmisión de zoonosis (Jini et al., 2015). En los trans-Himalayas, Singh et al. (2020) describieron el sistema de manejo de rebaños (cabras, ovejas, vacas, dzo, dzomo o cruza entre yak y vaca; yak y caballos, éstos dos últimos de libre pastoreo excepto en los inviernos) que es diferencial dependiendo de la especie. Los pobladores reconocen las preferencias de cada tipo de ganado por forrajear a cierta altitud. Además, la selección de áreas de forraje se ve influida por la disponibilidad de agua, la distancia del pueblo y la vulnerabilidad a los depredadores. La alimentación durante el otoño e invierno consistió en mezclas de plantas (silvestres o bajo algún sistema de manejo) preparadas para cada especie de animal. En Kenya, Jandreau y Berkes (2016) analizaron los criterios de selección de los pastos para actividades pastoriles de los masái mara y encontraron que tanto los atributos de la vegetación y del suelo, así como las observaciones del comportamiento de los animales (hasta de si usan la lengua o no para comer) y del fenotipo del ganado (incluso la calidad de la leche que producen) influyen sobre la selección de los pastos. Jablonski et al. (2020) analizaron el manejo masái de rebaños (ovejas, cabras y bovinos) desde la prevención de pérdidas por depredación. Las acciones incluyeron la asignación por a) género, de manera que a las niñas y mujeres se les asignan cabras y ovejas que pastorean más cerca de los “bomas”, mientras que a los niños y hombres se les asignan vacas, que pastorean más lejos de ellos; b) edad y experiencia, de manera que los pastores jóvenes deben trabajar junto con un anciano, para aprender a seleccionar áreas con forraje adecuado y mejorar sus prácticas; c) monitoreo comunitario de pastizales y opinión de un consejo de ancianos, para asegurar la duración del forraje a lo largo del año. Las áreas de manejo de ganado, además, sostienen también a herbívoros silvestres como las cebras, gacelas e incluso elefantes. Seid et al. (2016) analizaron cómo las estrategias de movilidad, pastoreo, encierros, reservas de forraje y uso del fuego basadas en CEL/CET contribuyen a la conservación de biodiversidad y al secuestro de carbono, utilizando el marco de los servicios ecosistémicos. Destacaron la figura de los “bomas” y su papel en la ecología de la sabana, ya que los bomas viejos mantienen una mayor biomasa y proporción de especies palatables en comparación con otros sitios y por esto influye en la distribución y movimiento de grandes herbívoros silvestres. Western et al. (2020) destacaron la dimensión social del

manejo pastoril pero también relacionaron este manejo con la conservación de biodiversidad en el mundo contemporáneo y analizaron los factores que afectan estas prácticas pastoriles, todo incluido en el marco ético masái “Eramatare”. Aunque el manejo de los rebaños de caribú (*R. tarandus*) existe e incluso se llegan a eliminar individuos con comportamiento que los identifica como “líderes” ante el resto del rebaño con el fin de facilitar el pastoreo (Padilla & Kofinas, 2014), en los trabajos revisados en esta colección, la práctica descrita para este animal es la cacería.

3.6.9. Cuidados de animales domésticos en esquemas flexibles de cautiverio

La literatura revisada no detalla los cuidados de animales domésticos. Esta fauna suele tener esquemas de manejo flexibles en el sentido de no mantener a los animales en un encierro total, sino en relativa libertad (Castañeda-Guerrero et al., 2020), manejando incluso poblaciones ferales, como sucede con los caballos en Canadá (Bhattacharyya & Slocombe, 2017).

3.6.10. Restauración

En estos análisis se proyecta la restauración con base en prácticas tradicionales dirigidas a la conservación de fauna y, por otro lado, se estudian las interacciones entre humano y fauna que ha sido reintroducida como parte de programas de conservación. Uno de los trabajos examina el papel del manejo agroecológico tradicional del sistema lo'i en Hawaii, que consiste en el manejo de tierras inundables para cultivar taro (*Colocasia esculenta*) y que provee un hábitat para aves acuáticas, peces e invertebrados. El análisis gira en torno a la cuestión de qué sucedería si esos sistemas agroecológicos se restauraran, utilizando criterios locales. Se concluye que se favorecería el hábitat para estas aves, entre ellas *Nycticorax nycticorax hoactli*, *Anas wyvilliana*, *Fulica alai*, *Gallinula galeata sandvicensis*, *Himantopus mexicanus knudseni* y *Branta sandvicensis* (Harmon et al., 2021). Otros trabajos dan seguimiento a las interacciones de los pobladores locales con poblaciones de fauna reintroducida, por ejemplo, la cacería del bisonte reintroducido en Yukón, Canadá (Clark et al., 2016) y a las actitudes de los pobladores de la península Ibérica respecto a la reintroducción del lince ibérico que es percibido como competencia en la cacería y depredador de ganado (Lopes-Fernandes et al., 2018) y el lobo en Italia, Hungría y Polonia (Anthony & Tarr, 2019; Stauder et al., 2020).

3.6.11. Prácticas de atención al conflicto humano-fauna

Los trabajos fueron filtrados para dar mayor énfasis a las prácticas locales/tradicionales. Se encuentran vinculadas todas las prácticas registradas (cacería, recolección, restauración/ reintroducción, cautiverios, pastoreo). En estos trabajos se documentan la depredación por la fauna silvestre, conflictos de poder entre distintos grupos sociales o a título personal y conflictos entre sistemas de saberes.

La prevención y los métodos que no implican un control letal de la fauna son reportados para varios grupos taxonómicos y situaciones. Sin embargo, es frecuente que ocurran de manera simultánea con el control letal. En el caso del pastoreo, Jablonski et al. (2020) documentaron que, para prevenir la pérdida de animales por depredadores, los masái en Kenya-Tanzania tienen todo un sistema integral de manejo de rebaños. Éste incluye la responsabilidad individual del pastor hasta los mecanismos de transmisión intergeneracional de conocimiento de buenas prácticas, que es a la vez permitido por una dinámica social y comprende además la práctica de rituales para facilitar la búsqueda en caso de que un animal del rebaño se pierda. Una vez que se ha perdido, la identificación de rastros es importante, pero más importante es prevenir esta situación asegurando el regreso del rebaño antes del atardecer, colocando campanas en los animales y retribuyendo adecuadamente a los pastores. Además, se destaca la habilidad de los pastores masái para reconocer individuos e identificar la ausencia de uno solo dentro de un rebaño de cientos. Para proteger al ganado de los depredadores también reportaron métodos defensivos como la construcción de rejas y el acompañamiento de pastores en la Sierra Gorda, México Arroyo-Quiroz et al. (2017) y en Portugal (Álvares et al. 2011), estrategias sujetas a manejo comunal. Ballejo et al. (2019) documentaron las acciones para evitar depredación del ganado por *Catharthes aura* en su ruta migratoria compartida entre Bolivia y Argentina. La prevención de daños incluye la vigilancia por personas o perros y el establecimiento de confinamientos durante el parto de las vacas, ya que *C. aura* suele atacar a los recién nacidos; pero también se recurre a métodos letales. Estos autores describieron una situación muy compleja que involucra la erosión del conocimiento y de prácticas tradicionales de crianza de ganado, desencadenado por situaciones sociales (en particular la erradicación de pueblos originarios por la milicia argentina). Esto ha ocasionado que se intensifique la crianza de ganado, que se abandonen prácticas tradicionales, como era por ejemplo dejar los cadáveres del ganado en el campo. A su vez, esta disminución en la disponibilidad de carroña pudo haber provocado un cambio en la dieta de los *C. aura*, hacia los juveniles. Por otro lado, se menciona que hay

una correlación entre un mayor número de cabezas de ganado manejadas, con la percepción negativa de *C. aura* que tienen los ganaderos.

Santos et al. (2020) y Carvahlo et al. (2019) analizaron desde las etnociencias una tipología dirigida a la atención a los conflictos con la fauna en Brasil y encontraron que un mayor porcentaje de las personas que entrevistaron aplicaron una gran variedad de métodos defensivos (ahuyentar a los animales, proteger los cultivos o los animales domésticos con cercos, cosecha adelantada de frutales para prevenir depredación). En contraparte, encontraron que menos personas reconocieron utilizar métodos letales, pero además para algunos animales en particular se utilizan prácticas rituales para atender los conflictos (por ejemplo, en el caso del pecarí, nutrias y mirlos). Castilla et al. (2020) reportaron que el mayor porcentaje de las personas que entrevistaron en Tucumán, Argentina, aplican técnicas no letales de ahuyentar para evitar el establecimiento de colonias de murciélagos en sitios donde no se desean, mientras que una menor proporción utilizan el control letal, aunque casi nadie utiliza técnicas para evitar que las colonias se establezcan. Leyva-Trinidad et al. (2020) reportaron que para evitar que las ratas depreden las semillas de maíz en almacén o ya sembrado, se les aplica ajo machacado. Ahuyentar a los depredadores se aplica de manera simultánea al control letal en Guinea (Larson et al., 2016) y Borneo (Meijaard et al., 2011).

La atención al conflicto rompe fronteras con la cacería de subsistencia, ya que se aplica la cacería de control letal en Brasil (Barbosa et al., 2011; Oliveira et al., 2017) y en milpas en México (Estrada-Portillo et al., 2018; Ibarra et al., 2011). Pinto et al. (2015) analizaron la incorporación del CEL en la conservación de los lagartos en Brasil y reportaron que en general hay amplia tolerancia y aprecio a los reptiles, excepto en el caso de algunas serpientes que se considera pueden causar daños a la salud humana y del teiú (*Salvator merianae*) que se captura con perros porque depredan los huevos de las aves de corral, pero su grasa se usa con fines medicinales. El caso de control letal de cocodrilos *Crocodylus porosus* por ataques a las personas es delicado en Timor-Leste. La percepción de conexiones entre los cocodrilos con seres espirituales no permite aplicar control letal sobre todos los cocodrilos por igual, por lo que la atención al conflicto humano-fauna necesita ser culturalmente sensible, ya que, si no, ocasiona grandes conflictos entre distintas autoridades en el manejo y las comunidades locales (Brackhane et al., 2019).

De acuerdo con Lemelin et al. (2010) ha habido una transición de una intensidad muy baja de cacería de subsistencia y conflicto con el oso polar (*Ursus maritimus*) a una percepción de aumento de frecuencia en las interacciones de conflicto humano-oso que requieren control letal. Esto, debido a que el oso ha cambiado su área de movimiento por el cambio global y ahora se encuentra más frecuentemente en las zonas habitadas por humanos. En este caso el conocimiento que se utiliza es utilizado para reconstruir dietas y movimientos de los osos y se reconoce la necesidad de integrarlo cada vez más al manejo.

En cuanto a la tolerancia a los daños, Ulicsni et al. (2016) documentaron las actitudes de los granjeros hacia el daño en cultivos por invertebrados en Hungría, encontrando tolerancia al daño por reconocimiento de sus necesidades de alimentación. Pati et al. (2020) en el caso de la pesca, reportaron el conflicto con un cangrejo (*Tachypleus gigas*) que rompe las redes de los pescadores, en Odisha, India, sin embargo, es devuelto al mar, se le tolera.

VI. Discusión

En cuanto a las cifras de publicación reportadas para los últimos 10 años, es preciso acotar que son acordes a la tendencia generalizada al aumento de publicaciones científicas en general (Lewis et al., 2021).

6.1. Concepto de manejo

Los resultados de esta revisión invitan a pensar el manejo de fauna como una categoría teórica que puede utilizarse para referir a un conjunto del sofisticado universo de las interacciones humano-fauna, en el que destaca la intencionalidad de las acciones y decisiones humanas y que a la vez no excluye sino que es flexible para incorporar: a) el manejo como referencia a procesos en los que un mismo sistema puede transitar de reaccionar a la incertidumbre hacia la búsqueda de control o viceversa (Fauchald et al., 2007), b) un abordaje relacional y el reconocimiento a la agencia de la fauna (Bhattacharyya & Slocombe, 2017; Thornton et al., 2015), c) las acciones humanas sobre la fauna (doméstica o silvestre, *in situ* o *ex situ*) o los elementos y procesos ecológicos con los cuáles interactúa, d) cosmovisiones particulares al grupo humano que las lleva a cabo, e) acuerdos entre distintas partes. El carácter del manejo como proceso en el que se generan alternativas para actuar y decidir ha sido previamente señalada por propuestas como el manejo adaptativo y el co-manejo (Carlsson & Berkes, 2005), así como por el marco teórico de la construcción cultural de nicho (Smith, 2011).

6.2. Enfoques de investigación, temática y tipología de prácticas

Gran parte de los artículos revisados se relacionan con prácticas dirigidas a la provisión de fauna como alimento o a la solución de conflictos con la fauna y con las maneras en que estas prácticas están mediadas por cuestiones culturales y sociales. La mayoría de los enfoques de investigación presentan marcos dirigidos a plantear esta complejidad y a través de ellos puede plantearse una aproximación al continuo de intensidad de manejo de fauna (Zeder 2006, 2015; Sugiyama et al., 2020). Algunos comportamientos humanos son análogos a los del manejo de plantas en los sistemas de producción de alimentos: acumulación (traer y mantener elementos animales a los espacios humanos) y cuidados sobre ellos a nivel de individuos, pero escapa a la literatura revisada los efectos de la selección que los humanos llevan a cabo con estas prácticas (Clement et al., 2021). Desde el punto de vista del continuo en la intensidad de manejo de plantas, la selección juega un papel importante; ésta puede manifestarse incluso desde la decisión de tolerar o eliminar ciertos fenotipos, correspondan a una categoría taxonómica o no (Blancas et al., 2013, Moreno-Calles et al., 2010). Para la fauna, este aspecto tiene un referente en Darwin (1868), quien en el capítulo 20 de su obra discute la selección aplicada sistemáticamente en algunos esquemas extractivos de manejo de fauna, practicados por diferentes grupos culturales. Por ejemplo, señala la manera en que los incas realizaban la cacería de venados, vicuñas y guanacos en Perú, matando únicamente a los más viejos y dejando a las hembras y machos jóvenes y saludables en libertad para que se reprodujeran. Este patrón contrasta con las prácticas de cacería deportiva en Escocia, en las que se mataba consistentemente a los mejores ciervos, causando la degeneración de sus poblaciones. En esta línea, la evidencia de cambios microevolutivos ocasionados por la presión de cacería en poblaciones silvestres de vertebrados es muy escasa y constituye un reto de investigación que hasta el momento se ha centrado en atributos morfológicos como el tamaño de las cornamentas u otras estructuras valoradas como trofeos (Festa-Bianchet & Mysterud, 2018). De acuerdo con estos autores, desde el comportamiento humano, el efecto estaría relacionado con la consistencia en las preferencias de los cazadores para elegir sus presas y con el tipo de regulaciones de cacería que se aplican. Desde la perspectiva de los animales, involucraría la heredabilidad de rasgos, la complejidad en la arquitectura genética de los mismos, el comportamiento reproductivo y social de los animales y el flujo genético entre poblaciones, entre otros factores.

La investigación del co-manejo fue uno de los enfoques documentados en esta revisión. De acuerdo con la propuesta de Carlsson y Berkes (2005), el co-manejo, o manejo cooperativo, involucra

un proceso adaptativo de solución de problemas, que puede resultar en el balance equitativo de las relaciones de poder que son desiguales entre distintos grupos de personas o instituciones involucradas en el manejo. Una de las maneras en que se manifiesta esta desigualdad, es en la percepción de la legitimidad del conocimiento de las distintas partes involucradas.

6.3. Vinculación CEL/CET y conocimiento científico para el manejo

La discusión en foros científicos acerca de la vinculación del CEL/CET y el conocimiento científico para el manejo de la biodiversidad ha ocurrido al menos durante las últimas cinco décadas (e.g. Alarcón-Chaires, 2019; Bohensky & Maru, 2011; Folke, 2004; Stephenson & Moller 2009; Toledo-Barrera-Bassols, 2008). Los conceptos de saberes, conocimientos y ciencia en el contexto de la articulación CEL/CET y conocimiento científico han sido analizados por Alarcón-Chaires (2019) y Toledo y Barrera-Bassols (2008), quienes señalan lo limitado que puede resultar subsumir el CEL/CET a la categoría de “ciencia” o intentar hacer comparaciones entre estos cuerpos de conocimiento. Tal análisis no es el objetivo del presente trabajo. El resultado de esta revisión dirigida al caso del “manejo de fauna”, una década posterior al trabajo de Bohensky y Maru (2011), es similar al de estos autores en que emergen: a) las relaciones desiguales de poder que surgen al intentar articular el conocimiento ecológico científico occidental con el CEL/CET en el manejo, tanto en la teoría como en la práctica, b) la diversidad de posturas y argumentaciones entre considerar CEL/CET como “ciencia” o no, así como de considerar que el CEL/CET o el conocimiento científico son unidades homogéneas en sí mismas versus manifestaciones heterogéneas del conocimiento y los procesos de aprendizaje y transmisión del mismo.

De manera similar a los reportes del deterioro de los sistemas de manejo a causa de políticas de conservación externas a las comunidades, los conflictos bélicos o la migración que encontramos en esta revisión, Bohensky y Maru (2011) reportaron evidencia de pérdida de resiliencia de los sistemas socio-ecológicos a causa de políticas de desarrollo y de restauración ecológica. Sin embargo, indican que no encontraron evidencia de que el mantenimiento o revitalización de CEL/CET, así como su integración con otros tipos de conocimiento, haya influido sobre la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos. Puntualmente, esta revisión incluyó trabajos que evidencian que mantener los mecanismos de transmisión del CEL/CET sí es relevante para mantener regulaciones en la extracción, para responder a factores que podrían vulnerar los sistemas de subsistencia basados en fauna silvestre (Fauchald et al., 2017). Asimismo, para la prevención de conflictos con la fauna silvestre (Jablonski et

al., 2020), así como de los beneficios de integrar el CEL/CET al monitoreo de sistemas socio-ecológicos (Alessa et al., 2016), al manejo de fauna silvestre (Lyver et al., 2015; Popp et al., 2018) y a la restauración ecológica (Harmon et al., 2021).

