



FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

TEMA: ELABORACIÓN DE PROTOCOLO PARA EVALUAR LA DIGESTIBILIDAD APARENTE DE ALIMENTOS PROPORCIONADOS A OSOS ANDINOS (*TREMARCTOS ORNATUS*) EN CAUTIVERIO. REVISIÓN SISTEMÁTICA.

AUTORA

Stephanie Lizbeth Pilco Calderón

AÑO
2020



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ELABORACIÓN DE PROTOCOLO PARA EVALUAR LA DIGESTIBILIDAD
APARENTE DE ALIMENTOS PROPORCIONADOS A OSOS ANDINOS
(*TREMARCTOS ORNATUS*) EN CAUTIVERIO. REVISIÓN SISTEMÁTICA.

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Médico Veterinario Zootecnista.

Profesor Guía

Dr. Martin Alonso Ortiz

Autor

Stephanie Pilco

Año

2020

Declaración Profesor Guía

"Declaro haber dirigido el trabajo, Elaboración de protocolo para evaluar la digestibilidad aparente de alimentos proporcionados a Osos Andinos (*Tremarctos ornatus*) en cautiverio. Revisión sistemática., a través de reuniones periódicas con la estudiante Stephanie Lizbeth Pilco Calderon, en el semestre 202020, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



Dr. Martin Alonso Ortiz Vinueza

Médico Veterinario

CC: 0601272925

Declaración Profesor Corrector

"Declaro haber revisado este trabajo, Elaboración de protocolo para evaluar la digestibilidad aparente de alimentos proporcionados a Osos Andinos (*Tremarctos ornatus*) en cautiverio. Revisión sistemática., de Stephanie Lizbeth Pilco Calderon, en el semestre 202020, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

María José Amores

Ing. María José Amores Villacrés MgSc

CC: 1711857134

Declaración de autoría del estudiante

"Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes."

A handwritten signature in black ink, reading "Stephanie Pilco", written over a horizontal line.

Stephanie Lizbeth Pilco Calderon

CC: 1721547089

Agradecimientos

A todos los docentes que han sido parte de mi formación académica, especialmente al Dr. Martin Ortiz por su apoyo y guía durante el desarrollo de este trabajo; al Dr. Diego Medina, por compartir sus conocimientos en fauna silvestre y, por último, pero no menos importante, a la Ing. María José Amores por su paciencia y apoyo durante las correcciones del trabajo.

Dedicatoria

A mis padres, por apoyarme de manera absoluta para que pueda cumplir mis sueños y no sus expectativas; a mi hermana, por ser mi motor diario, confidente y amiga; a mi tía Susi, por nunca dudar de mí y acompañarme a la distancia a lo largo de este trayecto; a mi abuelo, que, a pesar de ya no estar presente, sé que estaría orgulloso de mí. Por último, a todos mis amigos con quienes he tenido la oportunidad de compartir en el transcurso de mi carrera universitaria, especialmente a Vivi, por siempre darme ánimo sin importar la circunstancia y a Jeff y Andrés, por su amistad y cariño incondicional.

Resumen

El Oso Andino es una especie poco estudiada, por lo que mediante esta revisión sistemática se ha elaborado un protocolo que permite evaluar la digestibilidad aparente de los alimentos proporcionados en cautiverio al Oso Andino (*Tremarctos ornatus*), mediante el uso de investigaciones, artículos científicos y libros publicados en el periodo 2010 – 2020.

Para el desarrollo del protocolo se estableció el uso de las plataformas PUBMED, VetRecord y SciELO para la búsqueda de artículos o estudios afines al tema. Además, se empleó el método PRISMA, junto con el diagrama de flujo y Checklist PRISMA para obtener datos más precisos y transparentes. Para las citas, referencias y bibliografía se utilizó la plataforma Mendeley.

Dentro del protocolo se encuentra descrita la metodología que fue empleada por diferentes autores para evaluar la digestibilidad aparente de dietas específicas proporcionadas a diversos mamíferos en cautiverio; esta información fue recopilada de 21 artículos encontrados en las plataformas previamente mencionadas, los cuales están clasificados en varios puntos entre los que encontramos: manejo de registros (datos del animal, datos de alimentación, datos de muestras), instalaciones (espacios individuales), manejo de animales (estado de salud y comportamiento), alimentación de los animales (periodos de adaptación), recolección de datos y muestras (tiempo de recolección), conservación de muestras (temperatura), análisis de laboratorio (Estándares AOAC) y por último finalización (obtención de resultados).

La información recopilada fue extrapolada para la elaboración del protocolo destinado a la evaluación de la digestibilidad del Oso Andino, como un aporte a los escasos estudios de esta especie.

Palabras Clave: protocolo de digestibilidad aparente, Oso Andino, revisión sistemática.

Abstract

The Spectacled Bear is a poorly studied species, so a protocol has been developed through this systematic review that allows the evaluation of the apparent digestibility of food provided in captivity to the Spectacled Bear (*Tremarctos ornatus*), through the use of research, scientific articles, and books published between the years of 2010 through 2020.

For the development of the protocol, PUBMED, SciELO and VetRecord platforms were utilized to search for articles or studies related to the topic. In addition, the PRISMA method was used, including the flow diagram and the PRISMA Checklist to obtain more accurate and transparent results. The Mendeley platform was used for citations, references, and the bibliography.

In the protocol the methodology that was used by different authors to evaluate the apparent digestibility of specific diets provided to various mammals in captivity is described. This information was compiled from 21 articles found on the previously mentioned platforms, which information is classified in several points among which we find: record management (animal data, feeding data, sample data), facilities (individual spaces), management of animals (state of health and behavior), feeding of the animals (adaptation periods), collection of data and samples (collection hours), conservation of samples (temperature), laboratory analysis (AOAC Standards) and lastly, finalization (obtaining results).

Recollected information was extrapolated to elaborate this protocol, in aims to assess the digestibility of the Spectacled Bear. This study works as a contribution to the few existing studies of this species.

Keywords: apparent digestibility protocol, Spectacled bear, systematic review.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.2.1 Objetivo General.....	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:.....	2
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	3
2.1 FAMILIA URSIDAE	3
2.2 EL OSO ANDINO (<i>TREMARCTOS ORNATUS</i>).....	4
2.3 EL OSO ANDINO EN CAUTIVERIO	7
2.4 NUTRICIÓN.....	10
2.5 DIGESTIBILIDAD	11
2.6 MÉTODOS PARA EVALUAR DIGESTIBILIDAD	12
2.7 NORMAS DE BIOSEGURIDAD EN CENTROS DE CAUTIVERIO PARA FAUNA SILVESTRE	14
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	15

3.1 DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA:	15
3.2 SELECCIÓN DE BASE DE DATOS:	15
3.3 MATERIALES:	16
3.4 METODOLOGÍA:	16
3.4.1 Criterios de Inclusión y Exclusión	17
3.5 ANÁLISIS CRÍTICO:	18
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
4.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PRISMA:	20
4.2 ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE DIGESTIBILIDAD EN ANIMALES DE CAUTIVERIO.....	23
4.2.1 Manejo de los animales en cautiverio utilizados en estudios de digestibilidad.....	27
4.2.2 Alimentación de los animales durante las evaluaciones	27
4.2.3 Recolección de datos y muestras	28
4.2.4 Conservación de muestras	30
4.2.5 Análisis de Laboratorio	30
4.2.6 Finalización.....	31
4.3 PROTOCOLO PROPUESTO PARA EL ANÁLISIS DE DIGESTIBILIDAD APARENTE EN EL OSO ANDINO	32
4.3.1 Objetivo	32

4.3.2 Alcance.....	32
4.3.3 Normas generales	32
4.4 DISCUSIÓN.....	35
4.5 LIMITANTES:.....	38
5.1 CONCLUSIONES.....	39
5.2 RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS	41
ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. <i>DESARROLLO DE FÓRMULA DE BÚSQUEDA</i>	16
TABLA 2. <i>CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN</i>	18
TABLA 3. <i>RESULTADOS DE BÚSQUEDA</i>	20
TABLA 4. <i>ESTUDIOS DE DIGESTIBILIDAD REALIZADOS EN MAMÍFEROS EN CAUTIVERIO (2010 – 2020)</i>	24
TABLA 5. <i>PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LA MATERIA FECAL</i>	29

CAPÍTULO I. Introducción

1.1 Introducción

La elaboración de esta revisión sistemática busca contribuir con los estudios que se podrían aplicar en especies en peligro de extinción que se encuentran en cautiverio, como es el caso del Oso Andino (Velez-Liendo & García-Rangel, 2017).

Actualmente los lugares encargados de la conservación, cuidado, mantenimiento y rehabilitación de estos animales son los Zoológicos, Bioparques, Centros de rescate, etc., por lo que la alimentación es un pilar fundamental para que todo esto sea posible (Anticon, 2019).

La importancia de evaluar la digestibilidad aparente de los alimentos proporcionados a los animales en cautiverio, radica en conocer si los componentes de la ración alimenticia están siendo aprovechados por el organismo, con la finalidad de evitar la alimentación excesiva y aparición de enfermedades a consecuencia de una alimentación inadecuada como es la obesidad (Pérez-Torres, 2002; Ríos-uzeda, Villalpando, & Palabral, 2009).

Para determinar los valores de digestibilidad aparente, se realizan cálculos y se llevan a cabo diferentes análisis de laboratorio, en los cuales se pueden medir valores de humedad, proteína cruda, cenizas, etc., de los componentes alimenticios que están siendo entregados a los Osos Andinos (Olvera, Martínez, & Real de León, 1993).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Elaborar un protocolo que permita establecer la digestibilidad aparente de los alimentos proporcionados en cautiverio al Oso Andino (*Tremarctos ornatus*), mediante el uso de investigaciones, artículos científicos y libros publicados en el periodo 2010 – 2020.

1.2.2 Objetivos Específicos

Evaluar la metodología aplicada en estudios de digestibilidad en mamíferos en cautiverio mediante la revisión sistemática de artículos científicos publicados.