Sin embargo, asumimos que el cuerpo teórico de cada uno de los enfoques documentados en este trabajo está subrepresentado en la colección de literatura revisada. Además, los grupos taxonómicos que resultaron en esta búsqueda podrían estar sesgados por las palabras de búsqueda en inglés “fauna” y “wildlife”, que se suelen relacionar con vertebrados o incluso aves y mamíferos. En especial en el caso de América Latina puede haber un conjunto de literatura publicada en español o portugués que no emergió en esta búsqueda. Por ejemplo, el estudio del manejo de los sistemas agroecológicos, agrosilvopastoriles y agroforestales tradicionales es un campo de investigación activo (Moreno-Calles et al., 2016, 2020) y con antecedentes en el estudio del manejo de fauna como la crianza de ganado (Fuentealba & González-Esquivel, 2016) y la cacería (Santos-Fita, 2016).

Un planteamiento del manejo adaptativo es que el conocimiento no será perfecto, haciendo necesario aprender de los errores y retroalimentación (Berkes 2007). A partir de esta revisión, recuperamos que cada problemática de manejo de fauna requiere en sí misma un abordaje sensible a la situación local, reconociendo que posiblemente ni el CEL/CET, ni el conocimiento científico por sí mismo, ni la vinculación entre ambos producirá algo similar a un cuerpo de conocimientos óptimo para el manejo. Sin embargo, los resultados de esta revisión están en línea con la propuesta de que en la investigación de los sistemas socio-ecológicos el abordaje de perspectivas teóricas que den cabida al reconocimiento de las múltiples maneras de construir o percibir la realidad (Castillo et al., 2020). De esta manera, es posible visibilizar las formas de manejo locales que no son tan conspicuas a primera vista como tales y que pueden operar para mantener la biodiversidad a distintos niveles y las propiedades emergentes de los sistemas socio-ecológicos, o bien, entender de qué manera las aportaciones científicas académicas pueden apoyar en procesos locales concretos (Casas et al., 2014).

Conclusiones

El concepto de “manejo” de fauna, así como la vinculación del conocimiento ecológico local y el conocimiento científico es abordado por múltiples enfoques de investigación y no hay consenso respecto a estos términos. En la literatura consultada se documentan conflictos relacionados con la falta

de reconocimiento a la legitimidad de los conocimientos y prácticas locales, lo cual representa un reto para la interacción de las diferentes partes involucradas, tanto en la teoría como en la práctica.

Los comportamientos humanos de manejo local documentados operan a distintas escalas ecológicas desde el individuo hasta el paisaje y pueden estar basados en el monitoreo de indicadores fenotípicos, de atributos poblacionales, calendarios reproductivos y fenológicos. Si bien se documentan frecuentemente prácticas extractivas, algunas de estas están asociadas a regulaciones de distinta índole.

Ciertas prácticas se basan en facilitar la presencia de la fauna silvestre deseada y son aplicadas a la restauración, conservación o a promover su disponibilidad como presas; otras se basan en minimizar o prevenir los daños causados por la fauna a otros organismos o para la salud humana y otras en cuidar la salud de la fauna; sin embargo existen prácticas locales en las que confluyen todos estos propósitos.

Los procesos de manejo pueden beneficiarse de aproximaciones de investigación que consideren las múltiples maneras de interpretar la realidad en general y las interacciones humano-fauna en particular.

Agradecimientos:

La revisión de literatura piloto y el manuscrito derivado de la misma fueron revisados como actividad académica en el 2020 por la Dra. Mariana Vallejo Ramos. Sus comentarios contribuyeron sustancialmente a la elaboración de este segundo manuscrito que es distinto en que se modificaron los criterios de búsqueda para ampliar el plazo temporal de la literatura consultada y proveer un contexto a los capítulos anteriores.

6.4 Referencias bibliográficas

Abreu, J. S., Domit, C., & Zappes, C. A. (2017). Is there dialogue between researchers and traditional community members? The importance of integration between traditional knowledge and scientific knowledge to coastal management. *Ocean & Coastal Management*, 141, 10–19. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.03.003>

- Agatha, A. (2016). Traditional Wisdom in Land Use and Resource Management Among the Lugbara of Uganda: A Historical Perspective. *SAGE Open*, 6(3), 215824401666456. <https://doi.org/10.1177/2158244016664562>
- Aho, K. B., & Meek, C. L. (2020). Transboundary marine mammal management in the Northern Bering-Chukchi Sea Large Marine area. *Polar Geography*, 43(4), 313–332. <https://doi.org/10.1080/1088937X.2020.1798539>
- Alarcón-Chaires, P. (2019). *Epistemologías otras. Conocimientos y saberes locales desde el pensamiento complejo*. (3a ed.). Tsíntani A.C., Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad UNAM.
- Alessa, L., Kliskey, A., Gamble, J., Fidel, M., Beaujean, G., & Gosz, J. (2016). The role of Indigenous science and local knowledge in integrated observing systems: Moving toward adaptive capacity indices and early warning systems. *Sustainability Science*, 11(1), 91–102. <https://doi.org/10.1007/s11625-015-0295-7>
- Alexander, L., Agyekumhene, A., & Allman, P. (2017). The Role of Taboos in the Protection and Recovery of Sea Turtles. *Frontiers in Marine Science*, 4, 237. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00237>
- Almende, B.V. (2001). *Rvisnetwork*. Recuperado el 3 de junio 2022 de <https://cran.r-project.org/web/packages/visNetwork/visNetwork.pdf>
- Álvares, F., Domingues, J., Sierra, P., & Primavera, P. (2011). Cultural dimension of wolves in the Iberian Peninsula: Implications of ethnozoology in conservation biology. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 24(3), 313–331. <https://doi.org/10.1080/13511610.2011.592049>
- Alves, R., Feijó, A., Barboza, R., Souto, W., Fernandes-Ferreira, H., Cordeiro-Estrela, P., & Langguth, A. (2016). Game mammals of the Caatinga biome. *Ethnobiology and Conservation*. <https://doi.org/10.15451/ec2016-7-5.5-1-51>
- Alves, R. R., & Alves, H. N. (2011). The faunal drugstore: Animal-based remedies used in traditional medicines in Latin America. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 7(1), 9. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-7-9>

Alves, R.R.N., Vieira, K.S., Santana, G.G., Vieira, W.L., Almeida, W.O., Souto, W. M., Pereira, P.F., & Pezzuti, J.C. (2012). A review on human attitudes towards reptiles in Brazil. *Environ Monit Assess*, 184,6877–6901 DOI 10.1007/s10661-011-2465-0

Alves, R. R. N., de Araújo, B. M. C., da Silva Policarpo, I., Pereira, H. M., Borges, A. K. M., da Silva Vieira, W. L., & Vasconcellos, A. (2019). Keeping reptiles as pets in Brazil: Ethnozoological and conservation aspects. *Journal for Nature Conservation*, 49, 9–21. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2019.02.002>

Alves, R., & Souto, W. (2015). Ethnozoology: A Brief Introduction. *Ethnobiology and Conservation*. <https://doi.org/10.15451/ec2015-1-4.1-1-13>

Anthony, B. P., & Tarr, K. (2019). The wolves are back! Local attitudes towards the recently re-populated grey wolf and wolf management in Bükk National Park, Hungary. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 65(2), 195–214. <https://doi.org/10.17109/AZH.65.2.195.2019>

Arroyo-Quiroz, I., García-Barrios, R., Argueta-Villamar, A., Smith, R. J., & Salcido, R. P. G. (2017). Local Perspectives on Conflicts with Wildlife and Their Management in the Sierra Gorda Biosphere Reserve, Mexico. *Journal of Ethnobiology*, 37(4), 719–742. <https://doi.org/10.2993/0278-0771-37.4.719>

Arruda, J. C. de, Silva, C. J. da, Sander, N. L., & Pulido, M. T. (2018). Conhecimento ecológico tradicional da ictiofauna pelos quilombolas no Alto Guaporé, Mato Grosso, Amazônia meridional, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 13(2), 315–329. <https://doi.org/10.1590/1981.81222018000200004>

ATLAS.ti (Versión 8). (2022). Scientific Software Development GmbH. <https://atlasti.com/?x-clickref=1100lwow46md>

Ballejo, F., Graña Grilli, M., & A. Lambertucci, S. (2019). A long and troublesome journey: People's perceptions and attitudes along the migratory path of a scavenger bird. *Ethnobiology and Conservation*. <https://doi.org/10.15451/ec2019-10-8.13-1-13>

Barbosa de Lima, J. R., de Oliveira Rebouças, P. L., & Batista Santos, C. A. (2021). Hunting and Use of Wildlife Species in the Semi-Arid Region of Brazil. *Revista Amazonia Investiga*, 9(36), 9–21. <https://doi.org/10.34069/AI/2020.36.12.1>

- Barbosa, J. A. A., Aguiar, J. O. & Alves, R.R. (2020). Hunting strategies used in protected areas in the atlantic rainforest of northeastern Brazil. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 19, 509-518.
- Barbosa, J. A. A., Nobrega, V. A. & Alves, R.R. (2011). Hunting practices in the semiarid region of Brazil. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 6, 486-490.
- Batista Santos, C. A. (2020). Hunting Practices Among the Indigenous “Truká” in the Semiarid Region of Brazil. *Revista Amazonia Investiga*, 9(31), 127–147. <https://doi.org/10.34069/AI/2020.31.07.12>
- Berkes, F. (2007). Adaptive Co-Management and Complexity: Exploring the many faces of Co-management. En *Adaptive Co-management: Collaboration, Learning, and Multilevel Governance* (Armitage D., Berkes F., Doubleday N., pp. 19–37). UBC Press.
- Berkes, F. (2008). *Sacred Ecology* (2nd ed.). Routledge.
- Bhattacharyya, J., & Slocombe, S. (2017). Animal agency: Wildlife management from a kincentric perspective. *Ecosphere*, 8(10), e01978. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1978>
- Blancas, J., Casas, A., Pérez-Salicrup, D., Caballero, J., & Vega, E. (2013). Ecological and socio-cultural factors influencing plant management in Náhuatl communities of the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9(1), 39. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-9-39>
- Blancas, J., Casas, A., Moreno-Calles, A., & Caballero, J. (2016). Cultural motives of plant management and domestication. En *Ethnobotany in Mexico. Interactions of people and plants in Mesoamerica* (Casas, A., Lira, R., Blancas, J., pp. 236–256). Springer.
- Bohensky, E. L., & Maru, Y. (2011). Indigenous Knowledge, Science, and Resilience: What Have We Learned from a Decade of International Literature on “Integration”? *Ecology and Society*, 16(4), art6. <https://doi.org/10.5751/ES-04342-160406>
- Brackhane, S., Webb, G., Xavier, F. M. E., Trindade, J., Gusmao, M., & Pechacek, P. (2019). Crocodile management in Timor-Leste: Drawing upon traditional ecological knowledge and cultural beliefs. *Human Dimensions of Wildlife*, 24(4), 314–331. <https://doi.org/10.1080/10871209.2019.1614240>
- Braje, T. J., & Rick, T. C. (2013). From forest fires to fisheries management: Anthropology, conservation biology, and historical ecology: From Forest Fires to Fisheries Management: Anthropology, Conservation Biology, and Historical Ecology. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 22(6), 303–311. <https://doi.org/10.1002/evan.21379>

- Buchholtz, E. K., Fitzgerald, L. A., Songhurst, A., McCulloch, G. P., & Stronza, A. L. (2020). Experts and elephants: Local ecological knowledge predicts landscape use for a species involved in human-wildlife conflict. *Ecology and Society*, 25(4), art26. <https://doi.org/10.5751/ES-11979-250426>
- Camino, M., Cortez, S., Altrichter, M., & D. Matteucci, S. (2018). Relations with wildlife of Wichi and Criollo people of the Dry Chaco, a conservation perspective. *Ethnobiology and Conservation*. <https://doi.org/10.15451/ec2018-08-7.11-1-21>
- Carlsson, L., & Berkes, F. (2005). Co-management: Concepts and methodological implications. *Journal of Environmental Management*, 75(1), 65–76. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2004.11.008>
- Carvalho, M. M. de, Oliveira, M. R. de, Lopes, P. F. M., & Oliveira, J. E. L. (2018). Ethnotaxonomy of sharks from tropical waters of Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 14(1), 71. <https://doi.org/10.1186/s13002-018-0273-0>
- Casas, A., Lira, R., Torres, I., Degado, A., Moreno-Calles, A.I., Rangel-Landa, S., Blancas, J., Larios, C., Solís, L., Pérez-Negrón, E., Vallejo, M., Parra, F., Farfán-Heredia, B., Arellanes, Y. & Campos N. (2016). Ethnobotany for Sustainable Ecosystem Management: A Regional Perspective in the Tehuacán Valley. En A. Casas, R. Lira & J. Blancas (Eds.) *Ethnobotany of Mexico: Interactions of People and Plants in Mesoamerica* (pp.179- 206). Nueva York: Springer.
- Casas, A., Camou, A., Otero-Arnaiz, A., Rangel-Landa, S., Cruse-Sanders, J., Solís, L., Torres, I., Delgado, A., Moreno-Calles, A.I., Vallejo, M., Guillén, S., Blancas, J., Parra, F., Farfán-Heredia, B., Aguirre-Dugua, X., Arellanes, Y. & Pérez-Negrón, E. (2014). Manejo tradicional de biodiversidad y ecosistemas en Mesoamérica: el Valle de Tehuacán. *Investigación Ambiental. Sección Investigación*, 6 (2), 23- 44.
- Castañeda-Guerrero, I., Aliphat-Fernández, M. M., Caso-Barrera, L., Lira-Saade, R., & Martínez-Carrera., D. C. (2020). Conocimiento tradicional y composición de los huertos familiares totonacas de Caxhuacan, Puebla, México. *Polibotánica*, 0(49). <https://doi.org/10.18387/polibotanica.49.13>
- Castilla, M. C., Campos, C., Colantonio, S., & Díaz, M. (2020). Perceptions and attitudes of the local people towards bats in the surroundings of the Escaba dam (Tucumán, Argentina). *Ethnobiology and Conservation*. <https://doi.org/10.15451/ec2020-03-9.09-1-14>

- Castillo, A., Bullen-Aguiar, A., Peña-Mondragón, J. L., & Gutiérrez-Serrano, N. G. (2020). The social component of social-ecological research: Moving from the periphery to the center. *Ecology and Society*, 25(1), 6. <https://doi.org/10.5751/ES-11345-250106>
- Ceaușu, S., Graves, R. A., Killion, A. K., Svenning, J., & Carter, N. H. (2019). Governing trade-offs in ecosystem services and disservices to achieve human–wildlife coexistence. *Conservation Biology*, 33(3), 543–553. <https://doi.org/10.1111/cobi.13241>
- Chan, K. M. A., Balvanera, P., Benessaiah, K., Chapman, M., Díaz, S., Gómez-Baggethun, E., Gould, R., Hannahs, N., Jax, K., Klain, S., Luck, G. W., Martín-López, B., Muraca, B., Norton, B., Ott, K., Pascual, U., Satterfield, T., Tadaki, M., Taggart, J., & Turner, N. (2016). Why protect nature? Rethinking values and the environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(6), 1462–1465. <https://doi.org/10.1073/pnas.1525002113>
- Cinti, A., Shaw, W., & Torre, J. (2010). Insights from the users to improve fisheries performance: Fishers’ knowledge and attitudes on fisheries policies in Bahía de Kino, Gulf of California, Mexico. *Marine Policy*, 34(6), 1322–1334. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2010.06.005>
- Clark, D. A., & Slocombe, S. (2011). Adaptive Co-Management and Grizzly Bear-Human Conflicts in Two Northern Canadian Aboriginal Communities. *Human Ecology*, 39(5), 627–640. <https://doi.org/10.1007/s10745-011-9423-x>
- Clark, D., Workman, L., & Jung, T. (2016). Impacts of reintroduced bison on first nations people in Yukon, Canada: Finding common ground through participatory research and social learning. *Conservation and Society*, 14(1), 1. <https://doi.org/10.4103/0972-4923.182798>
- Clarivate Analytics (2022). <https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/web-of-science/> Acceso 15 mayo 2022. Londres
- Clement, C. R., Casas, A., Parra-Rondinel, F. A., Levis, C., Peroni, N., Hanazaki, N., Cortés-Zárraga, L., Rangel-Landa, S., Alves, R. P., Ferreira, M. J., Cassino, M. F., Coelho, S. D., Cruz-Soriano, A., Pancorbo-Olivera, M., Blancas, J., Martínez-Ballesté, A., Lemes, G., Lotero-Velásquez, E., Bertin, V. M., & Mazzochini, G. G. (2021). Disentangling Domestication from Food Production Systems in the Neotropics. *Quaternary*, 4(1), 4. <https://doi.org/10.3390/quat4010004>
- Contreras Cortés, L. E. U., Vázquez García, A., Aldasoro Maya, E. M., & Mérida Rivas, J. (2020). Conocimiento de las abejas nativas sin aguijón y cambio generacional entre los mayas lacandones de

Nahá, Chiapas. *Estudios de Cultura Maya*, 56(2), 205–225.
<https://doi.org/10.19130/iifl.ecm.2020.56.2.0008>

Crow, B., & Carney, J. (2012). Commercializing Nature: Mangrove Conservation and Female Oyster Collectors in The Gambia. *Antipode*, 45(2), 275–293. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8330.2012.01015.x>

Cuni-Sanchez, A., Imani, G., Bulonvu, F., Batumike, R., Baruka, G., Burgess, N. D., Klein, J. A., & Marchant, R. (2019). Social Perceptions of Forest Ecosystem Services in the Democratic Republic of Congo. *Human Ecology*, 47(6), 839–853. <https://doi.org/10.1007/s10745-019-00115-6>