Describir la metodología para evaluar la digestibilidad aparente de los alimentos entregados a los Osos Andinos en cautiverio.

1.3 Pregunta de investigación:

¿Es posible desarrollar un protocolo para para evaluar la digestibilidad aparente de los alimentos proporcionados en cautiverio a los Osos Andinos mediante una revisión sistemática?

CAPÍTULO II. Marco teórico

2.1 Familia Ursidae

Generalidades

Los osos, son mamíferos de la orden carnívora, se caracterizan por estar distribuidos por América del Norte y Sur, Asia y Europa. Existen 8 especies de osos, las cuales se pueden ubicar en 3 subfamilias, las cuales son: *Tremarctos* (Oso Andino), *Ailuropodinae* (Oso Panda) y *Ursinae* (Oso Malayo, Oso Perezoso, Oso Negro Americano, Oso Pardo, Oso Polar, Oso Tibetano). Estos animales ocupan diferentes sectores ecológicos como el ártico y bosques tropicales, lugares en los que mantienen actividades principalmente diurnas, pero también se han dado registros de actividades nocturnas (Arias-Bernal & Yarto-Jaramillo, 2019; Collins, 2015).

Características Anatómicas

Los Osos usualmente tienen pelaje negro, blanco o café, de largos diferentes; tienen cuerpos largos, colas cortas, ojos relativamente pequeños son plantígrados y sus garras no son retractiles. El cráneo de los osos tiene variaciones a nivel craneodental, ya que refleja las adaptaciones a las diferentes dietas de estos animales (carnívoros, herbívoros, omnívoros); su fórmula dental usualmente está formada por: Incisivos 3/3, Caninos 1/1, Premolares 4/4, Molares 2/2 (Winer, Arzi, Döring, Kass, & Verstraete, 2017). El tracto gastrointestinal de los osos es simple, no poseen la porción del ciego (Collins, 2015).

Características Fisiológicas

Dentro de las principales características fisiológicas, es importante mencionar el comportamiento de los osos en el hemisferio norte, ya que durante la época de invierno experimentan un periodo de letargo similar a hibernación para conservar

energía en época de escasez de comida, durante este periodo los osos presentan inactividad, disminución del rango metabólico, ausencia de orina, defecación y la temperatura no tiene disminuciones excesivas (Collins, 2015).

2.2 El Oso Andino (*Tremarctos ornatus*)

Generalidades

El Oso Andino, también conocido como Oso de Anteojos, Oso Achupallero, Oso Frontino; es la única especie de osos que habita en América del Sur, principalmente en áreas tropicales, secas y páramos (Vela-Vargas, Domínguez, Galindo, & Pérez-Torres, 2011). Tienen actividad diurna y nocturna, lo cual está ligado a su alimentación y la disposición de alimento, por lo que se los denomina animales oportunistas, dado que los Osos Andinos recorren largos trayectos a diario, en los que ingieren alimentos que encuentren en su camino (García-Rangel, 2012).



Figura 1. Distribución del Oso Andino. Tomado de Figueroa, 2016.

Ocasionalmente construyen nidos o plataformas con ramas rotas en arboles altos o en el suelo, con el propósito de alimentarse sin interrupciones o de descansar (Sandoval-Guillén & Yáñez-Moretta, 2019). Se caracterizan por ser animales solitarios, pero se los puede encontrar en pareja en época de apareamiento (Ávila, 2005). Tienen una esperanza de vida de alrededor de 30 a 35 años y su periodo de gestación dura entre 7 a 8 meses, dando a luz de 1 a 4 crías, sin embargo, es poco común que sean más de dos (Pérez-Torres, Bernal Malagón, Vallejo Londoño, & Cuvier, 2001).

Generalidades Anatómicas

Los Osos Andinos tienen pelaje negro o café-rojizo oscuro, el cual es grueso y abundante. En su cara poseen marcas distintivas que son únicas por cada individuo, las cuales se pueden distribuir en zonas como la garganta, quijada e inclusive el pecho. Tienen un hocico marrón oscuro, orejas cortas y un cuello corto y musculoso (Sandoval-Guillén & Yáñez-Moretta, 2019). Poseen 52 cromosomas, lo cual los diferencia del resto de miembros de la familia Ursidae, quienes poseen 74 cromosomas. Tienen 13 pares de costillas a comparación de las otras especies de osos que tienen 14 pares (Arias-Bernal & Yarto-Jaramillo, 2019). A pesar de que su dieta esté basada principalmente en la ingesta de frutas y plantas, no tiene las adaptaciones morfológicas que poseen los herbívoros (Pérez-Torres et al., 2001).

Reproducción

La reproducción del Oso Andino ha sido poco estudiada, por lo que la información es escasa. Se conoce que las hembras alcanzan la madurez sexual a los 4 años y presentan celos de 5 a 6 días, tiempo durante el cual se puede evidenciar al macho y hembra juntos por alrededor de 1 a 2 semanas; se conoce que la época de apareo se da entre los meses de abril y junio (Pérez-Torres et al., 2001; Sandoval-Guillén & Yáñez-Moretta, 2019). La gestación tiene una duración de 7 meses y usualmente tienen una cría por parto, la cual permanece junto a su madre por 7 u 8 meses para posteriormente independizarse (Pérez-Torres et al., 2001).

Población y Vulnerabilidad

Desde el año 1982, el Oso Andino se encuentra en la lista de mamíferos vulnerables de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), con una tendencia de descenso de población en Sudamérica, debido a actividades asociadas con el desarrollo humano que no han cesado, como la agricultura y minería (Velez-Liendo & García-Rangel, 2017). Actualmente el Oso Andino se encuentra en la lista de mamíferos en peligro de extinción en el Ecuador (SUIA, 2015), ya que se ha visto afectado por eventos como: la pérdida del hábitat natural, ocasionado por la tala indiscriminada de bosques; los cambios climáticos regionales, los cuales ocasionan una degradación del ecosistema y por ende la vegetación se ve afectada, disminuyendo la cantidad y calidad de alimento para los osos de anteojos; y por último, por la caza ilegal y furtiva de estos animales, ya que varias partes de sus cuerpos son utilizados para rituales ancestrales y también porque representan una supuesta amenaza para productores agrícolas y ganaderos (Collins, 2015; Tirira D., Castellanos A., Cisneros R., Cuesta C., Narváez C., Suárez L., 2011).

Importancia Ecológica

El Oso Andino ha sido catalogado como una especie sombrilla, ya que su protección conlleva a salvaguardar grandes zonas de diversos ecosistemas; también se lo conoce como una especie paisaje, dado a que gracias a su alimentación basada principalmente en plantas y frutas existe regeneración de la vegetación, ya que las semillas del alimento que consumen se conservan intactas dentro de su tracto digestivo, por lo que al momento de ser excretadas usualmente germinan (Castellanos et al., 2010; Vela-Vargas et al., 2011). Es considerada una especie clave para mantener el funcionamiento y servicios ecosistémicos de las regiones que habitan (CAR, 2014).

Hábitos alimenticios

Sus hábitos alimenticios están ligados al lugar en el que el Oso Andino se encuentre y a la disponibilidad de recursos (Sandoval-Guillén & Yáñez-Moreta, 2019). Son considerados omnívoros, principalmente frugívoros y folívoros, sin embargo, su mayor diferencia con otras especies de osos, es que los Osos Andinos únicamente consumen proteína animal de manera ocasional, e inclusive existen reportes de canibalismo (Ríos-uzeda et al., 2009). La hidratación del Oso Andino, se cree que en parte es mediante la obtención de agua de las bromelias que consume, por lo que dentro de su dieta se encuentran plantas y frutas como: hojas de chapote, hojas de palma pambili, achupallas, bromelias, bulbos de orquídeas, berros, frutos de cactus, cerezo, aguacatillo, mora, laurel, cardón, chapote, uvas, palma de cera, médulas de frailejón (Pérez-Torres et al., 2001).

2.3 El Oso Andino en Cautiverio

Dada la situación del Oso Andino al ser catalogado como una especie vulnerable a nivel mundial (Velez-Liendo & García-Rangel, 2017), existen programas que promueven la conservación ex situ e in situ de esta especie; como por ejemplo el Plan Nacional de conservación del Oso Andino en Perú; Plan Conservamos la vida en Colombia y Programa de Conservación del Oso Andino en el Nor-occidente del Distrito Metropolitano de Quito en Ecuador (F. Muñoz, Echegaray, Epiqueñ, Gálvez, & Besnard, 2016; Red de Periodistas por el Desarrollo Sostenible, 2017; Secretaría de Ambiente DMQ, 2014).

En el caso de la conservación ex situ, también conocida como conservación en cautiverio del Oso Andino, existe una guía propuesta a los zoológicos de Latinoamérica para el mantenimiento de la especie en cautiverio, en la cual mencionan puntos importantes como son las instalaciones, alimentación, enriquecimiento ambiental, entre otros (Pérez-Torres, 2002).

Registros

En el caso del Oso Andino, es importante el uso de registros individuales, en los cuales se incluyan datos como: Número de Registro, Nombre, fecha de nacimiento / captura, sexo, origen del animal, fecha de ingreso a la institución, entre otros (Pérez-Torres, 2002). También es importante mantener un registro de la dieta, higiene, desparasitación, vacunación, registros reproductivos, control de plagas, cuarentena y notas de comportamiento (SAG, 2012).

Instalaciones

Todas las instalaciones deben contar con iluminación y ventilación adecuadas, un bebedero y comedero por cada animal, área de maternidad, instalaciones interiores independientes y zonas de enriquecimiento ambiental, como por ejemplo: Piscinas, árboles, plataformas, leños, hierbas (Ávila, 2005; Pérez-Torres, 2002).

En cuanto a las condiciones de higiene, estos autores sugieren que debería existir una limpieza y desinfección diaria de zonas como: piso, comederos y bebederos, camas y superficies para trepar; en cuanto a la piscina, recomiendan el cambio de agua de manera semanal y que en todo el lugar existan sistemas de drenaje eficientes (Pérez-Torres, 2002).