Davis, A., & Ruddle, K. (2010). Constructing confidence: Rational skepticism and systematic enquiry in local ecological knowledge research. *Ecological Applications*, 20(3), 880–894. <https://doi.org/10.1890/09-0422.1>

Darwin, C. (1868) *La variación de las plantas y animales bajo domesticación* (2008) Editorial Catarata, CSIC, UNAM, AMC

de Carvalho, A. L. C., Araújo, A. R., Machado, T. M. M., Ribon, R., & Lopes, L. E. (2019). Wildlife and damage to agriculture: An ethnobiological approach with rural producers in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 27(1), 17–26. <https://doi.org/10.1007/BF03544442>

de Figueiredo, R. A. A., & Barros, F. B. (2016). Sabedorias, cosmologias e estratégias de caçadores numa unidade de conservação da Amazônia. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 36. <https://doi.org/10.5380/dma.v36i0.43351>

de Souza, J. B., & Alves, R. R. N. (2014). Hunting and Wildlife use in an Atlantic Forest Remnant of Northeastern Brazil. *Tropical Conservation Science*, 7(1), 145–160. <https://doi.org/10.1177/194008291400700105>

Delgado-Aguilar, Ma. J., Konold, W., & Schmitt, C. B. (2017). Community mapping of ecosystem services in tropical rainforest of Ecuador. *Ecological Indicators*, 73, 460–471. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.10.020>

Dressel, S., Ericsson, G., & Sandström, C. (2018). Mapping social-ecological systems to understand the challenges underlying wildlife management. *Environmental Science & Policy*, 84, 105–112. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.03.007>

- Drumond, M. A., Guimarães, A. Q., & da Silva, R. H. P. (2015). The Role of Local Knowledge and Traditional Extraction Practices in the Management of Giant Earthworms in Brazil. *PLOS ONE*, *10*(4), e0123913. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123913>
- Early-Capistrán, M.-M., Solana-Arellano, E., Abreu-Grobois, F. A., Narchi, N. E., Garibay-Melo, G., Seminoff, J. A., Koch, V., & Saenz-Arroyo, A. (2020). Quantifying local ecological knowledge to model historical abundance of long-lived, heavily-exploited fauna. *PeerJ*, *8*, e9494. <https://doi.org/10.7717/peerj.9494>
- Espinosa, G. (2015). Acerca de la polémica entre perspectivismo y cosmovisión. En *Cosmovisión mesoamericana: Reflexiones, polémicas y etnografías* (Gámez-Espinosa, A. y López-Austin, A., pp. 121–138). El Colegio de México, Fideicomiso Historia de las Américas, Fondo de Cultura Económica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Estrada Portillo, D. S., Rosas Rosas, O. C., Parra Inzunza, F., Guerrero Rodríguez, J. D. D., & Tarango Arámbula, L. A. (2018). Valor de uso, importancia cultural y percepciones sobre mamíferos silvestres medianos y grandes en la Mixteca Poblana. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, *34*(1), 1–15. <https://doi.org/10.21829/azm.2018.3412131>
- Everard, M., Gupta, N., Scott, C. A., Tiwari, P. C., Joshi, B., Kataria, G., & Kumar, S. (2019). Assessing livelihood-ecosystem interdependencies and natural resource governance in Indian villages in the Middle Himalayas. *Regional Environmental Change*, *19*(1), 165–177. <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1391-x>
- Fauchald, P., Hausner, V. H., Schmidt, J. I., & Clark, D. A. (2017). Transitions of social-ecological subsistence systems in the Arctic. *International Journal of the Commons*, *11*(1), 275. <https://doi.org/10.18352/ijc.698>
- Fernandes-Ferreira, H., Mendonça, S. V., Albano, C., Ferreira, F. S., & Alves, R. R. N. (2012). Hunting, use and conservation of birds in Northeast Brazil. *Biodiversity and Conservation*, *21*(1), 221–244. <https://doi.org/10.1007/s10531-011-0179-9>
- Festa-Bianchet, M., & Mysterud, A. (2018). Hunting and evolution: Theory, evidence, and unknowns. *Journal of Mammalogy*, *99*(6), 1281–1292. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyy138>

- Flores-Manzanero, A., González-Pérez, G. E., Vásquez-Dávila, M. A., & Manzanero-Medina, G. I. (2013). Conocimiento y usos de *Odocoileus virginianus* en Santo Domingo Tonalá, Oaxaca. *Therya*, 4(1), 103–112. <https://doi.org/10.12933/therya-13-92>
- Folke, C. (2004). Traditional knowledge in social–ecological systems. *Ecology and Society* 9(3): 7. URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss3/art7/>
- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., & Norberg, J. (2005). Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 30(1), 441–473. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144511>
- Fopa, G. D., Simo, F., Kekeunou, S., Ichu, I. G., Ingram, D. J., & Olson, D. (2020). Understanding Local Ecological Knowledge, Ethnozoology, and Public Opinion to Improve Pangolin Conservation in the Center and East Regions of Cameroon. *Journal of Ethnobiology*, 40(2), 234. <https://doi.org/10.2993/0278-0771-40.2.234>
- Fuentealba, B., & González-Esquivel, C. (2016). Sistemas silvopastoriles tradicionales de México. En *Etnoagroforesteria en México* (Moreno-Calles, Toledo V., Casas A. y Vallejo M., pp.239-262). Universidad Nacional Autónoma de México. Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad.
- García Flores, A., Monroy Martínez, R., & Pino Moreno, J. M. (2020). Ethnozoological study of wild vertebrates of the Bonifacio Garcia community, Morelos, Mexico. *Revista Peruana de Biología*, 27(3), 361–374. <https://doi.org/10.15381/rpb.v27i3.17080>
- García Flores, A., Valle M, R., & Monroy-Martínez, R. (2018a). Aprovechamiento tradicional de mamíferos silvestres en Pitzotlan, Morelos, México. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 10(2), 111–123. <https://doi.org/10.24188/recia.v10.n2.2018.620>
- García Flores, A., Valle Marquina, R., Monroy Martínez, R., Barreto Sánchez, S., & Pino Moreno, J. M. (2020b). Estudio etnozoológico y valor nutricional del venado cola blanca *Odocoileus virginianus* en la comunidad de Pitzotlán, Tepalcingo, Morelos, México. *Caldasia*, 43(1), 105–116. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v43n1.83336>
- Gilmore, M. P., Griffiths, B. M., & Bowler, M. (2020). The socio-cultural significance of mineral licks to the Maijuna of the Peruvian Amazon: Implications for the sustainable management of hunting. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 16(1), 59. <https://doi.org/10.1186/s13002-020-00412-1>

González-Marín, R. M., Moreno-Casasola, P., Castro-Luna, A. A., & Castillo, A. (2017). Regaining the traditional use of wildlife in wetlands on the coastal plain of Veracruz, Mexico: Ensuring food security in the face of global climate change. *Regional Environmental Change*, 17(5), 1343–1354. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-0955-x>

Good-Eshelman, C. (2015). Las cosmovisiones, la historia y la tradición intelectual. En *Cosmovisión mesoamericana: Reflexiones, polémicas y etnografías* (Gámez-Espinosa, A. y López-Austin, A., pp. 139–160). El Colegio de México, Fideicomiso Historia de las Américas, Fondo de Cultura Económica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Harmon, K. C., Winter, K. B., Kurashima, N., Fletcher, C. H., Kane, H. H., & Price, M. R. (2021). The role of indigenous practices in expanding waterbird habitat in the face of rising seas. *Anthropocene*, 34, 100293. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2021.100293>

Henri, D. A., Carter, N. A., Irkok, A., Nipisar, S., Emiktaut, L., Saviakjuk, B., Salliq Project Management Committee, Arviat Project Management Committee, Ljubicic, G. J., Smith, P. A., & Johnston, V. (2020). *Qanuq ukua kanguit sunialiqpitigu?* (What should we do with all of these geese?) Collaborative research to support wildlife co-management and Inuit self-determination. *Arctic Science*, 6(3), 173–207. <https://doi.org/10.1139/as-2019-0015>

Hernández-Silva, D. A., Pulido, M. T., Zuria, I., Gallina Tessaro, S. A., & Sánchez-Rojas, G. (2018). El manejo como herramienta para la conservación y aprovechamiento de la fauna silvestre: Acceso a la sustentabilidad en México. *Acta Universitaria*, 28(4), 31–41. <https://doi.org/10.15174/au.2018.2171>

Hockings, K. J., Parathian, H., Bessa, J., & Frazão-Moreira, A. (2020). Extensive Overlap in the Selection of Wild Fruits by Chimpanzees and Humans: Implications for the Management of Complex Social-Ecological Systems. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8, 123. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.00123>

Holling, C. S. (1978). *Adaptive environmental assessment and management*. Wiley.

Holling, C.S., & Sundstrom, S. M. (2015). Adaptive management, a personal history. En *Adaptive management of Social-Ecological Systems* (Allen C.R., Garmestani, A. S., pp. 11-26). Springer

Ibarra, J. T., Barreau, A., Campo, C. D., Camacho, C. I., Martin, G. J., & Mccandless, S. R. (2011). When formal and market-based conservation mechanisms disrupt food sovereignty: Impacts of community conservation and payments for environmental services on an indigenous community of

Oaxaca, Mexico. *International Forestry Review*, 13(3), 318–337.
<https://doi.org/10.1505/146554811798293935>

IPBES (2022): Summary for policymakers of the methodological assessment of the diverse values and valuation of nature of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. U. Pascual, P. Balvanera, M. Christie, B. Baptiste, D. González-Jiménez, C.B. Anderson, S. Athayde, R. Chaplin-Kramer, S. Jacobs, E. Kelemen, R. Kumar, E. Lazos, A. Martin, T.H. Mwampamba, B. Nakangu, P. O'Farrell, C.M. Raymond, S.M. Subramanian, M. Termansen, M. Van Noordwijk, A. Vatn (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6522392>

Jablonski, K. E., Merishi, J., Dolrenry, S., & Hazzah, L. (2020). Ecological Doctors in Maasailand: Identifying Herding Best Practices to Improve Livestock Management and Reduce Carnivore Conflict. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 118. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00118>

Jandreau, C., & Berkes, F. (2016). Continuity and change within the social-ecological and political landscape of the Maasai Mara, Kenya. *Pastoralism*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s13570-016-0048-y>

Jini, D., Bhagawati, K., Singh, R., Bhagawati, R., Alone, R. A., & Ngachan, S. V. (2015). *Lura*—Indigenous Approach to Biodiversity Conservation by Temporary Community Confinement of *Mithuns* (*Bos frontalis*) during Growing Season. *International Letters of Natural Sciences*, 44, 45–52. <https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/ILNS.44.45>

Kamgaing, T. O. W., Dzefack, Z. C. B., & Yasuoka, H. (2019). Declining Ungulate Populations in an African Rainforest: Evidence From Local Knowledge, Ecological Surveys, and Bushmeat Records. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7, 249. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00249>

Kates, R.W., Clark, W.C., Corell, R., Hall, J.M., et al., (2001). Sustainability science. *Science*, 292 (5517), 641-642.

Larson, L., Conway, A., Hernandez, S., & Carroll, J. (2016). Human-wildlife conflict, conservation attitudes, and a potential role for citizen science in Sierra Leone, Africa. *Conservation and Society*, 14(3), 205. <https://doi.org/10.4103/0972-4923.191159>

Lemelin, R. H., Dowsley, M., Walmark, B., Siebel, F., Bird, L., Hunter, G., Myles, T., Mack, M., Gull, M., & Kakekaspan, M., The Washaho First Nation at Fort Severn, The Weenusk First Nation at Peawanuck (2010). Wabusk of the Omushkegouk: Cree-Polar Bear (*Ursus maritimus*) Interactions in Northern Ontario. *Human Ecology*, 38(6), 803–815. <https://doi.org/10.1007/s10745-010-9355-x>

- Leyva-Trinidad, D. A., Pérez-Vázquez, A., Bezerra da Costa, I., & Formighieri Giordani, R. C. (2020). El papel de la milpa en la seguridad alimentaria y nutricional en hogares de Ocotlán Texizapan, Veracruz, México. *Polibotánica*, 0(50). <https://doi.org/10.18387/polibotanica.50.16>
- Lewis, J., Schneegans, S., & Strazza, T. (2021). *Informe de la UNESCO sobre la Ciencia 2021– “La carrera contra el reloj para un desarrollo más inteligente”*. UNESCO. <https://www.unesco.org/reports/science/2021/es/statistics>
- Ljubicic, G., Okpakok, S., Robertson, S., & Mearns, R. (2018). *Uqsuqtuurmiut inuita tuktimi qaujimaningit* (Inuit knowledge of caribou from Gjoa Haven, Nunavut): Collaborative research contributions to co-management efforts. *Polar Record*, 54(3), 213–233. <https://doi.org/10.1017/S0032247418000372>
- Ljubicic, G., Okpakok, S., Robertson, S., & Mearns, R. (2018b). Inuit Approaches to Naming and Distinguishing Caribou: Considering Language, Place, and Homeland toward Improved Co-management. *ARCTIC*, 71(3). <https://doi.org/10.14430/arctic4734>
- Lokken, N. A. A., Clark, D. A., Broderstad, E. G., & Hausner, V. H. (2019). Inuit Attitudes towards Co-Managing Wildlife in Three Communities in the Kivalliq Region of Nunavut, Canada. *ARCTIC*, 72(1), 58–70. <https://doi.org/10.14430/arctic67868>
- Lopes-Fernandes, M., Espírito-Santo, C., & Frazão-Moreira, A. (2018). The return of the Iberian lynx to Portugal: Local voices. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 14(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s13002-017-0200-9>
- Lyver, P. O., Jones, C. J., Belshaw, N., Anderson, A., Thompson, R., & Davis, J. (2015). Insights to the functional relationships of Māori harvest practices: Customary use of a burrowing seabird: Modeling Customary Harvest Strategies. *The Journal of Wildlife Management*, 79(6), 969–977. <https://doi.org/10.1002/jwmg.906>
- Machado, A. M. da S., Daura-Jorge, F. G., Herbst, D. F., Simões-Lopes, P. C., Ingram, S. N., Castilho, P. V. de, & Peroni, N. (2019). Artisanal fishers’ perceptions of the ecosystem services derived from a dolphin-human cooperative fishing interaction in southern Brazil. *Ocean & Coastal Management*, 173, 148–156. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.03.003>

- Magalhães, H. F. de, Costa Neto, E. M., & Schiavetti, A. (2011). Saberes pesqueiros relacionados à coleta de siris e caranguejos (Decapoda: Brachyura) no município de Conde, Estado da Bahia. *Biota Neotropica*, 11(2), 45–54. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000200005>
- Mayor-Aparicio, P., Santos-Fita, D., López-Bejar, M. (2007). *Sostenibilidad en la Amazonía y Cría de animales sivistres*. Iquitos: Centro de Estudios Teológicos de la Amazonía (CETA).
- McCarthy, A., Hepburn, C., Scott, N., Schweikert, K., Turner, R., & Moller, H. (2014). Local people see and care most? Severe depletion of inshore fisheries and its consequences for Māori communities in New Zealand: NEW ZEALAND FISHERIES DECLINE. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 24(3), 369–390. <https://doi.org/10.1002/aqc.2378>
- Meijaard, E., Buchori, D., Hadiprakarsa, Y., Utami-Atmoko, S. S., Nurcahyo, A., Tjiu, A., Prasetyo, D., Nardiyono, Christie, L., Ancrenaz, M., Abadi, F., Antoni, I. N. G., Armayadi, D., Dinato, A., Ella, Gumelar, P., Indrawan, T. P., Kussaritano, Munajat, C., ... Mengersen, K. (2011). Quantifying Killing of Orangutans and Human-Orangutan Conflict in Kalimantan, Indonesia. *PLoS ONE*, 6(11), e27491. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0027491>
- Montero-Botey, M., Soliño, M., Perea, R., & Martínez-Jauregui, M. (2021). Exploring rangers' preferences for community-based strategies to improve human-elephant coexistence in African natural corridors. *Animal Conservation*, 24(6), 982–993. <https://doi.org/10.1111/acv.12700>
- Moreno-Calles, A., Casas, A., Blancas, J., Torres, I., Masera, O., Caballero, J., Garcia-Barrios, L., Pérez-Negrón, E., & Rangel-Landa, S. (2010). Agroforestry systems and biodiversity conservation in arid zones: The case of the Tehuacán Valley, Central México. *Agroforestry Systems*, 80(3), 315–331. <https://doi.org/10.1007/s10457-010-9349-0>
- Moreno-Calles, A., Toledo, V., Casas, A. & Vallejo, M. (2016). *Etnoagroforesteria en México*. Universidad Nacional Autónoma de México. Morelia: Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad.
- Moreno-Calles, A., Maldonado, P., Rosales-Adame, J. J., & Rosete, F. A. (2020). Sistemas (etno)agroforestales y problemas ambientales en México: Los contextos, las éticas y las políticas. En *Los Sistemas Agroforestales de México: Avances, experiencias, acciones y temas emergentes* (Red Temática de Sistemas Agroforestales de México CONACYT ENES-UNAM Morelia, pp. 661–696). UNAM.

- Mouafo, A. D. T., Ingram, D. J., Tegang Panging, R., Nfor Ngwayi, I. C., & Mayaka, T. B. (2021). Local Knowledge and Use of Pangolins by Culturally Diverse Communities in the Forest-Savannah Transition Area of Cameroon. *Tropical Conservation Science*, 14, 194008292110281. <https://doi.org/10.1177/19400829211028138>
- Murungweni, C., van Wijk, M. T., Giller, K. E., Andersson, J. A., & Smaling, E. M. A. (2014). Adaptive livelihood strategies employed by farmers to close the food gap in semi-arid south eastern Zimbabwe. *Food Security*, 6(3), 313–326. <https://doi.org/10.1007/s12571-014-0348-2>
- Negi, C. S. (2014). *Developing sacred forests into biodiversity heritage sites-experiences from the state of Uttarakhand, Central Himalaya, India*. 8.
- Negi, V. S., Pathak, R., Thakur, S., Joshi, R. K., Bhatt, I. D., & Rawal, R. S. (2021). Scoping the Need of Mainstreaming Indigenous Knowledge for Sustainable Use of Bioresources in the Indian Himalayan Region. *Environmental Management*. <https://doi.org/10.1007/s00267-021-01510-w>
- Nielsen, M. R., & Meilby, H. (2013). Quotas on Narwhal (*Monodon monoceros*) Hunting in East Greenland: Trends in Narwhal Killed per Hunter and Potential Impacts of Regulations on Inuit Communities. *Human Ecology*, 41(2), 187–203. <https://doi.org/10.1007/s10745-012-9558-4>
- Noda, S.N., Martins, A. L., Noda, H., Silva, A. I. & Braga, M.D. (2012). Paisagens e etnoconhecimentos na agricultura Ticuna e Cocama no alto rio Solimões, Amazonas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 7, 397-416
- Ojasti, J. (2000). *Manejo de fauna silvestre neotropical*. Washington: Smithsonian Institution, WWF, UNESCO, US Fish and Wildlife Service, Biocentro.
- Oliva, M., Montiel, S., García, A., & Vidal, L. (2014). Local Perceptions of Wildlife use in Los Petenes Biosphere Reserve, Mexico: Maya Subsistence Hunting in a Conservation Conflict Context. *Tropical Conservation Science*, 7(4), 781–795. <https://doi.org/10.1177/194008291400700414>
- Oliveira, W.S., Luna, M.S., Souto, W.M. & Alves, R.R. (2017). Interactions between people and game mammals in a Brazilian semi-arid area. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 16,221-228
- Padilla, E., & Kofinas, G. P. (2014). “Letting the leaders pass”: Barriers to using traditional ecological knowledge in comanagement as the basis of formal hunting regulations. *Ecology and Society*, 19(2), art7. <https://doi.org/10.5751/ES-05999-190207>

- Parlee, B., Ahkimmachie, K., Cunningham, H., Jordan, M., & Goddard, E. (2021). “It’s important to know about this”—Risk communication and the impacts of chronic wasting disease on indigenous food systems in Western Canada. *Environmental Science & Policy*, 123, 190–201. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.05.012>
- Parry, L., & Peres, C. A. (2015). Evaluating the use of local ecological knowledge to monitor hunted tropical-forest wildlife over large spatial scales. *Ecology and Society*, 20(3), art15. <https://doi.org/10.5751/ES-07601-200315>
- Pati, S., Shahimi, S., Edinur, H. A., Nelson, B. R., Acharya, D., & Dash, B. P. (2020). Extraction of People’s Perception Toward Horseshoe Crab Existence in Northeast Coast of India. *Frontiers in Marine Science*, 7, 587335. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.587335>
- Pauli, N., Barrios, E., Conacher, A. J., & Oberthür, T. (2012). Farmer knowledge of the relationships among soil macrofauna, soil quality and tree species in a smallholder agroforestry system of western Honduras. *Geoderma*, 189–190, 186–198. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.05.027>
- Peacock, S. J., Mavrot, F., Tomaselli, M., Hanke, A., Fenton, H., Nathoo, R., Aleuy, O. A., Di Francesco, J., Aguilar, X. F., Jutha, N., Kafle, P., Mosbacher, J., Goose, A., Ekaluktutiak Hunters and Trappers O, Kugluktuk Angoniatit Association, Olokhaktomiut Hunters and Trappers, & Kutz, S. J. (2020). Linking co-monitoring to co-management: Bringing together local, traditional, and scientific knowledge in a wildlife status assessment framework. *Arctic Science*, 6(3), 247–266. <https://doi.org/10.1139/as-2019-0019>
- Pédarros, É., Coetzee, T., Fritz, H., & Guerbois, C. (2020). Rallying citizen knowledge to assess wildlife occurrence and habitat suitability in anthropogenic landscapes. *Biological Conservation*, 242, 108407. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108407>
- Petriello, M. A., & Stronza, A. L. (2019). Campesino hunting and conservation in Latin America. *Conservation Biology*, 34(2), 338–353. <https://doi.org/10.1111/cobi.13396>
- Pinel, S. L., & Pecos, J. (2012). Generating Co-Management at Kasha Katuwe Tent Rocks National Monument, New Mexico. *Environmental Management*, 49(3), 593–604. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-9814-9>

- Pinto, L. C., Cruz, A. J. do R., & Silvério Pires, M. R. (2015). Incorporando o conhecimento ecológico local na conservação dos lagartos da serra do Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil. *Bioscience Journal*, 31(2), 613–622. <https://doi.org/10.14393/BJ-v31n2a2015-23532>
- Popp, J. N., Priadka, P., & Kozmik, C. (2018). The rise of moose co-management and integration of Indigenous knowledge. *Human Dimensions of Wildlife*, 24(2), 159–167. <https://doi.org/10.1080/10871209.2019.1545953>
- Popp, J. N., Priadka, P., Young, M., & Koch, K. (2020). *Indigenous Guardianship and Moose Monitoring: Weaving Indigenous and Western Ways of Knowing*. 14(2). <https://doi.org/10.26077/67f5-d36b>
- Previero, M., Minte-Vera, C. V., & Moura, R. L. (2013). Fisheries monitoring in Babel: Fish ethnotaxonomy in a hotspot of common names. *Neotropical Ichthyology*, 11(2), 467–476. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252013000200016>
- Propper, C. R. (2020). *Role of Farmer Knowledge in Agroecosystem Science: Rice Farming and Amphibians in the Philippines*. 14(2). <https://doi.org/10.26077/7c28-0418>
- Ramos, S. C. (2018). Considerations for culturally sensitive traditional ecological knowledge research in wildlife conservation: Considerations for Culturally Sensitive TEK. *Wildlife Society Bulletin*, 42(2), 358–365. <https://doi.org/10.1002/wsb.881>
- RDevelopment Core Team. (2021). *R Studio* (R Studio Academy) [Computer software]. The R Foundation. <https://rstudio.com>
- Rendón-Sandoval, F. J., Casas, A., Sinco-Ramos, P. G., García-Frapolli, E., & Moreno-Calles, A. I. (2021). Peasants' Motivations to Maintain Vegetation of Tropical Dry Forests in Traditional Agroforestry Systems from Cuicatlán, Oaxaca, Mexico. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 682207. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.682207>
- Rocha, R., López-Baucells, A., & Fernández-Llamazares, Á. (2021a). Ethnobiology of Bats: Exploring Human-Bat Inter-Relationships in a Rapidly Changing World. *Journal of Ethnobiology*, 41(1). <https://doi.org/10.2993/0278-0771-41.1.3>
- Rochette, A.J., Tran, T., de Martynoff, A., Malaisse F. & Théwis, A. (2015). Commercial farming of *Leiolepis guttata* in Binh Tuan Province, Vietnam: implications for conservation and management. *Herpetological conservation and biology*, 10, 126-234

- Romero-Bautista, Y. A., Moreno-Calles, A. I., Alvarado-Ramos, F., Reyes Castillo, M., & Casas, A. (2020). Environmental interactions between people and birds in semiarid lands of the Zapotitlán Valley, Central Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 16(1), 32. <https://doi.org/10.1186/s13002-020-00385-1>
- Rsoftware Development Core Team. (2021). *R Software* (R-3.6.3 for Windows (32/64 bit)) [Computer software]. The R Foundation. <https://cran.r-project.org/bin/windows/base/old/3.6.3/>
- Rubio-Cisneros, N. T., Moreno-Báez, M., Glover, J., Rissolo, D., Sáenz-Arroyo, A., Götz, C., Salas, S., Andrews, A., Marín, G., Morales-Ojeda, S., Antele, F., & Herrera-Silveira, J. (2019). Poor fisheries data, many fishers, and increasing tourism development: Interdisciplinary views on past and current small-scale fisheries exploitation on Holbox Island. *Marine Policy*, 100, 8–20. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.10.003>
- Rutina, L. P., Mogwera, K. M., Seonyatseng, E., Mpofu, C., & Ntloyathuto, D. (2017). Herders' ecological knowledge and carnivore predation on livestock investigations in Makgadikgadi and Nxai national parks, Botswana. *Koedoe*, 59(2). <https://doi.org/10.4102/koedoe.v59i2.1389>
- Sánchez, O. (1999). Biodiversidad, Conservación y Manejo. En *Diplomado en manejo de vida silvestre. Conservación y Manejo de Vertebrados del norte árido y semi-árido de México* (Sánchez O. y Vázquez-Domínguez E., pp. 13-23). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Dirección Nacional de Vida Silvestre (INE-SEMARNAP), Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos de América (USFWS), Facultad de Ciencias Forestales UANL.
- Santos, C. A. B., & Alves, R. R. (2016). Ethnoichthyology of the indigenous Truká people, Northeast Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 12(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s13002-015-0076-5>
- Santos, J., dos Santos Teixeira, J. V., Arêas Guanaes, D. H., Duarte da Rocha, W., & Schiavetti, A. (2020). Conflicts between humans and wild animals in and surrounding protected area (Bahia, Brazil): An ethnozoological approach. *Ethnobiology and Conservation*. <https://doi.org/10.15451/ec2020-02-9.05-1-22>
- Santos-Fita, D. (2013). *Cacería de Subsistencia, Manejo y Conservación de Fauna Silvestre en Comunidades rurales de la Península de Yucatán, México*. Tesis de Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable. Ecosur.

Santos-Fita, D. (2016). La milpa comedero-trampa de los cazadores mayas del centro de Quintana Roo. En *Etnoagroforesteria en México* (Moreno-Calles, A., Toledo, V., Casas, A. y Vallejo, M. pp- 263-267). Universidad Nacional Autónoma de México. Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad.

Santos-Fita, D. (2018). Subsistence Hunting in Rural Communities: Incompatibilities and Opportunities within Mexican Environmental Legislation. *Journal of Ethnobiology*, 38(3), 356–371. <https://doi.org/10.2993/0278-0771-38.3.356>

Schiavon, G. de A., Lima, A. C. R. de, Schiedeck, G., Schwengber, J. E., Schubert, R. N., & Pereira, C. V. (2015). O conhecimento local sobre a fauna edáfica e suas relações com o solo em agroecossistema familiar de base ecológica: Um estudo de caso. *Ciência Rural*, 45(4), 658–660. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20121185>

Seid, M. A., Kuhn, N. J., & Fikre, T. Z. (2016). The role of pastoralism in regulating ecosystem services. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE*, 35(2), 435–444. <https://doi.org/10.20506/rst.35.2.2534>

Shokirov, Q., & Backhaus, N. (2020). Integrating hunter knowledge with community-based conservation in the Pamir Region of Tajikistan. *Ecology and Society*, 25(1), art1. <https://doi.org/10.5751/ES-11253-250101>

Sinclair, A. R. E., Fryxell, J. M., & Caughley, G. (2006). *Wildlife Ecology, Conservation and Management* (2nd ed.). Blackwell Publishing.

Singh, R., Sharma, R. K., Babu, S., & Bhatnagar, Y. V. (2020). Traditional Ecological Knowledge and Contemporary Changes in the Agro-pastoral System of Upper Spiti Landscape, Indian Trans-Himalayas. *Pastoralism*, 10(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s13570-020-00169-y>

Sjölander-Lindqvist, A., Johansson, M., & Sandström, C. (2015). Individual and collective responses to large carnivore management: The roles of trust, representation, knowledge spheres, communication and leadership. *Wildlife Biology*, 21(3), 175–185. <https://doi.org/10.2981/wlb.00065>

Slocombe, D.S. (1998). Defining goals and criteria for ecosystem based management. *Environmental management*, 22 (4), 483-493.

- Smith, B. D. (2011). General patterns of niche construction and the management of 'wild' plant and animal resources by small-scale pre-industrial societies. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1566), 836–848. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0253>
- Solís, L., & Casas, A. (2019). Cuicatec ethnozoology: Traditional knowledge, use, and management of fauna by people of San Lorenzo Pápalo, Oaxaca, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 15(1), 58. <https://doi.org/10.1186/s13002-019-0340-1>
- Stauder, J., Favilli, F., Stawinoga, A. E., Omizzolo, A., & Streifeneder, T. P. (2020). The attitude of society to the return of the wolf in South Tyrol (Italy). *European Journal of Wildlife Research*, 66(3), 40. <https://doi.org/10.1007/s10344-020-1372-5>
- Stephenson, J., & Moller, H. (2009). Cross-cultural environmental research and management: Challenges and progress. *Journal of the Royal Society of New Zealand*, 39(4), 139–149. <https://doi.org/10.1080/03014220909510567>
- Su, K., Ren, J., Qin, Y., Hou, Y., & Wen, Y. (2020). Efforts of Indigenous Knowledge in Forest and Wildlife Conservation: A Case Study on Bulang People in Mangba Village in Yunnan Province, China. *Forests*, 11(11), 1178. <https://doi.org/10.3390/f11111178>
- Sugiyama, N., Martínez-Polanco, M. F., France, C. A. M., & Cooke, R. G. (2020). Domesticated landscapes of the neotropics: Isotope signatures of human-animal relationships in pre-Columbian Panama. *Journal of Anthropological Archaeology*, 59, 101195. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2020.101195>
- Sylvester, O., & Segura, A. G. (2016). Landscape Ethnoecology of Forest Food Harvesting in the Talamanca Bribri Indigenous Territory, Costa Rica. *Journal of Ethnobiology*, 36(1), 215–233. <https://doi.org/10.2993/0278-0771-36.1.215>
- Teixeira, P. H. R., Thel, T. do N., Ferreira, J. M. R., de Azevedo, S. M., Junior, W. R. T., & Lyra-Neves, R. M. (2014). Local knowledge and exploitation of the avian fauna by a rural community in the semi-arid zone of northeastern Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 10(1), 81. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-10-81>
- Thornton, T., Deur, D., & Kitka, H. (2015). Cultivation of Salmon and other Marine Resources on the Northwest Coast of North America. *Human Ecology*, 43(2), 189–199. <https://doi.org/10.1007/s10745-015-9747-z>

Toledo, V. M., & Barrera Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural: La importancia ecológica de la sabidurías tradicionales*. Icaria Editorial.

Toledo, V. M., Ortiz-Espejel, B. F., Cortés, L., Moguel, P., & Ordoñez, M. de J. (2003). The Multiple Use of Tropical Forests by Indigenous Peoples in Mexico: A Case of Adaptive Management. *Conservation Ecology*, 7(3), art9. <https://doi.org/10.5751/ES-00524-070309>

Tomaselli, M., Gerlach, S. C., Kutz, S. J., Checkley, S. L., & Iqaluktutiaq, T. C. of. (2018). Iqaluktutiaq Voices: Local Perspectives about the Importance of Muskoxen, Contemporary and Traditional Use and Practices + Supplementary Appendices S1–S5 (See Article Tools). *ARCTIC*, 71(1). <https://doi.org/10.14430/arctic4697>

Tomaselli, M., Kutz, S., Gerlach, C., & Checkley, S. (2018b). Local knowledge to enhance wildlife population health surveillance: Conserving muskoxen and caribou in the Canadian Arctic. *Biological Conservation*, 217, 337–348. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.11.010>

Ulicsni, V., Svanberg, I., & Molnár, Z. (2016). Folk knowledge of invertebrates in Central Europe—Folk taxonomy, nomenclature, medicinal and other uses, folklore, and nature conservation. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 12(1), 47. <https://doi.org/10.1186/s13002-016-0118-7>

Unsworth, R. K. F., Hinder, S. L., Bodger, O. G., & Cullen-Unsworth, L. C. (2014). Food supply depends on seagrass meadows in the coral triangle. *Environmental Research Letters*, 9(9), 094005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/9/094005>

Valdez, R. & Ortega-Santos, J.A. (2019). *Wildlife Ecology and Management in Mexico*. EBSCO Publishing : eBook K-8 Collection (EBSCOhost) - printed on 11/3/2021 3:14 PM via UNAM AN: 2023675

Valsecchi, J., El Bizri, H., & Figueira, J. (2014). Subsistence hunting of *Cuniculus pacai* in the middle of the Solimões River, Amazonas, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 74(3), 560–568. <https://doi.org/10.1590/bjb.2014.0098>

Van Holt, T., Townsend, W. R., & Cronkleton, P. (2010). Assessing Local Knowledge of Game Abundance and Persistence of Hunting Livelihoods in the Bolivian Amazon Using Consensus Analysis. *Human Ecology*, 38(6), 791–801. <https://doi.org/10.1007/s10745-010-9354-y>

- Van Itterbeeck, J., & van Huis, A. (2012). Environmental manipulation for edible insect procurement: A historical perspective. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 8(1), 3. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-8-3>
- van Vliet, N., Muhindo, J., Kambale Nyumu, J., Mushagalusa, O., & Nasi, R. (2018). Mammal Depletion Processes as Evidenced From Spatially Explicit and Temporal Local Ecological Knowledge. *Tropical Conservation Science*, 11, 194008291879949. <https://doi.org/10.1177/1940082918799494>
- Vierros, M. (2017). Communities and blue carbon: The role of traditional management systems in providing benefits for carbon storage, biodiversity conservation and livelihoods. *Climatic Change*, 140(1), 89–100. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0920-3>
- Watson, A. (2013). Misunderstanding the “Nature” of Co-Management: A Geography of Regulatory Science and Indigenous Knowledges (IK). *Environmental Management*, 52(5), 1085–1102. <https://doi.org/10.1007/s00267-013-0111-z>
- Weiss, K., Hamann, M., & Marsh, H. (2013). Bridging Knowledges: Understanding and Applying Indigenous and Western Scientific Knowledge for Marine Wildlife Management. *Society & Natural Resources*, 26(3), 285–302. <https://doi.org/10.1080/08941920.2012.690065>
- Western, D., Tyrrell, P., Brehony, P., Russell, S., Western, G., & Kamanga, J. (2020). Conservation from the inside-out: Winning space and a place for wildlife in working landscapes. *People and Nature*, 2(2), 279–291. <https://doi.org/10.1002/pan3.10077>
- Wezel, A., Stöckli, S., Tasser, E., Nitsch, H., & Vincent, A. (2021). Good Pastures, Good Meadows: Mountain Farmers’ Assessment, Perceptions on Ecosystem Services, and Proposals for Biodiversity Management. *Sustainability*, 13(10), 5609. <https://doi.org/10.3390/su13105609>
- Wray, K., & Parlee, B. (2013). Ways We Respect Caribou: Teet’it Gwich’in Rules. *ARCTIC*, 66(1), 68–78. <https://doi.org/10.14430/arctic4267>
- Zarazúa-Carbajal, M., Chávez-Gutiérrez, M., Peña-Mondragón, J. L., & Casas, A. (2022). Ecological Knowledge and Management of Fauna Among the Mexicatl of the Sierra Negra, México: An Interpretive Approach. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, 760805. <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.760805>
- Zarazúa-Carbajal, M., Chávez-Gutiérrez, M., Romero-Bautista, Y., Rangel-Landa, S., Moreno-Calles, A. I., Ramos, L. F. A., Smith, S. E., Blancas, J., del Val, E., del Coro Arizmendi, M., & Casas, A.