Manejo Nutricional

Dentro de la alimentación en cautiverio, existen alimentos que son utilizados con la finalidad de reemplazar los elementos encontrados en el hábitat natural del Oso Andino, entre ellos encontramos: Palmito, papaya, aguacate, guayaba, naranja, semillas de girasol, arroz cocido, diente de león, piñas, tunas, calabaza, melón, sandía, manzanas, peras, nueces, cocos, granadilla, maracuyá , maíz, hojas de trigo, cebada, caña de azúcar, afrechillo, caramelo preparado, grillos, avena, moras, frutillas, fresas, higos, papas, hongos, duraznos, aceitunas, berenjenas, alcachofas, banana, lombrices de tierra, miel, carne de res, carne de pollo, huevos (Bracho et al., 2002; Potaufeu, 2018).

Es necesario evitar la contaminación cruzada de microorganismos, especialmente al momento de preparar las raciones alimenticias que contengan productos cárneos crudos y verduras (SAG, 2012).

Algunos entendidos recomiendan que la dieta del Oso Andino debería ser elaborada por un experto en nutrición, sin embargo, los estudios existentes son escasos, principalmente al tratarse de los requerimientos energéticos para la conservación y cuidado de esta especie en cautiverio; por otro lado, lo que se conoce y dicho por algunos autores es que se debería establecer una dieta mediante la cual se cumpla con el consumo promedio de 3100 y 5700 kilocalorías al día por cada animal (Arbeláez, Vega, & Arbeláez, 2017; Salinas-Salinas, 2009)

Enriquecimiento ambiental

El enriquecimiento ambiental se encuentra asociado a mantener y mejorar el estado físico y mental del Oso Andino en cautiverio, de esta manera se busca evitar la aparición de comportamientos anormales y repetitivos, también conocidos como estereotipias, entre los cuales podemos destacar: Giros de cabeza, balanceo, llanto, pedaleo, masturbación, paseos repetitivos, movimientos de lengua (Pérez-Torres, 2002).

Existe una propuesta de enriquecimiento ambiental para osos negros en cautiverio, la cual también se podría aplicar para Osos Andinos, esta cuenta con varios puntos entre las cuales se puede mencionar: adecuación de estructuras altas para que los animales puedan trepar, desniveles o elevaciones para descanso, objetos colgantes para estímulos físicos y sensoriales, barreras visuales (rocas, arbustos, árboles), albercas con caídas de agua y objetos flotantes, además de objetos temporales que les permita aumentar sus habilidades y capacidad intelectual, evitando que se vuelvan una rutina para el animal (Ávila, 2005).

2.4 Nutrición

La nutrición es el conjunto de procesos por los cuales atraviesa el organismo para aprovechar los componentes de los alimentos ingeridos; de esta manera se busca la regulación de los procesos metabólicos y además efectuar un mantenimiento y desarrollo adecuado del cuerpo del animal (INTA, 2016).

Para que los animales puedan mantener una nutrición adecuada, es importante mencionar a los requerimientos nutricionales, ya que estos varían en cada individuo por factores como especie, edad, sexo, entre otros. Los requerimientos nutricionales hacen referencia a la cantidad de nutrientes diarios necesarios para que un organismo vivo pueda funcionar, mantenerse y crecer de manera óptima (Velásquez & Morales, 2019).

A partir de los requerimientos nutricionales de los animales, se puede elaborar una dieta, con esto se puede establecer los componentes que deben estar incluidos en la alimentación de un animal para que pueda cumplir con sus funciones vitales (INTA, 2016). Una vez que esto se haya realizado es importante determinar una ración, lo cual es importante para detallar la cantidad de alimento que se le entrega al animal en un lapso de 24 horas (Fuller, 2008; Velásquez & Morales, 2019)

Para la nutrición de animales silvestres en cautiverio, es importante proporcionar la cantidad suficiente de energía tanto para el mantenimiento como para el crecimiento, por lo que se debe tomar en cuenta los aspectos mencionados previamente, como son: estado reproductivo, etapa de vida del animal, demandas climáticas, entre otras; además, en los centros de cautiverio es recomendable buscar la manera de garantizar una nutrición adecuada, que las dietas contengan un balance de nutrientes adecuado y que sean palatables (INTA, 2016; Velásquez & Morales, 2019).

2.5 Digestibilidad

La digestibilidad es la degradación de compuestos orgánicos (Fuller, 2008). Es la manera de medir la absorción de los nutrientes presentes en el alimento que ha sido retenido por el organismo; este proceso se lleva a cabo por la microflora gastrointestinal y enzimas digestivas propias de cada especie y edad (McDonald, Edwards, Greenhalgh, & Morgan, 1999).

La digestión está mediada principalmente por dos procesos: Los procesos mecánicos (masticación y movimientos peristálticos), procesos químicos (enzimas digestivas) (McDonald et al., 1999), el mismo autor también menciona actividad microbiana involucrada con la digestión en órganos como el estómago, intestino delgado e intestino grueso.

En los mamíferos como el Oso Andino, el proceso de absorción de nutrientes se da principalmente en el intestino delgado, tomando en cuenta que es un animal que carece de procesos fermentativos, por lo que la presencia abundante de pliegues y vellosidades facilitan el proceso de absorción, ya sea por transporte pasivo o difusión simple (McDonald et al., 1999).

La digestibilidad es considerada como la base para la evaluación del aprovechamiento del alimento, por lo que sirve de soporte para calcular los requerimientos nutricionales de animales como el Oso Andino, además permite determinar factores como la calidad de la dieta, la importancia de sus componentes, las características de la materia fecal, entre otros (Osorio-Carmona, Giraldo-Carmona, & Narváez-Solarte, 2012).

Existen dos tipos de digestibilidad, los cuales varían por el lugar y la técnica empleada para la recolección de la muestra: La digestibilidad verdadera es evaluada a nivel ileal o fecal, que implica técnicas de canulación, anastomosis e inclusive sacrificio; mientras que por otra parte existe la digestibilidad aparente, técnica más sencilla que permite evaluar el porcentaje de digestibilidad mediante la diferencia

entre lo ingerido y lo excretado, por lo que el investigador puede estimar la cantidad de alimento que fue asimilado o aprovechado por el animal, evitando así el contacto directo y resguardando el bienestar del animal durante el estudio, especialmente cuando se trata de una especie silvestre (Parra & Gómez, 2009).

2.6 Métodos para evaluar digestibilidad

Análisis Proximal de Weende

Este tipo de análisis evalúan la humedad, fibra cruda, proteína cruda, lípidos, extracto libre de nitrógeno y cenizas, ya que son empleados para la elaboración de dietas, por lo que la determinación de estos valores permite verificar el cumplimiento de los requerimientos que se establecieron al momento de la formulación (Olvera et al., 1993).

Método de Kjeldahl

El método de Kjeldahl es empleado para identificar la cantidad de nitrógeno presente en la muestra a estudiar, consiste de 3 etapas las cuales son: Digestión (Proceso en el que el nitrógeno orgánico se convierte en iones de amonio), Destilación (Fase en que se neutraliza la muestra para la obtención de amoniaco) y por último la Valoración (Puede ser directa o indirecta para medir la cantidad de nitrógeno) (PanReac AppliChem, 2015).

Calorimetría

Permite determinar el contenido calórico de una dieta o de los ingredientes que la componen; es considerado un análisis térmico ya que evalúa los cambios de la

energía calorífica que se efectúan ante una reacción de tipo química (Cosentino & Rios, 2020).

Van Soest (fibras)

Este método permite determinar la cantidad de fibra detergente neutra presente en una muestra, es utilizado como un análisis complementario al Análisis proximal de Weende, ya que provee datos más precisos para estimar la digestibilidad de alimentos que contienen un alto contenido de fibra (Foss, 2018).

NIRS

El método de espectroscopia del infrarrojo cercano es una técnica que se basa en el uso de métodos matemáticos en resultados químicos, relaciona la luz absorbida en una muestra con sus componentes químicos, es utilizado en muestras alimenticias para la obtención de datos de materia seca, proteína, grasa y taninos y felones en el caso de leguminosas (Rivera Rivera & Alba Maldonado, 2017).

Métodos *in vivo*

Los métodos *in vivo* pueden ser directos o indirectos; en los métodos directos se recolectan las heces en su totalidad, mientras que en los métodos indirectos se utilizan indicadores como fibra ácida insoluble, óxido de cromo, entre otros (Osorio-carmona et al., 2012).

Métodos *in vitro*

Es un método económico y rápido comparado a los métodos *in vivo*, consiste en una técnica para predecir la digestibilidad de los alimentos en laboratorio, en el que

se utilizan compuestos enzimáticos para simular los procesos que ocurren en el tracto gastrointestinal del individuo estudiado; se compone de tres fases: Fase de simulación de digestión gástrica, Simulación de digestión post gástrica y Finalización (Osorio-carmona et al., 2012).

2.7 Normas de bioseguridad en centros de cautiverio para fauna

silvestre

Las medidas de bioseguridad tienen como objetivo la protección individual o grupal de las personas encargadas de actividades relacionadas al manejo y toma de muestras de animales en cautiverio, para esto es necesario considerar los puntos desarrollados a continuación:

- Higiene: Se requiere que la indumentaria y zonas de estudio estén desinfectada para evitar el desarrollo de agentes patógenos, ya sea mediante barrido, aspirado o lavado con sustancias químicas para la destrucción de microorganismos como fenoles y aldehídos (Varela Arias, Parra Ochoa, López Ruiz, & Gómez Montoya, 2014).
- Protección Individual: El uso de guantes, mascarilla, gafas de protección, gorro, permiten disminuir el riesgo del personal encargado de la investigación a diferentes agentes patógenos (Terán Christian & Prieto Francisco, 2015)

CAPÍTULO III. Materiales y Métodos

3.1 Delimitación geográfica:

Para esta revisión sistemática serán tomadas en cuenta todas las publicaciones, artículos y libros relacionados al estudio de digestibilidad animal en las plataformas VetRecord, PUBMED y SciELO.