(2020). Use and management of wild fauna by people of the Tehuacán-Cuicatlán Valley and surrounding areas, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 16(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s13002-020-0354-8>

Zeder, M. A. (2006). Central questions in the domestication of plants and animals. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 15(3), 105–117. <https://doi.org/10.1002/evan.20101>

Zeder, M. A. (2015). Core questions in domestication research. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(11), 3191–3198. <https://doi.org/10.1073/pnas.1501711112>

Zhang, L., Guan, Z., Fei, H., Yan, L., Turvey, S. T., & Fan, P. (2020). Influence of traditional ecological knowledge on conservation of the skywalker hoolock gibbon (Hoolock tianxing) outside nature reserves. *Biological Conservation*, 241, 108267. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108267>

V. Discusión general

Los resultados de los tres capítulos están en línea con la idea principal que condujo la investigación: el manejo local de la fauna ocurre a múltiples escalas ecológicas y con diferentes niveles de intensidad, las cuales reflejan el interés de la gente por asegurar la disponibilidad de animales deseados debido a su valor utilitario o cultural, así como por el establecimiento de interacciones afectivas y el aprecio por la vida de los animales. Asimismo, el manejo puede tener la intención de disminuir los conflictos con aquellos animales no deseados, en ocasiones con estrategias para ahuyentarlos, en otras mediante control letal. Todas estas interacciones de las personas con la fauna son complejas y múltiples aspectos son considerados en el manejo, incluyendo el reconocimiento del valor intrínseco de la fauna y perspectivas relacionales.

A continuación se discutirán las preguntas generales y resultados de la tesis en una sola narrativa dividida en dos secciones. Además, se dedica una tercera sección para discutir brevemente el concepto de “recursos”. Se incorporan notas respecto a los alcances y limitaciones del trabajo, problemas a resolver y futuras posibilidades. En particular, se enfatizarán las estrategias dirigidas a la fauna silvestre, que fue el elemento común a los tres capítulos. Al tratarse principalmente de prácticas extractivas, tomaron relevancia las regulaciones a la extracción y los posibles efectos en relación a la conservación. Las preguntas generales fueron: ¿cómo se articulan el conocimiento local y las estrategias de manejo local de fauna?, ¿cómo se manifiestan la diversidad de las prácticas de manejo local de fauna y un gradiente continuo de intensidad de manejo?, ¿cuáles indicadores son útiles como marcadores de la intensidad de manejo de fauna?, ¿cuáles son las condiciones que actúan como motivadores o detractores de este manejo?

5.1. El conocimiento ecológico local, el manejo local y la conservación

La articulación del CEL y el manejo se abordó en los tres capítulos. En el primer capítulo el análisis se fundamentó en evidencia empírica generada en campo. En el tercer capítulo se incluyó también la articulación del CEL con el conocimiento ecológico académico, según reportan académicos en publicaciones internacionales. En los capítulos que componen esta tesis encontramos la tendencia de

que el CEL fundamenta la configuración de las prácticas de manejo junto con otros elementos concretos de la cosmovisión y a la vez incorporando de manera experimental, de manera temporal o prolongada, información y técnicas de otros cuerpos de conocimiento. Puntualmente, identificamos el CEL tanto por la especificación de las personas entrevistadas de que sus prácticas de manejo proceden de los conocimientos heredados de sus "abuelos" o antepasados (Capítulo 1) como por la manera en que lo reportan los autores en la literatura (Capítulos 2 y 3). Por otro lado, a manera de espejo ¿están, los académicos, incorporando de manera experimental, de manera temporal o de manera prolongada el CEL en sus recomendaciones para el manejo? Por los resultados del capítulo 3 podríamos decir que la literatura científica sí refleja esta tendencia.

En el discurso de los trabajos identificados en la revisión del capítulo 3, predominó la mención a integrar distintos actores, específicamente de la academia, del gobierno y de las comunidades locales, para lograr un manejo de fauna adecuado. Sin embargo, hay heterogeneidad en los conceptos de CEL y de manejo y en este trabajo hemos adoptado aquellos afines a enmarcarlo como manifestaciones de la cosmovisión, no como una cuestión separada de la misma. También existen señalamientos a la complejidad de los intercambios de saberes. Éstos incluyen críticas a la reproducción de relaciones desiguales de poder en la práctica del intercambio entre actores, en el contexto del manejo (Bohensky & Maru, 2011; Carlsson & Berkes, 2005; Popp et al., 2018; Ramos, 2018; Shrestha & Lapeyre, 2018; Toledo & Barrera-Bassols 2008). En este sentido, en este trabajo adoptamos el concepto de “manejo local” para enfatizar que existen estrategias locales, funcionales, que anteceden a las propuestas académicas. Éstas pueden o no incorporar de manera adaptativa las propuestas académicas de manejo.

Para analizar la diversidad de prácticas de manejo y su expresión en un gradiente continuo de intensidad de manejo de fauna, construimos una tipología de prácticas coherente al interior de cada caso analizado (cada capítulo). Sin embargo, en los tres capítulos se comparten elementos en común. Por ejemplo, entre ellas encontramos prácticas vinculadas con la extracción y la conservación, como las regulaciones, por lo que se enfatizarán estos aspectos.

Desde la definición general de manejo que hemos planteado en la introducción, la conservación contempla una intención deliberada de mantener la biodiversidad a diferentes niveles con una perspectiva a futuro, pero contemplando a los humanos como parte de los sistemas socio-

ecológicos. Con base en las múltiples formas del conocimiento ecológico local (CEL) en todo el mundo, las sociedades humanas han resuelto las necesidades de aprovisionamiento y convivencia con la fauna; simultáneamente, cada una de ellas es una forma de conocer el mundo más allá de un valor utilitario (Alves & Albuquerque, 2018), en las que suelen estar involucrados diversos marcos éticos para establecer relaciones de respeto que permitan vivir a otros organismos (Thornton et al. 2015). Sin embargo, las estrategias de manejo locales pueden ser o no, efectivas para proteger o mantener esta biodiversidad (Casas et al., 2014).

En el caso de estudio en el municipio de Coyomeapan encontramos prácticas que discutimos como vinculadas con la coexistencia humano-fauna, concepto planteado desde la biología de la conservación. Fue por ejemplo el caso de la protección de semillas de maíz de la depredación por animales sin control letal. Otras prácticas fueron percibidas como efectivas para garantizar la disponibilidad de un animal en un plazo inmediato (como el cautiverio de conejos *Sylvilagus* sp. y la reubicación de lepidópteros del género *Arsenura*) o en el mediano plazo (como tolerar y proteger individuos adultos de lepidópteros de la familia Hepialidae para asegurar su disponibilidad los años subsecuentes). La cacería fue percibida con cierta ambivalencia: por un lado, permite complementar una dieta saludable y prevenir daños causados por las interacciones con la fauna silvestre, pero, por otro lado, se consideró una causa de la extirpación de la fauna. Esta percepción fue coherente con la presencia de regulaciones que están relacionadas con el reconocimiento de la propiedad privada y comunal (Ostrom et al., 1999). Pero otros testimonios sugirieron que hay regulaciones vinculadas con el reconocimiento de entidades sobrenaturales o sitios sagrados, como ha sido reportado en otras zonas de Mesoamérica (Beaucage & Taller de Tradición Oral del CEPEC, 2012; González-Jácome, 2004; Lazos & Paré, 2000; Santos-Fita et al., 2015). La percepción sobre la efectividad de estas regulaciones a largo plazo fue una cuestión que se mantuvo ambigua y que se puede seguir abordando en investigaciones subsecuentes.

A raíz de estas cuestiones, la búsqueda de literatura del capítulo 3 se dirigió a identificar situaciones similares reportadas en el contexto internacional de los últimos 10 años. La cantidad de estudios de prácticas extractivas de vertebrados por medio de la cacería es relativamente alta en comparación con otras prácticas; por otro lado, se encontraron múltiples reportes de regulaciones

culturales de distinta índole. Sin embargo, pocos trabajos documentaron su efectividad en el largo plazo. Específicamente, similar a Bohensky y Maru (2011), encontramos relativamente más trabajos que reportaron que el colapso del CEL y los sistemas de regulación basados en el mismo, resultan en el aumento de riesgo de deterioro de la biodiversidad, en contraste con aquellos que reportan cómo el manejo basado en CEL permite la conservación de la biodiversidad.

En la literatura revisada se señaló que es importante cuestionar si los propios mecanismos de conservación establecidos por instituciones estatales o por agendas internacionales contribuyen o entorpecen la conservación tanto de la biodiversidad como de los sistemas de conocimiento y manejo local que la sustentan (Crow & Carney, 2012; Ibarra et al., 2011; Santos-Fita, 2018; Ramos, 2018). De manera similar, no debe perderse de vista que el deterioro de los sistemas de manejo tiene una dimensión histórica, política e incluso bélica. Por ejemplo, este aspecto ha sido analizado por Argueta-Villamar (2008) en relación con la introducción de animales domésticos en México, específicamente en el caso de Michoacán: el mismo proceso de adopción de animales domésticos como las gallinas y cerdos, que ahora forman parte de sistemas de subsistencia alrededor del mundo, fue obligado durante el proceso de colonización española, por ejemplo, mediante la exigencia de tributo. Entonces, resulta miope el escrutinio acerca de si el manejo basado en CEL es suficiente para la conservación a largo plazo sin considerar la coherencia entre la conservación de la biota, y las garantías de respeto a la autonomía de las comunidades humanas que la manejan.

El presente trabajo académico ha sido desarrollado en el marco de un posgrado en ciencias biológicas. Está principalmente dirigido a estudiantes y profesionistas de esta área. Uno de sus alcances es analizar las posibilidades y limitaciones del concepto de “manejo” como un puente. Es decir, las oportunidades que brinda para vincular las estrategias aquí llamadas “manejo local” en la literatura de distintas disciplinas. Por ejemplo, en la literatura de etnociencias, pueden ser llamadas “interacciones humano-fauna”, mientras que en la literatura de agroecología pueden recibir el nombre de “sistemas agrosilvopastoriles”. En la biología de la conservación, existe la categoría de “manejo de fauna” y es posible que falte vincular esta etiqueta con lo que aquí llamamos “manejo local”. Después del ejercicio de los capítulos, es evidente que hay un cuerpo de literatura relevante que no aparece bajo las etiquetas de fauna, vida silvestre y de manejo utilizadas en la búsqueda. Para futuras búsquedas es relevante

considerar: 1) búsquedas con niveles taxonómicos más específicos y 2) las categorías “interacciones humano-fauna” y “sistemas agrosilvopastoriles”. Esto puede contribuir a posicionar las estrategias locales y los sistemas de conocimiento que las fundamentan (incluyendo la coherencia y variaciones en las formas de construir y transmitir el conocimiento), en el núcleo de la teoría y práctica del manejo de fauna, en lugar de considerarlas únicamente como un antecedente histórico o un contexto para planificar la conservación.

5.2. Indicadores del gradiente continuo de intensidad en el manejo de fauna

En el caso de los análisis de un gradiente continuo de intensidad de manejo para plantas, se ha considerado que la selección humana aplicada con diferentes niveles de intensidad es una guía fundamental relacionada con los procesos de domesticación (Blancas et al., 2013; Rangel-Landa et al., 2017). Desde esta perspectiva, la selección humana involucra en un nivel de baja intensidad las prácticas de tolerancia, facilitación o de eliminación dirigidas a ciertas plantas según las intenciones humanas de mantener o no determinadas especies o fenotipos. Se utiliza como indicador el reconocimiento de especies y fenotipos preferidos sobre otras especies o categorías infraespecíficas, frecuentemente denominadas “variedades”. Esto contrasta con el manejo de otros grupos taxonómicos. Por ejemplo, en la preparación de fermentos tradicionales como el pulque o el “colonche”, la selección se lleva a cabo aun cuando las comunidades de microorganismos involucrados en el proceso son invisibles ante los ojos de los productores, quienes entonces toman como indicadores las propiedades organolépticas de los productos (Ojeda-Linares et al. 2019).

Entonces, dependiendo de las singularidades del grupo taxonómico, los objetivos del manejo, las personas que lo llevan a cabo y el sitio de estudio, los indicadores utilizados en los análisis de gradientes de intensidad de manejo pueden variar. Por ejemplo, además de la selección humana, otros indicadores para construir una tipología de interacciones entre humanos y plantas y hongos (Blancas et al., 2013; Farfán-Heredia et al., 2018; Rangel-Landa et al., 2017) fueron: a) la energía invertida en las prácticas (horas, esfuerzo), el uso de combustibles fósiles, el uso de herramientas o máquinas que requieren inversión previa en su obtención o producción, la cantidad de personas involucradas en la

práctica, b) la planeación, regulaciones, técnicas y organización involucradas en las estrategias de manejo, c) la producción, en términos de rendimiento en biomasa por unidad de área, d) las preferencias por utilizar el organismo en relación a otros y si se trata de un elemento de consumo básico o no. Álvarez (2019), analizando el caso de microorganismos en fermentos, mencionó, además, la vía de adquisición y transmisión del conocimiento (incipiente vs. especializado) para la elaboración de la práctica. En esta tesis, el análisis de las tipologías se fundamentó en atributos cualitativos y aunque se abordó el manejo de animales domésticos y silvestres, en esta sección se enfatizará la fauna silvestre como elemento común a los tres capítulos.

En los tres capítulos se encontró que aún dentro de la categoría de prácticas extractivas de fauna silvestre, que estarían ubicadas en un nivel de relativamente baja intensidad, de acuerdo con Zeder (2006) y Harris (1989), es posible distinguir una tipología con base en indicadores cualitativos, considerando las poblaciones animales, diferentes elementos y procesos de su hábitat, los comportamientos humanos y las singularidades del sitio en el que ocurren (Figura 2).

Indicadores cualitativos de la intensidad de manejo de fauna			
IM	Comportamientos humanos	IM	Prácticas de manejo
	Regulaciones		Cacería, recolección, captura para cautiverio
--	No existen		Criterios de extracción
-	Existen pero no se cumplen	--	Variables
+	Tienen fundamentos locales	++	Consistentes sobre individuos antes de su reproducción
++	Responden a monitoreo		Crianza de múltiples generaciones
	Organización para la práctica		Criterios de selección artificial
--	Oportunista	-	No aplicados
++	Planeada	++	Aplicados intencionalmente para obtener fenotipos deseados
	Herramientas		Tolerancia/eliminación de plantas hospederas, depredadores o mutualistas
?	Individual	--	Aplicados a escala de individuos
?	Colectiva	+	Aplicados a escala de poblaciones o comunidades
	Herramientas		Manejo de fuego, agua o flujos de materia y energía
--	No se usan	-	Pequeña escala (menos de diez metros)
+	Se usan y no tienen un alto costo	++	Gran escala, con efectos sobre el comportamiento de poblaciones de fauna, comunidades y ecosistemas
++	Se usan y tienen un alto costo		
--	Bajo impacto en poblaciones de fauna		
++	Alto impacto en poblaciones de fauna		
	Participación de animales en la práctica		
--	Ninguna		
+	Se reconocen y aprovechan interacciones ecológicas		
++	Se mantienen y entrenan perros u otros animales		
	Acciones ante el riesgo		
--	Ninguna		
+	Monitoreo		
++	Prevención y/o reacción en respuesta al monitoreo		
		IM	Intensidad de manejo
		--	menor intensidad
		-	
		+	
		++	mayor intensidad
		?	a definir por el caso particular

Figura 2. Indicadores cualitativos de la intensidad de manejo de fauna en prácticas extractivas. Todas estas prácticas ocurren en la interfaz entre las cosmovisiones humanas y los atributos biológicos y ecológicos tanto de humanos como de animales. La combinación de distintos comportamientos humanos puede utilizarse para caracterizar la intensidad con la que ocurren las prácticas de manejo que están dirigidas a los individuos o poblaciones de animales silvestres, o a elementos y procesos de las comunidades bióticas o los ecosistemas de los que forman parte.

Las características de los animales y su hábitat también modulan el efecto que estas prácticas podrían tener sobre parámetros ecológicos o evolutivos de la fauna. Ejemplos de estas características

(discutidas en el capítulo 3) son la estrategia de vida y el comportamiento social y reproductivo de la fauna, la heredabilidad y complejidad en la arquitectura genética de caracteres, la conectividad y flujo génico entre poblaciones, las interacciones ecológicas que contribuyen a moldear los patrones de las comunidades, así como la respuesta o contribución de la fauna a los flujos de materia y energía en el ecosistema. En la medida en que estos atributos son perceptibles para las personas, es posible que los comportamientos humanos se modifiquen de alguna manera.