3.2 Selección de base de datos:

Las plataformas elegidas para la Revisión Sistemática son PUBMED, VetRecord y SciELO por las razones detalladas a continuación:

PUBMED es un buscador desarrollado y manejado por National Center for Biotechnology Information (NCBI), contiene archivos de diversas áreas como biomédicos, químicos y médicos, como resultado a la colaboración con Medline, sociedades científicas, organizaciones internacionales, revistas científicas, libros, entre otros (Valderas, Mendivil, Parada, Losada-Yáñez, & Alonso, 2006).

VetRecord es una revista médica perteneciente a la Asociación británica Veterinaria, que lleva en circulación desde el año 1888, dentro de esta revista se encuentra contenido referente a noticias, comentarios y artículos de investigación de temas veterinarios (BVA, s/f).

SciELO es considerada una biblioteca virtual en la que se encuentran publicaciones científicas electrónicas de varias partes del mundo, se originó en Brasil y actualmente cuenta con el apoyo y colaboración de revistas e instituciones científicas de diversos países, entre ellos se encuentra Ecuador (Bojo Canales, Fraga Medín, Hernández Villegas, & Primo Peña, 2009; Packer et al., 2001)

Tras la búsqueda inicial en las plataformas, se obtuvo como resultado un total de 865 artículos, siendo 645 de ellos provenientes de la plataforma PUBMED, 134 de la plataforma VetRecord y 86 del portal SciELO.

3.3 Materiales:

Los materiales que van a ser usados en la revisión sistemática son:

- Computadora
- Base de datos (PUBMED, VetRecord y SciELO)
- Formato diagrama de flujo PRISMA edición 2015
- Checklist para PRISMA
- Software utilizado: Word, Excel y Adobe Photoshop

Mendeley: Para citar e insertar las referencias bibliográficas; esta plataforma permite organizar citas bibliográficas, crear bibliografías y almacenar fuentes bibliográficas en diferentes formatos incluyendo APA; pertenece a Elsevier y es de uso gratuito (Gelfand, 2020).

3.4 Metodología:

Para la investigación se emplearán las plataformas PUBMED, SciELO y VetRecord, en las cuales se buscarán los artículos bajo la combinación de palabras: "*digestibility AND captivity mammals*", "*digestibilidad AND aparente*", utilizando el conector booleano "AND" y empleando el idioma inglés debido a que hay un mayor número de artículos y que el contenido de artículos en español dentro de estas plataformas es escaso. Posterior a esto se utilizará el método PRISMA.

Tabla 1

Desarrollo de Fórmula de Búsqueda

Variable	Palabras Clave	Fórmula de búsqueda
Centro de Cautiverio, Mamíferos, Alimentación	Digestibilidad, Aprovechamiento de nutrientes, Cautiverio, Nutrición.	<i>digestibility AND captivity mammals</i>
Alimentación, Especie, Digestibilidad Aparente	Digestibilidad, Consumo alimenticio, Nutrientes, Suplementación Alimenticia.	<i>digestibilidad AND aparente AND year_cluster:("2011" OR "2014" OR "2016" OR "2012" OR "2015" OR "2017" OR "2018" OR "2013" OR "2010" OR "2019") AND la:("es" OR "en")</i>

El método PRISMA tiene como objetivo mejorar la calidad y transparencia de la revisión sistemática, por lo que usar el Checklist PRISMA y el Diagrama de flujo PRISMA, permiten ejecutar el trabajo de manera ordenada y precisa en base a los requerimientos del investigador (Hutton, Catalá-López, & Moher, 2016).

3.4.1 Criterios de Inclusión y Exclusión

Los criterios de inclusión y exclusión se mantienen amplios debido a la escasa información en estudios de digestibilidad en cautiverio, para un mejor desarrollo de resultados y discusión de la revisión sistemática.

Tabla 2

Criterios de Inclusión y Exclusión

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
Artículos y estudios realizados en mamíferos	Artículos o estudios de cualquier otra clase animal
Estudios empleados en la determinación de digestibilidad	Se excluyen estudios de parasitología y estudios en medicina humana
Estudios aplicados a animales que se encuentran en cautiverio	Estudios en animales de compañía, animales de producción y animales en estado silvestre
Artículos en idioma inglés y español	Artículos en idiomas diferentes al inglés y español
Estudios pertenecientes al periodo 2010 - 2020	Investigaciones realizadas en un tiempo fuera de los últimos 10 años.

3.5 Análisis crítico:

A causa de la escasa información en estudios de digestibilidad aparente en mamíferos en cautiverio, para la valoración de los artículos se requiere una revisión inicial de los títulos de los trabajos, posteriormente una revisión del resumen y por último una revisión de la metodología, de esta manera se puede verificar que los estudios seleccionados contengan información útil y clara para el desarrollo de esta revisión sistemática.

Al usar las plataformas PUBMED, SciELO Y VetRecord, es posible asumir que se tratan de buscadores confiables; dado a su trayectoria y colaboraciones con revistas y asociaciones científicas como ya ha sido previamente mencionado.

Con la finalidad de mejorar la calidad de la revisión sistemática, se utilizó el diagrama de flujo de PRISMA y el Checklist de PRISMA en el que se evalúan 27 puntos diferentes de cada artículo (Moraga C. & Cartes-Velásquez, 2015).

CAPÍTULO IV. Resultados y discusión

4.1 Diagrama de flujo del prisma:

Para la revisión sistemática, se empleó la fórmula de búsqueda "*digestibility AND captivity mammals*" en las plataformas PUBMED, VetRecord y SciELO de las cuales se seleccionaron un total de 21 artículos tras emplear los criterios de inclusión y exclusión previamente descritos.

Tabla 3

Resultados de búsqueda

Fecha de Búsqueda	Plataforma	Número total de artículos	Número definitivo de artículos
10/6/2020	PUBMED	645	16
10/6/2020	VetRecord	134	1
24/7/2020	SciELO	86	4
Total		865	21

Después de haber realizado la búsqueda inicial en ambas plataformas (Tabla 3), se obtuvieron como resultado un total de 865 artículos, siendo 645 de ellos provenientes de la plataforma PUBMED, 86 del buscador SciELO y 134 de la plataforma VetRecord. Posterior a esto, se utilizó el diagrama de flujo de PRISMA (Figura 2), con la finalidad de mejorar la calidad de la revisión sistemática (Moraga C. & Cartes-Velásquez, 2015).

Con el diagrama de flujo de PRISMA, inicialmente se pudieron descartar 5 artículos que se encontraban repetidos en las plataformas PRISMA y VetRecord,

posteriormente se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión detallados previamente.

De esta manera se descartaron un total de 812 artículos por los criterios de inclusión, dando un total de 53 artículos como resultado preliminar.

Para la elección de los artículos a usar dentro de la revisión sistemática, primero se descartaron 32 de los 53 artículos, porque estos no contaban con una descripción completa de la metodología empleada para el desarrollo del estudio o porque estaban basados en otros artículos que ya estaban siendo tomados en cuenta.

Por último, los 21 artículos finales fueron analizados con el uso del Checklist de PRISMA, para luego ser empleados en el desarrollo de la revisión sistemática.

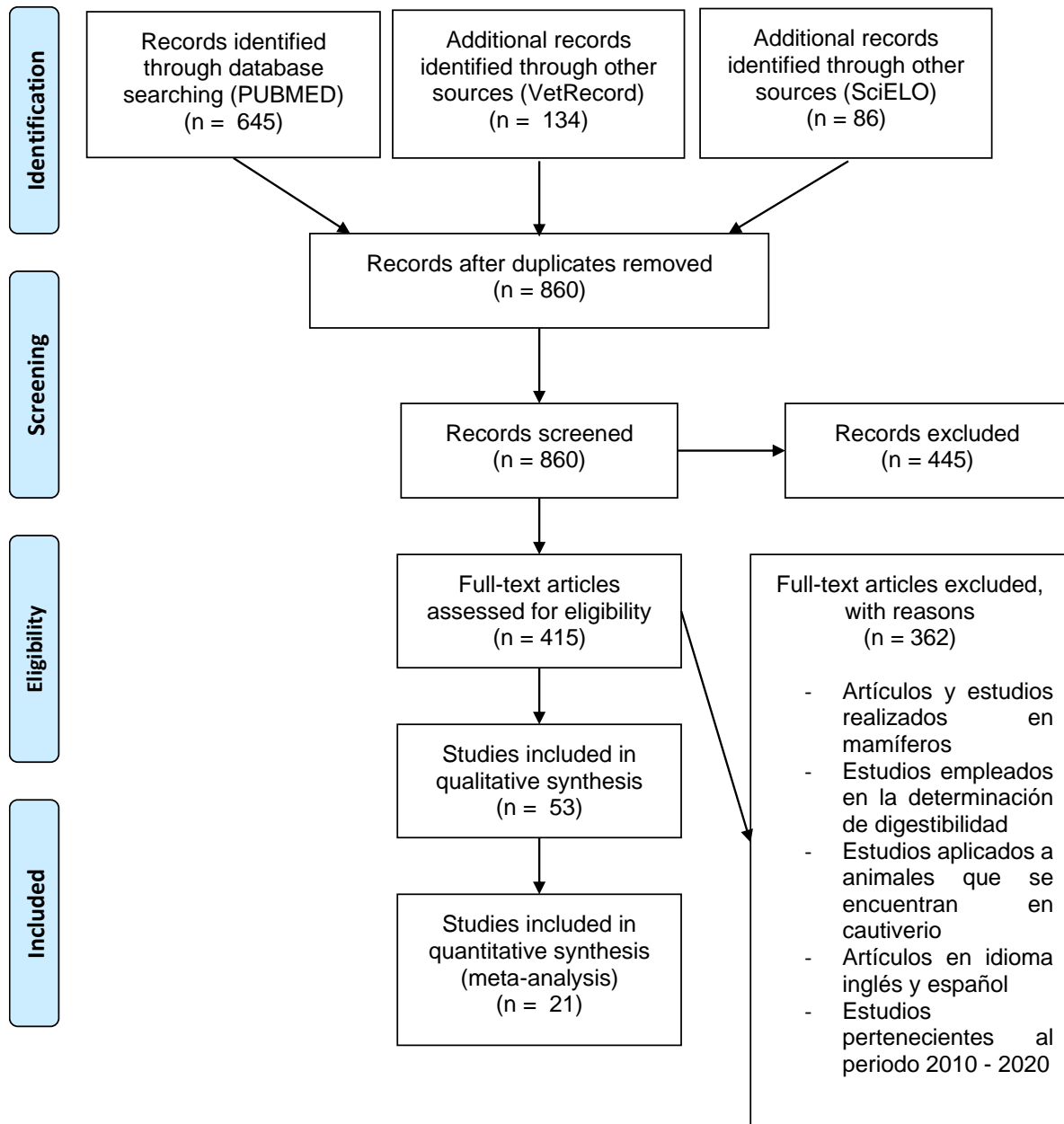


Figura 2: Diagrama de flujo de PRISMA

4.2 Estudios realizados sobre digestibilidad en animales de cautiverio

Los estudios realizados en especies de cautiverio se han ubicado en: Alemania (#3), India (#3), EUA (#5), Brasil (#2), Australia (#1), Suiza (#1), Reino Unido (#1), Ghana (#1). Las especies estudiadas se encuentran en cautiverio, en zoológicos, centros de rescate, bioparques y zocriaderos, corresponden a la clase Mammalia y a las familias *Myrmecophagidae*, *Cervidae*, *Lemuridae*, *Tayassuidae*, *Cercopithecidae*, *Megalonychidae*, *Bovidae*, *Elephantidae*, *Felidae*, *Thryonomyidae*, *Petauridae*, *Giraffidae*, *Equidnas*.

Los estudios analizados describen técnicas para la evaluación de la digestibilidad aparente de diferentes dietas ofrecidas a diferentes especies de mamíferos en cautiverio, cuya especie, número de población estudiada, país de estudio, año y autor, se encuentran detallados en la Tabla 4.

Tabla 4

Estudios de digestibilidad realizados en mamíferos en cautiverio (2010 – 2020).

País de Estudio	Especie estudiada	Número de animales	Sexo	Edad	Autores y Año de estudio
Alemania	Oso Hormiguero Gigante	8	2 machos y 6 hembras.	1 a 15 años (Adultos).	Stahl, M., et al., 2011
Suiza y Alemania	Mamíferos Carnívoros	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Clauss, M., et al., 2010
India	Axis o Ciervo Moteado	12	9 machos y 3 hembras	3 a 4 años (Adultos).	Suresh, C., et al., 2013
Estados Unidos	Lemur de collar blanco y negro	33 instituciones	Hembras y machos, número no descrito	Adultos	Donadeo, B., et al., 2016
Brasil	Pecarí Barbiblanco	4	4 machos y 2 hembras	2 a 3 años (Adultos).	Nogueira-Filho, S., et al., 2014
Estados Unidos	Mono de Allen y cercopiteco de L'Hoest	5	2 machos y 3 hembras	No determinado	Blaine, K., Lambert, J., 2012
Alemania, Suiza y Australia	Perezoso de dos dedos	4	No determinado	No determinado	Vendl, C., et al., 2015

Estados Unidos	Antílope enano o real	8	4 machos y 2 hembras	1 a 8 años (Adultos).	Schmidt, D., et al., 2014
India	Antílope cervicapra	15	12 machos y 3 hembras	No determinado	Das, A., et al., 2013
India	Elefantes asiáticos	10	No determinado	Juveniles, Sub Adultos y Adultos	Das, A., et al., 2015
Estados Unidos	Gato Salvaje Africano	6	2 machos y 4 hembras	2 a 3 años (Adultos)	Vester, B., et al., 2010
India	Leopardo Indio	11	7 machos y 4 hembras	7 a 10 años	Pradhan, S., et al., 2015
Ghana	Aulácodo	12	No determinado	Adultos	Adu, E., et al., 2011
Estados Unidos, Reino Unido	Petauro del Azúcar	12	8 machos y 4 hembras	Adultos	Dierenfeld, E., Whitehouse-Tedd, K., 2017
Brasil	Pecarí de Collar	4	4 machos	3 a 4 años	Borges, R., et al., 2017
Alemania	Jirafa	95	No Determinado	No Determinado	Gusseck, I., et al., 2017
Australia	Equidna Australiano	3	2 machos 1 hembra	No Determinado	Stannard, H., et al., 2016

Actualmente una parte de los Zoológicos alrededor del mundo, como en el caso de la India, alimentan a los animales de forma empírica, basándose en el conocimiento de los cuidadores (Suresh, Das, Katole, Saini, & Swarup, 2013). Se considera que es importante realizar comparaciones de las dietas que los animales ingieren en cautiverio, con las dietas consumidas en su hábitat, esto permitiría tener información sobre los requerimientos in situ para sobrevivir y reproducirse (Donadeo et al., 2015).

Todos los autores consultados en esta revisión sistemática coinciden en que la digestibilidad aparente debe ser evaluada para reducir la alimentación excesiva, optimizar la dieta, el aprovechamiento nutricional y mantener la masa corporal de los animales en cautiverio (Adu, Awotwi, Amaning-Kwarteng, & Awumbila, 2012; Blaine & Lambert, 2012; Borges, Mendes, Nogueira, Bindelle, & Nogueira-Filho, 2017; Das et al., 2013, 2014; Dierenfeld & Whitehouse-Tedd, 2018; Donadeo et al., 2015; Gussek, Große-Brinkhaus, Südekum, & Hummel, 2018; Nogueira-Filho, Borges, Mendes, & Dias, 2014; Pradhan et al., 2015; Schmidt, Schlegel, & Galyean, 2014; Stahl et al., 2012; Stannard, Bekkers, Old, McAllan, & Shaw, 2017; Suresh et al., 2013; Vendl et al., 2016; Vester et al., 2010)

Uno de los riesgos a los que los animales están expuestos en cautiverio, es la obesidad, la cual es causada por alteraciones en la dieta, como el consumo elevado de calorías (Dierenfeld & Whitehouse-Tedd, 2018) y actividad reducida, por lo que se recomienda que sus raciones y componentes alimenticios sean establecidos por expertos en nutrición o Médicos Veterinarios en base a estudios (Donadeo et al., 2015), dado que la falta de conocimiento sobre los requerimientos metabólicos puede ocasionar la alimentación inadecuada de los animales (Stahl et al., 2012; Suresh et al., 2013).

4.2.1 Manejo de los animales en cautiverio utilizados en estudios de digestibilidad

Previo a evaluar la digestibilidad de la dieta, es fundamental evaluar el estado de salud del animal (Das et al., 2014). Algunos autores sugieren realizar un monitoreo en el peso de los animales, por lo que es importante pesarlos antes, durante y después del transcurso del estudio (Borges et al., 2017; Das et al., 2013; Donadeo et al., 2015; Nogueira-Filho et al., 2014; Suresh et al., 2013). Para este proceso se recomienda el uso de una balanza de cerdos o bovinos (Stahl et al., 2012).

Previo a la fase de experimentación, se sugiere la desparasitación de todos los animales (Borges et al., 2017; Das et al., 2013; Suresh et al., 2013). Algunos autores recomiendan realizar exámenes coproparasitarios a todos los animales que formarán parte del estudio, previo a la desparasitación (Stannard et al., 2017).

Es importante monitorear el comportamiento de los animales antes y durante todo el estudio, con el objetivo de identificar cambios de conducta o la aparición de estereotipias (Gussek et al., 2018), para evitar este tipo de comportamientos se pueden utilizar componentes de enriquecimiento ambiental (Dierenfeld & Whitehouse-Tedd, 2018). También se recomiendan periodos en los que los animales puedan salir de sus exhibidores / aulas o jaulas individuales para que puedan interactuar entre ellos bajo supervisión (Pradhan et al., 2015; Stahl et al., 2012).

4.2.2 Alimentación de los animales durante las evaluaciones

Todos los animales deben pasar por un periodo de adaptación a la dieta que va a ser evaluada, por lo que está descrito que 15 días es el lapso de tiempo suficiente para que el animal se acople totalmente a la dieta y que su alimentación previa no interfiera (Nogueira-Filho et al., 2014). Sin embargo, otros autores sugieren diferentes tiempos de adaptación, los cuales oscilan entre los 10 días (Dierenfeld &

Whitehouse-Tedd, 2018), 14 días (Vendl et al., 2016), 18 días (Pradhan et al., 2015), 20 días (Adu et al., 2012), 30 días (Borges et al., 2017), 55 días (Suresh et al., 2013).

Es necesario determinar la frecuencia de la alimentación diaria, esto puede ser entregando el alimento al animal una sola vez al día o dividir el total de la dieta en 2 o 3 raciones iguales y proporcionarla en las horas en las que el animal acostumbra recibir el alimento (Clauss, Kleffner, & Kienzle, 2010; Nogueira-Filho et al., 2014; Stahl et al., 2012; Vendl et al., 2016). Además de esto, es importante describir los elementos que van a ser empleados en la dieta del animal y la cantidad de cada ingrediente (Das et al., 2014; Nogueira-Filho et al., 2014; Vendl et al., 2016).

Durante las horas de alimentación, es recomendado mantener a los animales separados, con la finalidad de obtener un dato preciso sobre la cantidad de alimento no ingerido (Stahl et al., 2012).

En cuanto al agua, recomiendan que haya disponibilidad *ad libitum*, principalmente cuando los animales se encuentran separados (Adu et al., 2012; Borges et al., 2017; Das et al., 2014; Nogueira-Filho et al., 2014; Suresh et al., 2013; Vendl et al., 2016; Vester et al., 2010).

4.2.3 Recolección de datos y muestras

Cada ración alimenticia debe ser pesada por ingrediente y el mismo procedimiento se debe realizar con las sobras de alimento (en caso de que existan), tomando como referencia la mayor cantidad posible de cada ingrediente para facilitar el proceso (Adu et al., 2012; Dierenfeld & Whitehouse-Tedd, 2018; Vendl et al., 2016).