Sin embargo, para encontrar la coherencia entre las prácticas de manejo, sus motivaciones y los marcadores de la intensidad del manejo hace falta interpretar la singularidad de cada caso. En este sentido, las aproximaciones que permiten dar cabida a múltiples maneras de interpretar la realidad son poderosas (Castillo et al., 2020; Drury et al., 2011; Smith et al., 2020). Entre otras preguntas, podemos pensar: ¿las regulaciones incluyen realizar una extracción selectiva dependiendo de la edad, el sexo del animal, la temporada reproductiva o el reconocimiento de variedades?, o ¿qué fundamento tienen estas regulaciones?, ¿se utilizan indicadores locales para monitorear los resultados de las prácticas extractivas a corto, mediano o largo plazo sobre las poblaciones de animales y comunidades bióticas?, ¿qué motivos externos o internos que ponen a las poblaciones de fauna locales en riesgo son identificados por quienes manejan los animales?, ¿cómo se responde a ellos?, ¿qué oportunidades encuentran quienes llevan a cabo estas prácticas, en las que los conocimientos locales y los conocimientos académicos pueden hacer sinergia?

La relevancia de estos gradientes es que son versátiles como herramienta de análisis de las tipologías de manejo de distintos grupos de organismos y a diferentes escalas del sistema socio-ecológico, lo cual facilitaría una integración teórica en los estudios del manejo (Casas et al., 2016). Permiten estudiar los comportamientos humanos dirigidos a los organismos como individuo y aquellos dirigidos a mantener los sistemas con los cuales se vincula dicho individuo (Clement et al., 2021). Es una vía de análisis para una especie (Torres et al., 2015) o conjuntos de especies (Blancas et al. 2013, Farfán-Heredia et al., 2018) con las que se establecen distintas formas de manejo a diferentes escalas espaciales y temporales.

Partir de la hipótesis de que existe variabilidad en las formas e intensidad de manejo (de una especie o de grupos de especies) a nivel local, permite poner en contexto preguntas acerca de la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos. Es decir, de la capacidad de estos para reorganizarse ante las perturbaciones, conservando cierta estructura y funcionamiento (*sensu* Holling & Sundstrom, 2015). Por ejemplo, ¿cómo afecta la variabilidad en formas e intensidad de manejo a la resiliencia de un sistema socio-ecológico? Como se mostró en el capítulo 3, este es un tema que se puede abordar en futuras investigaciones situando a las prácticas de manejo de fauna como componentes de un sistema socio-ecológico de mayor escala, o bien, situando a una práctica en específico como un sistema socio-ecológico en sí mismo.

5.3. Consideraciones en torno al concepto “recursos”

En esta investigación se transitó de utilizar el concepto de “recurso” aplicado a la biodiversidad (como se puede ver en el primer capítulo) a preferir los términos “organismos”, “biodiversidad”, “fauna” o “elementos” de los sistemas socio-ecológicos. El concepto de “recursos” es ampliamente utilizado en la literatura para denotar un factor ambiental que al ser consumido, es susceptible de agotarse o reducir su disponibilidad al menos temporalmente (Eriksson 2014), o bien, al referir componentes bióticos “de valor o utilidad real o potencial para la humanidad” según la terminología usada en el Convenio de las Naciones Unidas sobre la diversidad biológica de 1992 (disponible en español en <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>). Sin embargo, ha sido criticado por reducir las interacciones entre los humanos y otros organismos a una dimensión utilitaria unidireccional, descartando las complejidades ecológicas, afectivas, simbólicas y éticas de las interacciones humano-fauna y en particular del manejo. Como se muestra en los tres capítulos, es innegable que hoy día la carne, hueso y piel de la fauna silvestre y doméstica tiene relevancia como parte de los sistemas alimenticios, de salud y en la vida cotidiana en general de distintas poblaciones humanas, por ejemplo, en el homenaje o protección frente a otras entidades reconocidas y que existen marcos éticos diversos que median estas relaciones. La invitación para quien lea esta tesis es mantener la mirada en la complejidad de las interacciones humano-fauna y de las diversas propuestas de manejo.

VI. Conclusiones

La configuración de las prácticas de manejo es un proceso en el que intervienen la sinergia entre el conocimiento ecológico local y otros aspectos de la cosmovisión como la importancia de llevar a cabo ciertas celebraciones, el tipo de tenencia de la tierra o la migración. Existe una oportunidad para vincular esta aproximación con parámetros biológicos y ecológicos de las poblaciones de animales y su hábitat, así como con su efecto en las presiones de selección para la fauna. Las fortalezas y limitaciones de las normas y acuerdos para evitar la extirpación de la fauna son también un tema a seguir investigando.

En las escalas analizadas (local, regional e internacional) los animales silvestres son valiosos para satisfacer necesidades de distinta índole, principalmente alimenticias. Para obtenerlos, se realizan prácticas de manejo extractivas, que se manifiestan en cada una de estas escalas a manera de un gradiente continuo en la intensidad de manejo dirigida a los animales o a elementos y procesos de su hábitat. Esto ocurre aún en la presencia de fauna doméstica, la cual también cumple un rol en la satisfacción de necesidades humanas. Por otro lado, las interacciones de conflicto se vinculan con la fauna tanto silvestre como doméstica y motivan una variedad de prácticas que pueden ser enmarcadas en las discusiones de coexistencia humano-fauna e involucran prevención o remediación de pérdidas causadas por la fauna, pero también de conflictos entre personas, asociadas a dichas posibles pérdidas. Sin embargo, en general, el manejo no solo es motivado por el uso o conflictos con la biodiversidad sino por la relevancia de la fauna en todas las dimensiones de la vida de las personas. La desigualdad en las relaciones de poder entre distintas partes interesadas en tomar parte en el manejo, incluida la comunidad científica, así como la falta de reconocimiento a la legitimidad de las prácticas locales de manejo, es una situación que retroalimenta los conflictos humano-humano relacionados con la fauna y en general con la conservación de la biodiversidad.

Entre las prácticas extractivas identificadas se encuentran la cacería, la captura o recolección manual, la reubicación, los cuidados en cautiverio, las decisiones sobre árboles hospederos o animales depredadores, el enriquecimiento del hábitat con vegetación y el manejo de fuego y agua, los cuales implican flujos de materia y energía en el ecosistema. En contraste, las prácticas de crianza sistemática de fauna silvestre o la aplicación deliberada de criterios de selección artificial en la reproducción de los

animales no fue documentada en los estudios en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán y Sierra Negra y los casos en la revisión de literatura internacional fueron muy escasos.

El manejo es un concepto para el cual no hay consenso, que da cabida a perspectivas desde múltiples disciplinas y bajo el mismo pueden articularse las propuestas de manejo de fauna silvestre de las escuelas de la biología de la conservación, el conocimiento ecológico local y las hipótesis de manejo de los estudios de domesticación.

VII. Referencias bibliográficas

- Álvarez, G. (2019). *Influencia de la microbiota y el manejo sobre la calidad del pulque* [Maestría en Ciencias Biológicas, Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://132.248.9.195/ptd2019/mayo/0788774/Index.html>
- Alves, R. R. N., & Albuquerque, U. P. (2018). *Ethnozoology: Animals in our lives*. Elsevier Academic Press.
- Alves, Â. G. C., Ribeiro, M. N., Arandas, J. K. G., & Alves, R. R. N. (2018). Animal Domestication and Ethnozootechny. En *Ethnozoology: Animals in our lives* (Alves, R. & Albuquerque, U.P., pp. 151–165). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809913-1.00009-0>
- Alves, R. R. N., Souto, W., & Albuquerque, U. P. (2018). Ethnozoology: Conceptual and Historical Aspects. En *Ethnozoology: Animals in our lives* (Alves, R. & Albuquerque, U.P., pp. 9–24). Elsevier Academic Press.
- Alves, R., & Souto, W. (2015). Ethnozoology: A Brief Introduction. *Ethnobiology and Conservation*. <https://doi.org/10.15451/ec2015-1-4.1-1-13>
- Argueta-Villamar, A. (1997). *Epistemología e historia de las etnociencias. La construcción de las etnociencias de la naturaleza y el desarrollo de los saberes bioecológicos de los pueblos indígenas*. [Maestría, Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://132.248.9.195/ppt2002/0256443/Index.html>
- Argueta-Villamar, A., Corona, E., Alcántara-Salinas, G., Santos-Fita, D., Aldasoro Maya, E. M., Serrano, R., Teutli, C., & Astorga-Domínguez, M. (2012). Historia, situación actual y perspectivas de la etnozoología en México. *Etnobiología*, 10(1), 18–40.
- Argueta-Villamar (2008). *Los saberes P'urhépecha. Los animales y el diálogo con la naturaleza*. Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, Universidad Nacional Autónoma de México, Gobierno del Estado de Michoacán, Universidad Intercultural Indígena de Michoacán, Programa de Naciones Unidas Para el Medio Ambiente.
- Barrera-Bassols, N., Toledo, V. (2005). Ethnoecology of the Yucatec Maya: symbolism, knowledge and management of natural resources. *Journal of Latin American Geography* 4, 9–41.

Beaucage, P., & Taller de Tradición Oral del CEPEC. (2012). *Cuerpo, Cosmos y Medio Ambiente Entre los Nahuas de la Sierra Norte de Puebla. Una Aventura en Antropología*. Instituto de Investigaciones Antropológicas Universidad Nacional Autónoma de México.

Berkes, F. (2007). Adaptive Co-Management and Complexity: Exploring the many faces of Co-management. En *Adaptive Co-management: Collaboration, Learning, and Multilevel Governance* (Armitage D., Berkes F., Doubleday N., pp. 19–37). UBC Press.

Berkes, F. (2008). *Sacred Ecology* (2nd ed.). Routledge.

Bhattacharyya, J., & Slocombe, S. (2017). Animal agency: Wildlife management from a kincentric perspective. *Ecosphere*, 8(10), e01978. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1978>

Biodiversidad, Conservación y Manejo. (1999). En *Diplomado en manejo de vida silvestre. Conservación y Manejo de Vertebrados del norte árido y semi-árido de México* (O. Sánchez&E. Vázquez-Domínguez). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Dirección Nacional de Vida Silvestre (INE-SEMARNAP), Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos de América (USFWS), Facultad de Ciencias Forestales UANL.

Blancas, J., Casas, A., Moreno-Calles, A., & Caballero, J. (2016). Cultural motives of plant management and domestication. En *Ethnobotany in Mexico. Interactions of people and plants in Mesoamerica* (Casas, A., Lira, R., Blancas, J., pp. 236–256). Springer.

Blancas, J., Casas, A., Pérez-Salicrup, D., Caballero, J., & Vega, E. (2013). Ecological and socio-cultural factors influencing plant management in Náhuatl communities of the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9(1), 39. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-9-39>

Bohensky, E. L., & Maru, Y. (2011). Indigenous Knowledge, Science, and Resilience: What Have We Learned from a Decade of International Literature on “Integration”? *Ecology and Society*, 16(4), art6. <https://doi.org/10.5751/ES-04342-160406>

Carlsson, L., & Berkes, F. (2005). Co-management: Concepts and methodological implications. *Journal of Environmental Management*, 75(1), 65–76. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2004.11.008>

Carter, N. H., & Linnell, J. D. C. (2016). Co-Adaptation Is Key to Coexisting with Large Carnivores. *Trends in Ecology & Evolution*, 31(8), 575–578. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.05.006>

Casas, A., Camou, A., Otero-Arnaiz, A., Rangel-Landa, S., Cruse-Sanders, J., Solís, L., Torres, I., Delgado, A., Moreno-Calles, A. I., Vallejo, M., Guillén, S., Blancas, J., Parra, F., Farfán-Heredia, B., Aguirre-Dugua, X., & Arellanes, Y. (2014). Manejo tradicional de biodiversidad y ecosistemas en Mesoamérica: El Valle de Tehuacán. *Investigacion Ambiental. Sección Investigación*, 6(2), 23–44.

Casas, A., Lira-Saade, R., Torres, I., Delgado, A., Moreno-Calles, A., Rangel-Landa, S., Blancas, J., Larios, C., Solís, L., Pérez-Negrón, E., Vallejo, M., Parra, F., Farfán-Heredia, B., Arellanes, Y., & Campos, N. (2016). Ethnobotany for Sustainable Ecosystem Management: A Regional Perspective in the Tehuacán Valley. En *Ethnobotany of Mexico: Interactions of People and Plants in Mesoamerica* (Casas, A., Lira, R., & Blancas, J., pp. 179–206). Springer.

Casas, A., & Parra, F. (2016). El manejo de recursos naturales y ecosistemas: La sustentabilidad en el manejo de recursos genéticos. En *Domesticación en el continente americano. Manejo de biodiversidad y evolución por las culturas del Nuevo Mundo* (Casas A., Torres J. y Parra F., Vol. 1, pp. 25–50). Universidad Nacional Autónoma de México. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Castillo, A., Bullen-Aguilar, A., Peña-Mondragón, J. L., & Gutiérrez-Serrano, N. G. (2020). The social component of social-ecological research: Moving from the periphery to the center. *Ecology and Society*, 25(1), 6. <https://doi.org/10.5751/ES-11345-250106>

Ceaușu, S., Graves, R. A., Killion, A. K., Svenning, J., & Carter, N. H. (2019). Governing trade-offs in ecosystem services and disservices to achieve human–wildlife coexistence. *Conservation Biology*, 33(3), 543–553. <https://doi.org/10.1111/cobi.13241>

Clement, C. R., Casas, A., Parra-Rondinel, F. A., Levis, C., Peroni, N., Hanazaki, N., Cortés-Zárraga, L., Rangel-Landa, S., Alves, R. P., Ferreira, M. J., Cassino, M. F., Coelho, S. D., Cruz-Soriano, A., Pancorbo-Olivera, M., Blancas, J., Martínez-Ballesté, A., Lemes, G., Lotero-Velásquez, E., Bertin, V. M., & Mazzochini, G. G. (2021). Disentangling Domestication from Food Production Systems in the Neotropics. *Quaternary*, 4(1), 4. <https://doi.org/10.3390/quat4010004>

Crow, B., & Carney, J. (2012). Commercializing Nature: Mangrove Conservation and Female Oyster Collectors in The Gambia. *Antipode*, 45(2), 275–293. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8330.2012.01015.x>

Drury, R., Homewood, K., & Randall, S. (2011). Less is more: The potential of qualitative approaches in conservation research: Qualitative approaches in conservation research. *Animal Conservation*, 14(1), 18–24. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2010.00375.x>

Espinosa, G. (2015). Acerca de la polémica entre perspectivismo y cosmovisión. En *Cosmovisión mesoamericana: Reflexiones, polémicas y etnografías* (Gámez-Espinosa, A. y López-Austin, A., pp. 121–138). El Colegio de México, Fideicomiso Historia de las Américas, Fondo de Cultura Económica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Eriksson, O. (2014). Human niche construction and the Rural Environment. *Rural Landscapes: Society, Environment, History*, 1(1), 1–4. <http://dx.doi.org/10.16993/rl.aa>

FAO. (2022). *Sistema de Información sobre la Diversidad de los Animales Domésticos (DAD-IS FAO)*. <https://www.fao.org/dad-is/es/>

Farfán-Heredia, B., Rangel-Landa, S., & Casas, A. (2018). Cultural, economic, and ecological factors influencing management of wild plants and mushrooms interchanged in Purépecha markets of Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 14(68). <https://doi.org/10.1186/s13002-018-0269-9>

Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., & Norberg, J. (2005). Adaptive Governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 30(1), 441–473. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144511>

González-Jácome, A. (2015). Ambiente y cultura en la agricultura tradicional de México: Casos y perspectivas. *CIENCIA Ergo sum*, 11(2), 153–163.

Good-Eshelman, C. (2015). Las cosmovisiones, la historia y la tradición intelectual. En *Cosmovisión mesoamericana: Reflexiones, polémicas y etnografías* (Gámez-Espinosa, A. y López-Austin, A., pp. 139–160). El Colegio de México, Fideicomiso Historia de las Américas, Fondo de Cultura Económica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Harris, D. R. (1989). An Evolutionary continuum of people-plant interaction. En *Foraging and Farming: The Evolution of Plant Exploitation* (Harris, D.R. and Hillman, G.C., pp. 11–26). Unwin Hyman.

Holling, C.S., & Sundstrom, S. M. (2015). Adaptive management, a personal history. En *Adaptive management of Social-Ecological Systems* (Allen C.R., Garmestani, A. S., pp. 11-26). Springer

Ibarra, J. T., Barreau, A., Campo, C. D., Camacho, C. I., Martin, G. J., & Mccandless, S. R. (2011). When formal and market-based conservation mechanisms disrupt food sovereignty: Impacts of community conservation and payments for environmental services on an indigenous community of Oaxaca, Mexico. *International Forestry Review*, 13(3), 318–337. <https://doi.org/10.1505/146554811798293935>

IPBES (2022): Summary for policymakers of the methodological assessment of the diverse values and valuation of nature of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. U. Pascual, P. Balvanera, M. Christie, B. Baptiste, D. González-Jiménez, C.B. Anderson, S. Athayde, R. Chaplin-Kramer, S. Jacobs, E. Kelemen, R. Kumar, E. Lazos, A. Martin, T.H. Mwampamba, B. Nakangu, P. O'Farrell, C.M. Raymond, S.M. Subramanian, M. Termansen, M. Van Noordwijk, A. Vatn (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6522392>

Knox, J., Ruppert, K., Frank, B., Sponarski, C. C., & Glikman, J. A. (2021). Usage, definition, and measurement of coexistence, tolerance and acceptance in wildlife conservation research in Africa. *Ambio*, 50(2), 301–313. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01352-6>

Laland, K., Matthews, B., & Feldman, M. W. (2016). An introduction to niche construction theory. *Evolutionary Ecology*, 30(2), 191–202. <https://doi.org/10.1007/s10682-016-9821-z>

Larson, G., & Fuller, D. (2014). The Evolution of Animal Domestication. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 45, 115–136. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110512-135813>

Lazos, E., and Paré, L. (2000). *Miradas Indígenas sobre Una Naturaleza Entristecida*. Instituto de Investigaciones Sociales.