Los autores sugieren que se tomen muestras de materia fecal durante 5 días después del periodo de adaptación, estas muestras tendrán que ser recolectadas en un lapso de 15 minutos tras la defecación del animal para minimizar la pérdida

de compuestos volátiles (Borges et al., 2017; Stannard et al., 2017; Vester et al., 2010). A partir de las muestras, se tendrá que realizar un pool por cada animal (mezcla homogénea de materia fecal) para que sea enviado a laboratorio (Adu et al., 2012; Borges et al., 2017; Gussek et al., 2018; Nogueira-Filho et al., 2014; Stannard et al., 2017).

Para la recolección de las muestras de materia fecal, es necesario que los animales abandonen momentáneamente sus jaulas o instalaciones en las que se encuentren separados (Nogueira-Filho et al., 2014). En esta fase del estudio se requiere identificar con qué frecuencia defeca cada animal al día y el lapso de tiempo que transcurre entre la ingesta de alimentos y la deposición (Stahl et al., 2012).

Se sugiere evaluar la consistencia de la materia fecal (Tabla 5), ya que la textura de la materia fecal refleja la consistencia de la dieta y puede indicar una posible contaminación bacteriana o la presencia de ingredientes dietarios que no son digeribles para el tracto gastrointestinal de los animales (Stannard et al., 2017; Vester et al., 2010)

Tabla 5

Parámetros para la evaluación de la consistencia de la materia fecal

Consistencia de la materia fecal	
1	Extremadamente dura y seca.
2	Firme, seca, superficie ligeramente húmeda, bien formada.
3	Suave, formada, húmeda.
4	Suave, sin forma.
5	Líquido.

Adaptada de Stannard, H., et al, 2016

Se pueden realizar exámenes sanguíneos como un complemento para evidenciar el exceso proteico o de algunos minerales (como el hierro) en la dieta de los animales (Dierenfeld & Whitehouse-Tedd, 2018; Suresh et al., 2013; Vester et al., 2010).

4.2.4 Conservación de muestras

Las muestras de alimento, materia fecal y alimento no ingerido, deben ser conservadas en un congelador a -20 °C en bolsas plásticas etiquetadas con el nombre/código del animal, fecha y contenido hasta que sean enviadas a laboratorio (Borges et al., 2017; Clauss et al., 2010; Nogueira-Filho et al., 2014; Stahl et al., 2012; Vendl et al., 2016; Vester et al., 2010).

4.2.5 Análisis de Laboratorio

Una vez que las muestras lleguen a laboratorio, estas serán descongeladas hasta llegar a temperatura ambiente, para posteriormente ser pesadas, homogenizadas y secadas a 60 o 65 °C (Das et al., 2013; Dierenfeld & Whitehouse-Tedd, 2018; Nogueira-Filho et al., 2014; Schmidt et al., 2014; Vendl et al., 2016; Vester et al., 2010). Otros autores mencionan que las muestras deben ser secadas a 65 o 70 °C por 72 horas (Pradhan et al., 2015), a 50 °C por 4 días (Adu et al., 2012), 60 °C y posteriormente 105 °C (Gussek et al., 2018), a 85 °C (Stannard et al., 2017) e inclusive 100 °C por 16 horas (Suresh et al., 2013).

En el laboratorio realizan estudios a los componentes nutricionales, usualmente en base a lo estipulado por la AOAC (*Association of Official Analytical Chemists*), aplicando diferentes análisis como Kjeldahl y calorimetría (Adu et al., 2012; Borges et al., 2017; Das et al., 2013; Suresh et al., 2013; Vester et al., 2010).

En uno de los estudios, mencionan que de las muestras de alimento, se obtienen datos de: humedad, energía metabolizable, fibra total, grasa cruda, proteína cruda, ceniza, vitaminas varias, calcio, magnesio, fósforo, sodio, potasio, cobre, hierro, manganeso, selenio, zinc; mientras que de las muestras de materia fecal, determinan los valores de: humedad, proteína cruda, fibra detergente ácida y neutra, grasa cruda, ceniza, energía metabolizable, vitaminas varias, calcio, magnesio, fósforo, sodio, potasio, cobre, hierro, manganeso, selenio y zinc (Borges et al., 2017; Das et al., 2013; Dierenfeld & Whitehouse-Tedd, 2018; Nogueira-Filho et al., 2014; Pradhan et al., 2015; Schmidt et al., 2014; Stahl et al., 2012; Vendl et al., 2016; Vester et al., 2010).

4.2.6 Finalización

La digestibilidad aparente es calculada como el porcentaje de alimento ingerido que no fue eliminado como materia fecal (Clauss et al., 2010); mientras que la ingesta nutricional es calculada como la cantidad de nutrientes que fueron ofrecidos menos la cantidad de nutrientes remanentes en las sobras o alimento no ingerido (Nogueira-Filho et al., 2014; Vendl et al., 2016).

Los análisis de laboratorio permiten obtener datos más precisos de la cantidad inicial de materia seca, cenizas, proteína cruda, extractos de éter, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, energía bruta y extractos libres de nitrógeno presentes en la dieta entregada, para posteriormente poder comparar la cantidad de cada uno de estos componentes con los resultados del análisis de la materia fecal y conseguir información específica (Blaine & Lambert, 2012; Gussek et al., 2018; Pradhan et al., 2015).

Los resultados deben ser planteados en base al grupo estudiado, ya sea por sexo, edad, estado reproductivo e inclusive por establecimientos (Stahl et al., 2012).

Si se busca evaluar la digestibilidad aparente de otra dieta en el mismo grupo de animales, es recomendado pesar a los animales y repetir el proceso de adaptación de 15 días a la nueva dieta, para que la anterior no interfiera (Nogueira-Filho et al., 2014).

4.3 Protocolo propuesto para el análisis de digestibilidad aparente en el Oso Andino

4.3.1 Objetivo

Determinar la digestibilidad aparente de la dieta proporcionada al Oso Andino en cautiverio.

4.3.2 Alcance

Estudio aplicable en Zoológicos, Bioparques, centros de rescate y zoocriaderos, en un tiempo promedio de 1 mes por cada dieta a evaluar, dentro de este tiempo se encuentran incluidos 15 días como periodo de adaptación, 5 días para la recolección de muestras, y 10 días para los análisis de laboratorio y recepción de resultados.

4.3.3 Normas generales

4.3.3.1 Bioseguridad

A pesar de que ningún autor menciona riesgos sanitarios ni tampoco las medidas de bioseguridad empleadas, se sugiere que al tratarse de una especie silvestre como el Oso Andino, se deberían tomar medidas preventivas ante la exposición a riesgos físicos, químicos y biológicos, tanto para el recolector de las muestras, como para las personas asociadas y el individuo a estudiar (C. Muñoz et al., 2017).

4.3.3.2 Registros

Es importante fijar un tiempo de estudio e identificar el número de animales que van a ser evaluados (Pradhan et al., 2015; Schmidt et al., 2014), para el cual se debe formular un registro individual en el que se incluya: lugar de estudio, altitud, nombre / código del animal, edad, sexo, peso del animal, condición corporal (Anexo 1) (Adu et al., 2012; Blaine & Lambert, 2012; Gussek et al., 2018; Pradhan et al., 2015; Vendl et al., 2016). A su vez, en este registro deben constar los datos que posteriormente serán utilizados como parte de la evaluación de la digestibilidad aparente, entre los que se pueden mencionar: descripción de la dieta a entregar, peso de cada ingrediente, peso total del alimento a entregar, peso del alimento no ingerido, peso de la materia fecal, consistencia de la materia fecal (Tabla 5), hora de alimentación y hora de recolección de excretas, también adjuntos en el Anexo 1 (Borges et al., 2017; Das et al., 2013; Stannard et al., 2017; Vester et al., 2010).

4.3.3.3 Instalaciones

Para mejores resultados, es importante tener un exhibidor / jaula o área para cada animal, que se encuentre bajo las mismas condiciones de temperatura, limpieza y sin ningún tipo de alimento que el animal pueda ingerir e interferir con la investigación (Blaine & Lambert, 2012; Borges et al., 2017; Das et al., 2013; Pradhan et al., 2015; Schmidt et al., 2014; Vendl et al., 2016; Vester et al., 2010).

Cada una de las instalaciones debe contar con componentes de enriquecimiento ambiental, como juguetes y decoraciones que promuevan el bienestar del animal durante el transcurso del estudio (Dierenfeld & Whitehouse-Tedd, 2018).

Autores sugieren que los animales dispongan de un espacio con piso de cemento en el que puedan permanecer solos y bajo supervisión, tomando en cuenta que esta

área sea segura y de fácil acceso para que las personas a cargo de la investigación puedan encargarse de la toma y recolección de muestras (Stahl et al., 2012; Suresh et al., 2013).

4.3.3.4 Procedimiento operativo estandarizado

Materiales:

- Jaula o espacio individual con elementos de enriquecimiento ambiental
- Alimento a base de frutas, plantas y fuentes proteicas.
- Equipo de alimentación (comedero individual y bebedero)
- Registros (Anexo 1)
- Balanzas como jaulas de pesaje o balanzas de piso.

Procedimiento

1. Colocación del equipo de protección personal y aplicar medidas de bioseguridad antes de empezar el procedimiento. El personal debe contar con la vestimenta apropiada: botas de caucho con punta de acero, overol, mascarilla, guantes, botas, gafas de protección.
2. Emplear un registro por cada animal y llenar la información descrita en el Anexo 1.
3. Verificar que las condiciones de las instalaciones sean iguales para todos los animales. Constatar el uso de componentes de enriquecimiento ambiental.
4. Evaluar el estado de salud, peso, exámenes coproparasitarios o desparasitación, identificación de estereotipias.
5. Determinación de la ración y frecuencia de alimentación diaria, ya sea entregando la comida una vez al día o dividiendo la ración en 2 o 3 partes iguales. Es importante alimentar a los animales de manera individual y proveer agua ad libitum.

6. Periodo de adaptación de 15 días de la dieta que se busca evaluar para que la dieta anterior no interfiera con el estudio y el animal se logre acoplar totalmente al nuevo alimento.
7. Recolección de muestras: es necesario el pesaje de las raciones alimenticias, materia fecal y consistencia de la materia fecal (Anexo 1). Recolección de muestras por 5 días tras el periodo de adaptación.
8. La conservación de las muestras se debe efectuar a -20 °C en bolsas plásticas etiquetadas con el nombre/código del animal, fecha y contenido.
9. Las muestras tanto de alimento como de materia fecal deben ser enviadas a laboratorio para que sean analizadas.
10. La interpretación de los resultados se puede realizar en base a sexo, edad, estado reproductivo, establecimiento, etc.

Responsables

QUIÉN DEBE CONOCERLO: Médicos veterinarios, especialistas en nutrición, zoo cuidadores, biólogos

QUIEN DEBE EJECUTARLO: Médicos veterinarios, especialistas en nutrición, zoo cuidadores, biólogos

4.4 Discusión

La revisión clínica previa de los animales permite al investigador conocer si los individuos seleccionados para la determinación de digestibilidad aparente se encuentran bajo las mismas condiciones de salud, sin embargo, existen incongruencias sobre las medidas que se deben tomar ante la posible existencia de parásitos internos, ya que está mencionado el uso de exámenes coproparasitarios (Stannard et al., 2017), mientras que en varios estudios realizan una

desparasitación previa sin el uso de estos exámenes (Borges et al., 2017; Das et al., 2013; Suresh et al., 2013).

Es importante tomar en cuenta el grupo de animales que se busca evaluar, ya sea por estado fisiológico, sexo, edad, ya que son parámetros que pueden influir al momento de determinar la digestibilidad aparente. En la investigación efectuada en el gato salvaje africano, autores mencionan el sexo y edad de los animales involucrados en el estudio (Vester et al., 2010), el mismo es el caso en otras especies como: Oso Hormiguero gigante (Stahl et al., 2012), Ciervo moteado (Suresh et al., 2013), Pecarí Barbiblanco (Nogueira-Filho et al., 2014), Pecarí de collar (Borges et al., 2017). En el caso de las jirafas, está mencionado que la edad y el estado reproductivo de los animales eran conocidos por los investigadores, sin embargo no existen registros dentro del estudio (Gusseck et al., 2018). Por otra parte, en el estudio realizado en el Perezoso de 2 dedos, no se encuentra mencionado el sexo, edad, ni estado fisiológico, por lo que el estudio se realizó indistintamente en los 4 animales que se encontraban en cautiverio (Vendl et al., 2016). En animales de producción, como es el caso de las cabras, los investigadores utilizan animales que tengan la misma edad, estado fisiológico y raza para efectuar estudios de digestibilidad (López et al., 2011), en ovinos la situación es similar, ya que toman en cuenta la edad, sexo, raza y peso de los animales (Núñez Torres et al., 2018).

Al tratarse de un estudio de digestibilidad, la monitorización del peso de los animales es una parte fundamental del chequeo inicial, sin embargo, existen diferencias al efectuar este proceso. En un estudio de digestibilidad realizados en ovinos, el pesaje se realiza bajo ayuno previo de 14 horas de manera individual a todos los animales que fueron evaluados (Núñez Torres, Rodríguez, Sanchez, & Guishca-Cunuhay, 2018); mientras que en estudios realizados en cerdos, el pesaje se efectuó por grupos y de manera individual para determinar la ración de alimento a entregar (Bauza, Bratschi, Barreto, Silva, & Tejero, 2018), en estudios de animales como jirafas, el peso de los animales fue estimado (Gusseck et al., 2018), y en el caso del estudio en el Petauro de azúcar, no se encuentran estipuladas las medidas

tomadas previo al pesaje de los animales (Dierenfeld & Whitehouse-Tedd, 2018), por lo que no existe una estandarización de acuerdo con la forma de tomar el peso de los animales antes de iniciar los estudios.

La fase de adaptación al alimento en animales de producción, como el caso de los cerdos, consiste en un periodo de tiempo de 7 días (G. Caicedo, 2019; W. Caicedo, Moya, Tapuy, Caicedo, & Perez, 2019), contrario a los 15 días descritos como periodo de tiempo ideal en especies silvestres en cautiverio (Nogueira-Filho et al., 2014), por lo que se podrían realizar estudios en los dos periodos para establecer un tiempo definitivo en el Oso Andino.

Para evaluar la digestibilidad aparente, es necesario evaluar la dieta que está consumiendo el animal; en cerdos, por ejemplo, se evalúan varias dietas de manera simultánea en diferentes grupos de animales (G. Caicedo, 2019), mientras que en los estudios consultados no hay menciones al respecto; sin embargo, es importante considerar que para evaluar diferentes dietas de manera simultánea, los animales deben contar con el mismo estado de salud, etapa de vida (edad) y condiciones tanto fisiológicas, ambientales como de instalaciones para evitar la presencia de factores que modifiquen los resultados (Bauza et al., 2018).

Para la toma y recolección de muestras, es necesario determinar el número de raciones diarias de alimento que van a ser entregadas a los animales; en un estudio realizado en ovejas, se encuentra descrito que el alimento fue ofrecido *ad libitum* (Núñez Torres et al., 2018), al igual que en otras especies como equidnas (Stannard et al., 2017) y pecarí barbablanca (Nogueira-Filho et al., 2014); mientras que en el caso de leopardos indios, la alimentación de los animales consiste en una sola entrega de la ración completa a diario (Pradhan et al., 2015); por otra parte, existen registros en otras especies como es el caso del ciervo manchado, en esta especie autores mencionan la entrega del alimento en 2 raciones diarias con un intervalo de 3 horas (Suresh et al., 2013); en el caso del perezoso de 2 dedos, dentro del estudio mencionan que la alimentación era entregada en 1 o 2 raciones diarias (Vendl et al., 2016), por lo que no se encuentra determinada una estandarización para el número

de raciones alimenticias que se deben entregar a diario a los animales. Sin embargo, en todos los estudios los autores mencionan que el agua ha sido provista *ad libitum* (Adu et al., 2012; Bauza et al., 2018; Blaine & Lambert, 2012; Borges et al., 2017; W. Caicedo et al., 2019; Das et al., 2013, 2014; Dierenfeld & Whitehouse-Tedd, 2018; Donadeo et al., 2015; Gussek et al., 2018; Nogueira-Filho et al., 2014; Núñez Torres et al., 2018; Pradhan et al., 2015; Schmidt et al., 2014; Stahl et al., 2012; Stannard et al., 2017; Suresh et al., 2013; Vendl et al., 2016; Vester et al., 2010).

4.5 Limitantes:

La principal limitante dentro de esta revisión sistemática ha sido la falta de estudios sobre el Oso Andino, con énfasis en su digestibilidad, por lo que se ha tenido que extrapolar información sobre protocolos aplicados a otros mamíferos en cautiverio y a la vez, estudios en animales de producción que cuentan con protocolos cuyos estándares que podrían ser aplicados en cautiverio.

Existen vacíos en cuanto a los componentes dietarios *in situ* y *ex situ* en los estudios publicados, tanto del Oso Andino, como de otras especies de mamíferos silvestres.

No existen registros públicos sobre los componentes utilizados en la alimentación actual del Oso Andino en condiciones de cautiverio, por parte de las organizaciones e instituciones que se encuentren a cargo del cuidado de estos especímenes

CAPÍTULO V. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Sí es posible establecer un protocolo para determinar la digestibilidad aparente del Oso Andino mediante la extrapolación de información de estudios realizados en otras especies de mamíferos en cautiverio. Se ha presentado un protocolo que incluye el manejo de los animales, instalaciones y bioseguridad necesarias, procedimiento de manejo de alimentación, toma de muestras y procesamiento en el laboratorio.
- Para determinar la digestibilidad aparente de los Osos Andinos en cautiverio y verificar el aprovechamiento de los alimentos entregados en la dieta, los animales deben encontrarse en áreas separadas, ser alimentados de manera individual bajo una adaptación previa de 15 días y las muestras deben ser analizadas bajo los estándares de la AOAC para evaluar parámetros básicos como Materia Seca, Proteína Cruda, Fibra detergente neutra, Fibra detergente ácida y Cenizas.
- El protocolo planteado es un aporte al conocimiento de la alimentación de los Osos Andinos cuya importancia radica en reducir los problemas metabólicos en animales en cautiverio, a pesar de la poca y pobre información existente. De esta aseveración nacen las recomendaciones.

5.2 Recomendaciones

- Analizar y comparar los resultados de estudios de varias dietas para determinar los requerimientos nutricionales del Oso Andino y lograr un estudio más completo.
- Los estudios de digestibilidad deben ser comparados entre los diferentes sitios de cautiverio para ampliar el conocimiento de digestibilidad aparente del Oso Andino en diferentes sectores o zonas de cautiverio.
- Tomar en cuenta el periodo de adaptación a la dieta que se quiere evaluar, para evitar factores de estrés y que la alimentación previa influya con el estudio para obtener resultados más precisos.
- Poner en práctica el protocolo establecido, para comprobar su eficacia y posteriormente difundirlo, de esta manera se puede comprometer más a la sociedad en la causa de protección a los animales silvestres.