López-Austin, A. (2015). Sobre el concepto de cosmovisión. En *Cosmovisión mesoamericana: Reflexiones, polémicas y etnografías* (Gámez-Espinosa, A. López-Austin, A, pp. 12–51). El Colegio de México, Fideicomiso Historia de las Américas, Fondo de Cultura Económica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Lute, M. L., & Carter, N. H. (2020). Are We Coexisting With Carnivores in the American West? *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8, 48. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.00048>

- Madden, F. (2004). Creating Coexistence between Humans and Wildlife: Global Perspectives on Local Efforts to Address Human–Wildlife Conflict. *Human Dimensions of Wildlife*, 9(4), 247–257. <https://doi.org/10.1080/10871200490505675>
- Marchini, S. (2014). “Who’s in conflict with whom? Human dimensions of the conflicts involving wildlife,” En *Applied Ecology and Human Dimensions in Biological Conservation* (Verdade, L. M., Lyra-Jorge, M.C., & Piña, C.I., pp. 189-209). Springer Press
- Maxwell, J. A. (2013). *Qualitative research design. An interactive approach* (3a ed.). SAGE.
- Mayor-Aparicio, P., Santos-Fita, D., & López-Bejar, M. (s/f). *Sostenibilidad en la Amazonía y Cría de animales silvestres*. Centro de Estudios Teológicos de la Amazonía.
- Moreno-Calles, A., Casas, A., Blancas, J., Torres, I., Masera, O., Caballero, J., Garcia-Barrios, L., Pérez-Negrón, E., & Rangel-Landa, S. (2010). Agroforestry systems and biodiversity conservation in arid zones: The case of the Tehuacán Valley, Central México. *Agroforestry Systems*, 80(3), 315–331. <https://doi.org/10.1007/s10457-010-9349-0>
- Ojasti, J. (2000). *Manejo de fauna silvestre neotropical*. Smithsonian Institution, WWF, UNESCO, US Fish and Wildlife Service, Biocentro.
- Ojeda-Linares, C., Vallejo, M., Lappe-Olivera, P., & Casas, A. (s/f). *Traditional management of microorganisms in fermented beverages from cactus fruits in Mexico: An ethnobiological approach*. 16(1). <https://doi.org/10.1186/s13002-019-0351-y>
- Ostrom, E., Burguer, J., Field, C., Norgaard, R., & Policansky, D. (1999). Revisiting the commons: Local lessons, global challenges. *Science*, 284(5412), 278–282. <https://doi.org/10.1126/science.284.5412.278>
- Pauli, N., Barrios, E., Conacher, A. J., & Oberthür, T. (2012). Farmer knowledge of the relationships among soil macrofauna, soil quality and tree species in a smallholder agroforestry system of western Honduras. *Geoderma*, 189–190, 186–198. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.05.027>
- Popp, J. N., Priadka, P., & Kozmik, C. (2018). The rise of moose co-management and integration of Indigenous knowledge. *Human Dimensions of Wildlife*, 24(2), 159–167. <https://doi.org/10.1080/10871209.2019.1545953>

- Ramos, S. C. (2018). Considerations for culturally sensitive traditional ecological knowledge research in wildlife conservation: Considerations for Culturally Sensitive TEK. *Wildlife Society Bulletin*, 42(2), 358–365. <https://doi.org/10.1002/wsb.881>
- Rangel-Landa, S., Casas, A., Rivera-Lozoya, E., Torres-García, I., & Vallejo-Ramos, M. (2016). Ixcatec ethnoecology: Plant management and biocultural heritage in Oaxaca, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 12(1), 30. <https://doi.org/10.1186/s13002-016-0101-3>
- Rangel-Landa, S., Casas, A., García-Frapolli, E., & Lira, R. (2017). Sociocultural and ecological factors influencing management of edible and non-edible plants: The case of Ixcatlán, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 13(1), 59. <https://doi.org/10.1186/s13002-017-0185-4>
- Sancén, F. (2015). Dinamismo de la cosmovisión a partir de la praxis. En *Aportes al estudio de la cosmovisión* (Sancén, F., pp. 131–148). Universidad Autónoma Metropolitana.
- Sánchez, O. (1999). Biodiversidad, Conservación y Manejo. En *Diplomado en manejo de vida silvestre. Conservación y Manejo de Vertebrados del norte árido y semi-árido de México* (Sánchez O. y Vázquez-Domínguez E., pp. 13-23). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Dirección Nacional de Vida Silvestre (INE-SEMARNAP), Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos de América (USFWS), Facultad de Ciencias Forestales UANL.
- Santos-Fita, D. (2013). *Cacería de Subsistencia, Manejo y Conservación de Fauna Silvestre en Comunidades rurales de la Península de Yucatán, México* [Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable, El Colegio de la Frontera Sur]. <https://biblioteca.ecosur.mx/cgi-bin/koha/opac-retrieve-file.pl?id=3eb0215acec81477702361cee3cf6200>
- Santos-Fita, D. (2018). Subsistence Hunting in Rural Communities: Incompatibilities and Opportunities within Mexican Environmental Legislation. *Journal of Ethnobiology*, 38(3), 356–371. <https://doi.org/10.2993/0278-0771-38.3.356>
- Santos-Fita, D., Naranjo, E., Estrada, E., Mariaca, R., & Bello, E. (2015). Symbolism and ritual practices related to hunting in Maya communities from central Quintana Roo, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 11(71). <https://doi.org/10.1186/s13002-015-0055-x>

- Shrestha, Y., & Lapeyre, R. (2018). Modern Wildlife Monitoring Technologies: Conservationists versus Communities? A Case Study: The Terai-Arc Landscape, Nepal. *Conservation and Society*, 16(1), 91. https://doi.org/10.4103/cs.cs_16_83
- Sinclair, A. R. E., Fryxell, J. M., & Caughley, G. (2006). *Wildlife Ecology, Conservation and Management* (2nd ed.). Blackwell Publishing.
- Smith, B. D. (2011). A Cultural Niche Construction Theory of Initial Domestication. *Biological Theory*, 6(3), 260–271. <https://doi.org/10.1007/s13752-012-0028-4>
- Smith, B. D. (2011b). General patterns of niche construction and the management of ‘wild’ plant and animal resources by small-scale pre-industrial societies. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1566), 836–848. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0253>
- Smith, K., Barrett, C., & Box, P. (2000). Participatory Risk Mapping for Targeting Research and Assistance: With an Example from East African Pastoralists. *World Development*, 28(11), 1945–1959.
- Sobre el concepto de cosmovisión. (2015). En *Cosmovisión mesoamericana: Reflexiones, polémicas y etnografías* (Gámez-Espinosa, A. López-Austin, A, pp. 12–51). El Colegio de México, Fideicomiso Historia de las Américas, Fondo de Cultura Económica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Solís, L., & Casas, A. (2019). Cuicatec ethnozoology: Traditional knowledge, use, and management of fauna by people of San Lorenzo Pápalo, Oaxaca, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 15(1), 58. <https://doi.org/10.1186/s13002-019-0340-1>
- Strauss, A., and Corbin, J. M. (1998). *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory* (2nd Edn). SAGE.
- Sugiyama, N., Martínez-Polanco, M. F., France, C. A. M., & Cooke, R. G. (2020). Domesticated landscapes of the neotropics: Isotope signatures of human-animal relationships in pre-Columbian Panama. *Journal of Anthropological Archaeology*, 59, 101195. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2020.101195>
- Thornton, T., Deur, D., & Kitka, H. (2015). Cultivation of Salmon and other Marine Resources on the Northwest Coast of North America. *Human Ecology*, 43(2), 189–199. <https://doi.org/10.1007/s10745-015-9747-z>

- Toledo, V. M. (2002). Ethnoecology. A conceptual framework for the Study of Indigenous Knowledge of Nature. En *Ethnobiology and biocultural diversity*. (Stepp J.R., F.S. Whyndhan&R.K. Zarger, pp. 511–522). The International Society of Ethnobiology.
- Toledo, V. M., & Barrera Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural: La importancia ecológica de la sabidurías tradicionales*. Icaria Editorial.
- Torres, I., Blancas, J., Leon, A., & Casas, A. (2015). TEK, local perceptions of risk, and diversity of management practices of *Agave inaequidens* in Michoacán, México. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 11(61). <https://doi.org/10.1186/s13002-015-0043-1>
- Van Itterbeeck, J., & van Huis, A. (2012). Environmental manipulation for edible insect procurement: A historical perspective. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 8(1), 3. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-8-3>
- Zeder, M. A. (2006). Central questions in the domestication of plants and animals. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 15(3), 105–117. <https://doi.org/10.1002/evan.20101>
- Zeder, M. A. (2015). Core questions in domestication research. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(11), 3191–3198. <https://doi.org/10.1073/pnas.1501711112>
- Zeuner, F. E. (1963). *A history of domesticated animals*. Hutchinson.

VIII. ANEXOS

CAPÍTULO 1.

Los instrumentos de entrevistas y talleres, incluyendo el listado de especies utilizadas en los estímulos visuales y la relación con fecha de estas actividades, así como la lista de animales con reportes de uso y manejo, indicando su nomenclatura en náhuatl se encuentran disponibles en la siguiente liga:

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2022.760805/full#supplementary-material>

como material suplementario del artículo:

Zarazúa-Carbajal M, Chávez-Gutiérrez M, Peña-Mondragón JL y Casas A (2022) Ecological Knowledge and Management of Fauna Among the Mexicatl of the Sierra Negra, México: An Interpretive Approach. *Front. Ecol. Evol.* 10:760805. doi: 10.3389/fevo.2022.760805

En esta sección se presentan las traducciones al español de las guías de entrevistas y talleres, así como una lista de nombres de animales en náhuatl.

I. Instrumentos de entrevistas y talleres

Guía para entrevistas semiestructuradas, con adultos

Animales silvestres

Preguntas básicas

1. ¿Qué animales silvestres viven en (localidad)
2. ¿Cuáles son sus nombres en mexicatl?

Preguntas de seguimiento

3. ¿Dónde ha visto a este animal?
4. ¿Qué come este animal?
5. ¿Se usa de alguna manera? ¿Para qué?
6. ¿Qué tan fácil es obtenerlo?
7. ¿Qué tan escaso es?
8. ¿Qué tan lejos tiene que ir la gente para traerlo?
9. ¿En qué época del año se ve?

Preguntas para profundizar

10. ¿Hay algún animal que dañe los cultivos/otros animales/la salud humana/ otros?
11. ¿Qué animal es más sabroso?
12. ¿Hay algún animal que sea de buena/mala suerte?
13. ¿Hay algún animal que esté desapareciendo de la localidad?
14. ¿Hay algún animal que sea más abundante ahora que en el pasado?
15. ¿Por qué es más/menos abundante?
16. ¿Hay algo más que le gustaría decir acerca de los animales?

Animales domésticos

Preguntas básicas

1. ¿Qué animales tiene la gente en (localidad)?
2. ¿Cómo se llaman en mexicatl?

Preguntas de seguimiento

3. ¿Para qué los tiene la gente?
4. ¿Se enferman?
5. ¿Cómo se curan?
6. ¿Cómo los reproduce/selecciona la gente? (i.e. huevos/seméntales/crías)
7. ¿Qué animales silvestres se llevan a cautiverio?
8. ¿Hay algo más que le gustaría decir acerca de estos animales?

Guía para ejercicio de estímulos visuales usada en talleres y entrevistas individuales

1. Clave y nombre del animal
2. Presente/no presente
3. ¿Dónde se ha visto?
4. ¿Qué come?
5. ¿Para qué se usa este animal?
6. ¿Quiere comentar alguna información adicional?
7. ¿Qué otros animales, no incluidos en las fotos, ha visto aquí?

II. Listado de nombres comunes de animales en localidades nahuas de la Sierra Negra

Listado de nombres comunes de fauna en español y mexicatl en orden alfabético

Español	Mexicatl
Abeja (<i>Apis mellifera</i>)	serakuili
Águila/gavilán	kuixi
Alacrán (Scorpiones)	kolotl
Araña (Arachnida)	tokatl
Ardillas (Sciuridae)	moto, tlalmoto, chichilmoto, tepaxi
Armadillo (<i>Dasyurus novemcinctus</i>)	ayotochi
Borrego (<i>Ovis aries</i>)	ichka
Brazo fuerte (<i>Tamandua mexicana</i>)	pac
Búho (Strigiformes)	kojkowi (ave que canta al anocheecer), tekolotl yolkatl (animal, se usa para referir animales introducidos como éstos)
Burro, caballo (Equidae)	chijna
Cacomixtle (<i>Bassariscus sp.</i>)	atexajka
Caracol de río (Gastropoda)	tsimpalakawi
Caracol de tierra (Gastropoda)	tlatsilinia
Centzontle (<i>Mimus polyglotos</i>)	kuowtusa; kuajkuachi
Cereque (<i>Dasyprocta sp.</i>)	tenzo
Chivo (<i>Capra hircus</i>)	kayojcho
Codorniz	mitsiki, witsiki
Colibri (Trochilidae)	

Comadreja (<i>Mustela frenata</i>)	kosama
Conejo (<i>Silvilagus</i> sp.)	tochi
Coralillo (<i>Micrurus</i> sp.)	eskowatl, eskuatl
Coyote (<i>Canis latrans</i>)	koyotl, tekuaní (para los animales que muerden) siwa kaxtil/siwa pio/ pio lama (que ya pone huevos o ya tiene hijos)
Gallina (<i>Gallus gallus domesticus</i>)	chahuistle
Gallina ciega (Coleoptera Melolonthidae)	kaxtil
Gallo (<i>Gallus gallus domesticus</i>)	aztatl
Garza (Ardeidae)	misto/miston/misi
Gato (<i>Felis catus</i>)	tleolokuili (tleotl es maíz, okuili es animal)
Gorgojo (Curculionidae)	tsijtsikui
Grillo (Orthoptera)	wewejcho
Guajolote (<i>Meleagris gallopavo</i>)	siwa totoli/ totoli
Guajolote hembra	totoli
Guajolote joven	chakali, xikala
Gusano azotador (Lepidoptera)	xijte
Gusano (Diptera)	askatl
Hormiga (Formicidae)	tliliwikaskatl
Hormiga negra (Formicidae)	tliliwikaskatl
Hormiga roja (Formicidae)	tepekochi
Jabali (<i>Pecari tajacu</i>)	ketsotl
Lagartija (Squamata)	chajmokuili, mahmokuili, chajchama
Lepidopteros Hepialidae	
Lepidopteros Hepialidae y <i>Arsenura</i> spp.	poxokuili
Lombriz de tierra (Annelida)	tlaltsonkowatl
Mapache (<i>Procyon lotor</i>)	mapachi
Mariposa (Lepidoptera)	papalotl
Martucha (<i>Potos flavus</i>)	wiok
Mosca (Diptera)	sayoli, moyotl
Murcielago (Chiroptera)	tsinaka
no determinado (<i>Abronia</i> sp.)	kowishi
no determinado (<i>Aphelocoma</i> sp.)	xoxowiktototsi
Pájaro (Aves)	tototl, tototsi (diminutivo)
Pájaro carpintero (Picidae)	kuawtataraka
Perro (<i>Canis familiaris</i>)	iscuintli
Pez	michi
Piojo (Anoplura)	piochi
Primavera (Aves)	tajtak
Puerco (<i>Sus scrofa</i>)	pitsotl
Pulga (Siphonaptera)	tekpi
Rana (Anura)	kawalatl, kalatl
Ratón (Rodentia)	kimichi
Serpientes (Serpentes)	Kuwatl, metlapilkuwatl, petlalzolkuwatl,

Tejón (<i>Nasua narica</i>)	tepexikuwatl, tepotzo, xoxinahuea, xuxuwikuwatl
Tepezcuintle (<i>Cuniculus paca</i>)	pesojtli
Tigre (Felidae)	tepecuintli
Tigrillo (Felidae)	tekuani
Tlacuache (<i>Didelphis spp.</i>)	ocelotl
Tortuga (Testudines)	tlakua
Tuza (<i>Orthogeomys sp.</i>)	ayotsi
Venado (<i>Odocoileus virginianus</i>)	tuza, tlaltuza
Venado cuerno de canasta (<i>O. virginianus</i>)	mazatl
Venado cuerno de polin (<i>O. virginianus</i>)	xilliba
Venado cuerno de tejocote (<i>O. virginianus</i>)	esketseli
Venado temazate (<i>Mazama temama</i>)	xowotewitzwa
Viuda negra (<i>Latrodectus sp.</i>)	temotzi
Víbora de agua	tsintlatlawi
Víbora de cascabel (<i>Crotalus sp.</i>)	ahuatl
Víbora de orejas	tekuankuwatl
Zancudo (Diptera)	awaskuwatl
Zopilote aura (<i>Catharthes aura</i>)	moyotl
Zorrillo (Mephitidae)	kuixi tsintlatawi, tsopil
Zorro (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>)	epatl
	istotsi

CAPÍTULO 2.

El listado de las localidades incluidas en el trabajo y el listado de especies con algún tipo de uso/o manejo en la región del Valle de Tehuacán Cuicatlán se encuentran disponibles en la siguiente liga:

<https://ethnobiomed.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13002-020-0354-8#Sec14>

como material suplementario de la publicación:

Zarazúa-Carbajal, M., Chávez-Gutiérrez, M., Romero-Bautista, Y., Rangel-Landa, S., Moreno-Calles, A. I., Ramos, L. F. A., et al. (2020). Use and management of wild fauna by people of the Tehuacán-Cuicatlán Valley and surrounding areas, Mexico. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 16:4. doi: 10.1186/s13002-020-0354-8

CAPÍTULO 3

Tabla 1. Vinculación entre países de adscripción y países de sitio de estudio.

País de adscripción	País de sitio de estudio (número de conexiones)
1 Alemania	Ecuador (1), Ghana (1), Internacional (1), Mexico (1), Namibia (1), Timor-Leste (1)
2 Argentina	Argentina (4), Brasil (1), Internacional (1)
3 Australia	Australia (1), Honduras (1), Timor-Leste (1)
4 Bangladesh	Bangladesh (1)
5 Belgica	Vietnam (1)
6 Bolivia	Bolivia (1)
7 Botswana	Botswana (2)
8 Brasil (31)	Brasil (27), Internacional (2), Mexico (2)
9 Camerun	Camerun (3)
10 Canada (21)	Canada (15), Costa Rica (1), Ghana (1), Internacional (2), Kenya (1), Mexico (1)
11 China	China (3)
12 Colombia	Honduras (1)
13 Congo	Congo (2)
14 Costa_Rica	Costa_Rica (1)
15 Dinamarca	Congo (1), Groenlandia (1)
16 Escocia	Camerun (2)
17 España	Internacional (1), Portugal (1), Tanzania (1)
18 Etiopia	Internacional (1)
19 EUA (33)	Argentina (1), Bangladesh (1), Bolivia (1), Botswana (1), Brasil (1), Camerun (1), Canada (2), Congo (1), EUA (6), Filipinas (1), Gambia (1), Ghana (1), India (1), Internacional (6), Kenya (2), Mexico (1), Panama (1), Peru (1), Portugal (1), Sierra Leona (1), Vietnam (1)
20 Filipinas	Filipinas (1)
21 Finlandia	Internacional (1)
22 Francia	Congo (1), India (1), Internacional (1), Panama (1), Sudafrica (1)
23 Gales	Indonesia (1)
24 Ghana	Ghana (2)
25 Holanda	Internacional (1), Zimbabwe (1)
26 Hungría	Hungría (1)
27 India	India (6)
28 Indonesia	Indonesia (1)

29 Inglaterra	Bangladesh (1), Botswana (1), Brasil (1), Canada (1), China (2), Congo (1), Filipinas (1), Guinea-Bissau (1), India (1), Mexico (1), Peru (1), Turquia (1)
30 Italia	Internacional (1)
31 Japon	Camerun (1)
32 Kenya	Kenya (2), Zimbabwe (1)
33 Malasia	Honduras (1), India (1)
34 Mexico (20)	Brasil (1), Mexico (19)
35 Noruega	Canada (2), Internacional (1)
36 Nueva_Zelanda	Nueva_Zelanda (2)
37 Panama	Panama (1)
38 Polonia	Internacional (1)
39 Portugal	Guinea-Bissau (1), Internacional (1), Portugal (3)
40 Sudafrica	Ghana (1), Internacional (1), Sudafrica (1)
41 Suecia	Suecia (1)
42 Suiza	Argentina (1), Internacional (2), Portugal (1), Tajikistan (1)
43 Timor-Leste	Timor-Leste (1)
44 Turquia	Timor-Leste (1)
45 Uganda	Uganda (1)
46 Vietnam	Vietnam (1)
47 Zimbabwe	Zimbabwe (1)

Tabla 2. Conceptos afines al conocimiento ecológico tradicional/local en los enfoques de investigación de la literatura revisada.

Concepto	Definición	Autores referidos	Autores del trabajo
Etnociencias			
Conocimiento ambiental local	Transmitido generacionalmente. En el caso de las aves implica reconocerlas y a sus cantos, las épocas de migración, los nidos que corresponden a cada especie, los procesos de captura y cuidados en cautiverio, y la interpretación de las señales de las aves “predictoras”.	-	Romero-Bautista et al. 2020
Conocimiento ambiental tradicional	Abarca los conocimientos que tienen las personas locales acerca del ambiente físico que los rodea, sus plantas, animales, suelos, clima, etc., así como sus creencias y valores. La conservación y manejo de los recursos naturales son temas que también son incorporados al CAT.	Hunn 1993; Snively y Corsiglia 2001	Flores-Manzanero et al. 2013
Conocimiento ecológico local	Conocimiento de la fauna por poblaciones humanas provenientes de prácticas y observaciones sistemáticas, construidas a lo largo de las generaciones.	Berkes 1999, Huntington 2000.	Pinto et al. 2015
Conocimiento ecológico local	Conocimiento relativo al ambiente, adquirido en el tiempo de vida de los individuos, desarrollado a través de interacciones con el ambiente natural.	Gilchrist et al. 2005	Fopa et al. 2020
Conocimiento ecológico tradicional	Conocimiento evaluado por prueba y error, transmitido oralmente o por la práctica de experiencias, manteniendo la memoria biocultural a través de las generaciones.	Berkes et al. 2000; Huntington 2000; Toledo and Barrera Bassols 2009	Ballejo et al. 2019
Conocimiento ecológico tradicional	Complejo de conocimientos, creencias y prácticas.	Berkes 2008, Toledo 2002.	Zarazúa-Carbajal et al. 2020
Conocimiento ecológico tradicional	Conocimiento profundo de la diversidad, propiedades, beneficios, daños, interacciones, simbolismos, mitos, costumbres, prácticas para usar los recursos y promover o controlar su abundancia. Todo resultado de una larga historia compartida entre las poblaciones humanas y los ecosistemas.	-	Solís y Casas 2019
Conocimiento ecológico tradicional	Conocimiento y experiencia del individuo en relación al mundo natural y espiritual; el ambiente, la organización social y la organización	Davis and Wagner, 2003; Diegues	Abreu et al. 2017

	supernatural están vinculadas. Incluye la ocurrencia y distribución de recursos marinos, la comprensión de las dinámicas ambientales. Este conocimiento empírico es transmitido oralmente por y a otros miembros de la población.	2000; Usher 2000, Berkes 2003.	
Conocimiento ecológico tradicional/local	Resultante de la experiencia acumulada históricamente, transmitida por generaciones, que es socialmente compartida por los miembros de una misma generación y de la experiencia personal.	Toledo and Barrera Bassols 2009	Figueiredo y Barros 2016
Conocimiento zoológico tradicional	Existe en todas las culturas y emerge de las relaciones materiales o espirituales entre los humanos y la fauna regional.	-	Alves y Medeiros 2015
Sistemas de conocimiento local	-	-	Castilla et al. 2020; Oliva et al. 2014.
Comanejo			
Conocimiento científico	Información basada en la observación empírica sistemática, racionalidad y lógica, en oposición a las verdades percibidas o la experiencia vivida.	Usher 2000	Peacock et al. 2020
Conocimiento ecológico local	Conocimiento contemporáneo e histórico acerca del ambiente, basado en la experiencia vivida, que no está restringido por la etnicidad o patrimonio de los pueblos Indígenas exclusivamente.	Tomaselli et al. 2018b	Peacock et al. 2020
Conocimiento ecológico tradicional	Cuerpos locales, acumulativos, de conocimiento práctica y creencias acerca de las relaciones ecológicas, transmitidas a través de las generaciones, por las personas indígenas, que reflejan el entendimiento Indígena de las relaciones con la creación.	McGregor 2004, Aikenhead and Michell 2011, Berkes 2012	Popp et al. 2020
Conocimiento ecológico tradicional	Conocimiento contemporáneo e histórico acerca del ambiente, derivado de la experiencia individual y colectiva, tradiciones y cultura de los pueblos indígenas. Abarca observación fáctica, valores y normas culturales, así como maneras de saber.	Usher 2000	Peacock et al. 2020
Conocimiento ecológico tradicional	Cuerpo acumulativo de conocimiento, práctica y creencias, evolucionando por procesos adaptativos y pasado a través de generaciones por transmisión cultural, acerca de las relaciones de los seres vivos, incluyendo humanos, con los otros y con su ambiente.	Berkes 2008: 7	Padilla et al. 2014
Conocimiento etnoveterinario	Conocimiento local en salud y enfermedades de la vida silvestre.	Mariner y Paskin 2000	Tomaselli et al. 2018

Conocimiento indígena	Cuerpo acumulativo de conocimiento asociado con las relaciones ecológicas, pasado a través de las generaciones por las personas Indígenas. Fusionado con la cosmovisión indígena, refleja una comprensión profunda de las relaciones con la tierra y la creación y tiene el potencial de jugar un rol vital en las soluciones ambientales.	Berkes 2012 Kimmerer, 2000; McGregor, 2004.	Popp et al. 2018
Conocimiento indígena	Fáctico, observación, manejo, sistemas, usos pasados y presentes, ética y valores, cultura e identidad, cosmología (Houde 2007)	Houde 2007, Pierotti and Wildcat 2000	Weiss et al. 2013
Conocimiento indígena	Multidisciplinario, relaciona conceptos de naturaleza, política y ética sin definir claramente límites entre ellos (Pierotti y Wildcat 2000).		Ljubicic et al. 2018B
Conocimiento indígena	Se usa para hablar del conocimiento de varias culturas, en general.		
Conocimiento local	Cuerpo de conocimientos, no asociado con la etnicidad aborígen, sino caracterizado por el conocimiento histórico y contemporáneo, adquirido mediante la observación extensiva del ambiente y sus especies. Incluye, pero no está limitado al conocimiento inuit (Inuit knowledge)		Tomaselli et al. 2018
Conocimiento local	Los animales tienen un conocimiento local. En este caso, los caballos tienen un conocimiento local acerca de las plantas silvestres que pueden comer, que los hace independientes de la alimentación humana y les posibilita vivir de manera silvestre.		Bhattacharyya y Slocombe 2017
Conocimiento Cree	-		Lemelin et al. 2010
Conocimiento indígena	Conocimiento relacional, que incluye prácticas de cuidados (caretaking).		Bhattacharyya y Slocombe 2017

	<p>Conocimiento y experiencia Inuit pasado de generación en generación. Incorpora valores, prácticas, ética y ontologías culturales.</p> <p>Es un marco ético y un plan detallado para una buena vida; una manera de pensar, conectando coherentemente todos los aspectos de la vida. (Karetak)</p> <p>Es el modo inuit de hacer las cosas, incluye el conocimiento pasado, presente y futuro de la sociedad Inuit (Tester y Irniq 2008)</p> <p>Incluye principios éticos: trabajar por el bien común, vivir en relaciones respetuosas con cada persona y cosa que uno encuentra, mantener armonía y balance y planear y prepararse para el futuro.</p>	<p>Wenzel 2004; Tester e Irniq 2008. Karetak et al. 2017, p.3. Tester e Irniq 2008, p.49</p>	<p>Henri et al. 2020</p>
<p>Conocimiento inuit Inuit Qaujimajatuqangit (IQ)</p>	<p>“Lo que siempre se ha sabido”. En otras palabras: Conocimiento, perspectivas y sabiduría, ganado a través de la experiencia, compartido a través de historias y pasado de una generación a otra. Más que solo conocimiento, incluye una fina conciencia de las cambiantes relaciones entre inuit y nuna, hila, vida silvestre y el mundo espiritual. Es local en escala, dinámico, iterativo, acumulativo, adaptativo, basado en tradición oral, intergeneracional, complejo y espiritual.</p>	<p>(Thorpe et al., 2001a, p. 24)</p>	<p>Ljubicic et al. 2018B</p>
<p>Conocimiento inuit, Inuit Quajimajatuqangit (IQ)</p>	<p>Cuerpo de conocimiento inuit que incluye valores, prácticas y es usualmente nombrado “traditional ecological knowlege”.</p>	<p>Wenzel 2004</p>	<p>Clarck y Slocombe 2011</p>
<p>Conocimiento Koyukon, Conocimiento indígena</p>	<p>Conocimiento no restringido a la escala local o temporal, sino conocimiento espiritual, lo que Berkes llamó “Sacred ecology”. Es un conocimiento ético, que no separa la naturaleza de la sociedad. También es llamado “Native Science” (Cajete 2000)</p>	<p>Berkes 1999. Watson y Huntington 2008 Cajete 2000.</p>	<p>Watson 2013</p>
<p>Conocimiento Uqsuqtuurmiut Agroecología</p>	<p>Para reflejar el contexto cultural y regional en el que este conocimiento fue adquirido, y para reconocer que las contribuciones de la comunidad al proyecto no se pueden extender o generalizar para representar conocimiento de otras comunidades Kitikmeot o Nunavut.</p>		<p>Ljubicic et al. 2018</p>

Conocimiento ecológico local/tradicional/complejo conocimiento-prácticas-creencias	El proceso en el que las personas observan las interacciones biológicas y los procesos ecológicos e incorporan estas observaciones en el manejo de recursos naturales y a sus cosmovisiones.	Barrera-Bassols and Toledo, 2005; Berkes, 1999 Pauli et al. 2012
Conocimiento híbrido	La fusión del “conocimiento ecológico tradicional” y nuevo conocimiento “técnico” ganado desde fuente externas a la comunidad, como los agrónomos o científicos	Barrios et al. 2006 Pauli et al. 2012
Conocimiento ecológico tradicional	Incluye conocimiento fáctico embebido en los valores culturales locales así como ética para el uso y manejo sustentable de los recursos naturales por las instituciones locales o las comunidades campesinas o pastoralistas.	Davis 2005; Berkes 2008, 2004. Singh et al. 2020
Conocimiento tradicional	Cuerpo acumulativo intergeneracional de conocimientos (Corpus), prácticas (Praxis) y creencias (Kosmos) que evolucionan mediante procesos adaptativos.	Berkes, 1999; Gómez-Baggethun, Leyva-Trinidad et al. 2020
Sistemas socio-ecológicos		
Ciencia indígena	En contraste con el concepto de TEK, este concepto refleja de manera más cercana las observaciones acumulativas, locales (place-based), de los fenómenos naturales, que incluyen humanos y no humanos, y tiende a integrar y reconocer a los humanos como parte del mundo natural y sus procesos. Este proceso científico está embebido en la cultura local.	Pierotti and Wildcat 2000 Alessa et al. 2016
Conocimiento ecológico local	Conocimiento empírico, local, que tiene un grupo específico de personas acerca de los ambientes y biota circundantes (Bélisle et al. 2018). No requiere que quienes lo tienen sean indígenas ni estén embebidos en una cultura compartida, entonces se puede aplicar a las personas y las comunidades con historias relativamente cortas de interacciones con un ambiente específico (cf. Narchi et al., 2014).	Bélisle et al. 2018 Early-Capistrán et al. 2020
Conocimiento tradicional Maori	-	- Carpenter et al. 2021
Conocimiento ecológico tradicional,	-	- Fauchald et al. 2017

IQ			
Consenso biocultural	Conjunto sinérgico e interconectado, de contenidos y tipos de conocimiento de distintos actores/fuentes, en el que el conocimiento resultante es mayor que la suma de sus partes.	Brown 2010.	Early-Capistrán et al. 2020.
Servicios ecosistémicos			
Conocimiento ecológico tradicional	Múltiples cuerpos de conocimiento acumulado por muchas generaciones de cercanas interacciones entre las personas y el mundo natural. Adquirido por la observación extensiva del área y/o especies. Puede incluir conocimiento transmitido mediante tradición oral o compartido entre los usuarios de un recurso. Tiene una base empírica y es usado para entender y predecir los eventos ambientales de los cuales depende el modo de vida o supervivencia de individuos o del grupo (Huntington 2000). Está basado en el contacto regular del usuario de un recurso con la especie y el ecosistema (Berkes et al. 2000) y en el conocimiento que ha sido acumulado de manera similar por los ancestros.	Drew 2005, Huntington 2000, Berkes et al. 2000	Vierros 2013
Seguridad-soberanía alimentaria			
Conocimiento tradicional	Conocimiento, innovaciones y prácticas de las comunidades indígenas y locales alrededor del mundo; desarrollado a partir de la experiencia a través de siglos por ensayo y error (Gadgil et al. 1993). Simboliza las relaciones mutuas entre las personas y su ambiente, y es transmitida culturalmente a través de las generaciones.	CBD (Gadgil et al. 1993) Berkes et al. 2000; Upadhaya et al. 2007.	Negi et al. 2021
Historia			
Conocimiento	Cuerpo de pensamiento sistemático acerca de un asunto.	Fox 1999, p.2	Agatha 2016
Conocimiento ecológico tradicional	Sistema de conocimientos avanzados, altamente específico a los ambientes y ecosistemas locales.	Mueller & Tippins, 2010, p. 994.	Agatha 2016
Conocimiento ecológico tradicional	Cuerpo acumulativo de conocimiento, práctica y creencias, evolucionando por procesos adaptativos y pasado a través de las generaciones por transmisión cultural, acerca de las relaciones de los seres vivos (incluidos los humanos), con los otros y con su	Berkes 2012:7	Ramos 2018.

	ambiente.		
Conocimiento ecológico tradicional	La manera, con base cultural y espiritual, en que la gente Indígena se relaciona con sus ecosistemas. Este conocimiento está fundado en instrucciones espirituales-culturales de un tiempo inmemorial, y en generaciones de cuidadosa observación en un ecosistema.	Winona LaDuke, en McGregor 2004:393	Ramos 2018
Conocimiento ecológico tradicional	Sistema donde la gente Yurok y la vida silvestre se esfuerzan colaborativamente en crear y mantener el balance de la Tierra via manejo físico y espiritual en tándem.	S.C. Ramos. Humboldt State University, unpublished data.	Ramos 2018
Sabiduría tradicional	Conocimiento creativo, práctico para resolver los retos de la vida, desarrollado a través de la experiencia socio-ambiental. Basado en normas, valores, costumbres y prácticas culturales transmitidas intergeneracionalmente. Es parte del sistema de conocimiento tradicional.	-	Agatha 2016
Biología de la conservación			
Conocimiento ecológico local	Conocimiento y perspectiva adquiridos a través de la observación extensiva de un área o especies.	Huntington 2000	Parry y Peres 2015
Conocimiento aborígen tradicional/Conocimiento ecológico tradicional	Todos los tipos de conocimiento acerca del ambiente derivados de la experiencia y tradiciones de un grupo particular de personas.	Usher 2000	Kowachuk et al. 2012