REFERENCIAS

- Adu, E. K., Awotwi, E. K., Amaning-Kwarteng, K., & Awumbila, B. (2012). Metabolic fecal nitrogen and digestibility estimates in the grasscutter (*Thryonomys swinderianus*). *Tropical Animal Health and Production*, 44(4), 881–886. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9982-2>
- Anticona, W. (2019). *Digestibilidad aparente de la dieta para osos hormigueros amazónicos (Tamandua tetradactyla) mantenidos en el Parque Zoológico Huachipa (Tesis de pregrado)*. Recuperado de http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/4811/1/RE_MED.VETE_WENDY.ROJAS_DIGESTIBILIDAD.DIETA.OSOS_DATOS.pdf
- Arias-Bernal, L., & Yarto-Jaramillo, E. (2019). Medicine of Captive Andean Bears. En *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine Current Therapy, Volume 9* (pp. 548–554). <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-55228-8.00078-3>
- Ávila, D. (2005). *Propuesta de enriquecimiento ambiental para el oso negro (Ursus americanus) en cautiverio*. (April). <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1111.0805>
- Bauza, R., Bratschi, C., Barreto, R., Silva, D., & Tejero, B. (2018). Aporte nutritivo de dietas para cerdos incluyendo sorgo BT, arveja forrajera y expeller de canola. *Agrociencia Uruguay*, 22(2), 1–11. <https://doi.org/10.31285/agro.22.2.8>
- Blaine, K. P., & Lambert, J. E. (2012). Digestive retention times for Allen's swamp monkey and L'Hoest's monkey: Data with implications for the evolution of cercopithecine digestive strategy. *Integrative Zoology*, 7(2), 183–191. <https://doi.org/10.1111/j.1749-4877.2012.00282.x>
- Bojo Canales, C., Fraga Medín, C., Hernández Villegas, S., & Primo Peña, E. (2009). [SciELO: A cooperative project for the dissemination of science]. *Revista española de sanidad penitenciaria*, 11(2), 49–56. <https://doi.org/10.4321/S1575-06202009000200004>

- Borges, R. M., Mendes, A., Nogueira, S. S. C., Bindelle, J., & Nogueira-Filho, S. L. G. (2017). Protein requirements of collared peccary (Pecari tajacu). *Tropical Animal Health and Production*, 49(7), 1353–1359. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1333-5>
- BVA. (s/f). VetRecord. Recuperado de <https://www.bva.co.uk/our-journals/vet-record/>
- Caicedo, G. (2019). *Chemical composition and apparent digestibility of green “ orito ” banana (Musa acuminata AA) meal in growing pigs Composición química y digestibilidad aparente de la harina de banano orito verde (Musa acuminata AA) en cerdos de crecimiento*. 53(3), 1–10.
- Caicedo, W., Moya, C., Tapuy, A., Caicedo, M., & Perez, M. (2019). Composición química y digestibilidad aparente de tubérculos de taro procesados por fermentación en estado sólido (FES) en cerdos de crecimiento. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(2), 580–589. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16078>
- CAR. (2014). *El Oso Andino como especie sombrilla*. 28. Recuperado de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5b745e7803be6.pdf>
- Castellanos, A., Cevallos, J., Laguna, A., Achig, L., Viteri, P., & Molina., S. (2010). Estrategia nacional de conservación del Oso Andino. *Igarss 2014*, (1), 1–30. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Clauss, M., Kleffner, H., & Kienzle, E. (2010). Carnivorous mammals: Nutrient digestibility and energy evaluation. *Zoo Biology*, 29(6), 687–704. <https://doi.org/10.1002/zoo.20302>
- Collins, D. M. (2015). Ursidae. En *Fowler’s Zoo and Wild Animal Medicine, Volume 8* (pp. 498–508). <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-7397-8.00050-5>
- Cosentino, M. R., & Rios, L. (2020). Experimentos de Calorimetria em Cursos Universitários. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 42.

<https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2019-0159>

- Das, A., Katole, S., Choubey, M., Gupta, S. P., Saini, M., Kumar, V., & Swarup, D. (2013). Feed consumption, diet digestibility and mineral utilization in captive blackbuck (*Antelope cervicapra*) fed different levels of concentrates. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97(1), 80–90. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2011.01245.x>
- Das, A., Smith, M. L., Saini, M., Katole, S., Kullu, S. S., Gupta, B. K., ... Swarup, D. (2014). Effect of concentrates restriction on feed consumption, diet digestibility, and nitrogen utilization in captive Asian elephants (*Elephas maximus*). *Zoo Biology*, 34(1), 60–70. <https://doi.org/10.1002/zoo.21194>
- Dierenfeld, E. S., & Whitehouse-Tedd, K. M. (2018). Evaluation of three popular diets fed to pet sugar gliders (*Petaurus breviceps*): Intake, digestion and nutrient balance. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(1), e193–e208. <https://doi.org/10.1111/jpn.12727>
- Donadeo, B. C., Kerr, K. R., Ph, D., Morris, C. L., Ph, D., Swanson, K. S., & Ph, D. (2015). *Black-and-White Ruffed Lemurs (Varecia Variegata) At 33 U . S . Zoological Institutions*.
- Figueroa, J. (2016). *Ecología y conservación del oso andino (Tremarctos ornatus) en las Áreas Naturales Protegidas del Perú*. 321.
- Foss. (2018). *El análisis de la fibra en el pienso animal*.
- Fuller, M. (2008). *Enciclopedia de nutrición y producción animal*. Editorial Acribia.
- García-Rangel, S. (2012). Andean bear *Tremarctos ornatus* natural history and conservation. *Mammal Review*, 42(2), 85–119. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2011.00207.x>
- Gelfand, J. (2020). Mendeley Research Manager: Why Mendeley? Recuperado de <https://guides.lib.uci.edu/Mendeley>

- Gussek, I., Große-Brinkhaus, C., Südekum, K. H., & Hummel, J. (2018). Influence of ration composition on nutritive and digestive variables in captive giraffes (*Giraffa camelopardalis*) indicating the appropriateness of feeding practice. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *102*(2), e513–e524. <https://doi.org/10.1111/jpn.12790>
- Hutton, B., Catalá-López, F., & Moher, D. (2016). La extensión de la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas que incorporan metaanálisis en red: PRISMA-NMA. *Medicina Clínica*, *147*(6), 262–266. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2016.02.025>
- INTA. (2016). Manual del protagonista nutrición animal. *Inatec*, 140. Recuperado de https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual_de_Nutricion_Animal.pdf
- López, M. C., Ródenas, L., Piquer, O., Cerisuelo, A., Cervera, C., & Fernández, C. (2011). Determinación de Producción de Metano en Caprinos Alimentados con Dietas con Distintos Cereales. *Archivos de Zootecnia*, *60*(232), 943–951. <https://doi.org/10.4321/S0004-05922011000400011>
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., & Morgan, C. A. (1999). *Nutricion Animal*. Zaragoza: Acribia.
- Moraga C., J., & Cartes-Velásquez, R. (2015). Pautas de chequeo, parte II: QUOROM y PRISMA. *Revista Chilena de Cirugia*, *67*(3), 325–330. <https://doi.org/10.4067/s0718-40262015000300015>
- Muñoz, C., Rendón, E., López, O., Ruiz, R., Aréchiga, N., Villanueva, C., ... Arellano, O. (2017). *Colecta y conservación de muestras de fauna silvestre en condiciones de campo* (Vol. 3). Recuperado de http://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/colecta_fauna_silvestre.pdf
- Muñoz, F., Echegaray, K., Epiquién, M., Gálvez, J., & Besnard, D. (2016). *Plan*

nacional para la conservación del oso andino (Tarmarctos ornatus) en el Perú. Periodo 2016 - 2026.

- Nogueira-Filho, S. L. G., Borges, R. M., Mendes, A., & Dias, C. T. S. (2014). Nitrogen requirements of white-lipped peccary (Mammalia, Tayassuidae). *Zoo Biology*, 33(4), 320–326. <https://doi.org/10.1002/zoo.21141>
- Núñez Torres, O. P., Rodríguez, M.-B., Sánchez, D., & Guishca-Cunuhay, C. (2018). Comportamiento productivo, degradación ruminal y producción de gas in vitro en ovinos alimentados con dietas a base de residuos pos-cosecha de *Chenopodium quinoa*. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(3), 765. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i3.14836>
- Olvera, M. A., Martínez, C., & Real de León, E. (1993). Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos. En FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/3/AB489S/AB489S00.htm#TOC>
- Osorio-carmona, E., Giraldo-carmona, J., & Narváez-solarte, W. (2012). Metodologías para determinar la digestibilidad de los alimentos utilizados en la alimentación canina Methodologies to determinate the digestibility of foods used in feeding dogs. *Vet Zootec*, 6(1), 87–97. Recuperado de [http://200.21.104.25/vetzootec/downloads/MVZ6\(1\)_9.pdf](http://200.21.104.25/vetzootec/downloads/MVZ6(1)_9.pdf)
- Packer, A. L., Biojone, M. R., Antonio, I., Takemaka, R. M., García, A. P., Silva, A. C. Da, ... Delbucio, H. C. R. F. (2001). SciELO: Una metodología para la publicación electrónica. *Acimed*, 9(SUPPL. 4), 9–22. <https://doi.org/10.1590/s1135-57272001000400004>
- PanReac AppliChem. (2015). Determinación de Nitrógeno por el método Kjeldahl Determinación de Nitrógeno. *ITW Reagents*, 7.
- Parra, J., & Gómez, A. (2009). Importancia De La Utilización De Diferentes Técnicas De Digestibilidad En La Nutrición Y Formulación Porcina Importance of the Use of Different Digestibility Techniques in Pig Nutrition and Food Formulation.

Rev.MVZ Córdoba, 14(1), 1633–1641. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v14n1/v14n1a12.pdf>

Pérez-Torres, J. (2002). Guía para la conservación del Oso andino u Oso de Anteojos, *Tremarctos ornatus* (Cuvier, 1825). *Journal of Science Education*, 3(2), 105. Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/196931032?accountid=43860>

Pérez-Torres, J., Bernal Malagón, H., Vallejo Londoño, C., & Cuvier, F. G. (2001). *Guía para la conservación del oso andino u oso de anteojos: tremarctos ornatus (F.G. Cuvier, 1825)*. Bogotá: Convenio Andrés Bello.

Pradhan, S. K., Das, A., Kullu, S. S., Saini, M., Pattanaik, A. K., Dutta, N., & Sharma, A. K. (2015). Effect of feeding Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) root as prebiotic on nutrient utilization, fecal characteristics and serum metabolite profile of captive Indian leopard (*Panthera pardus fusca*) fed a meat-on-bone diet. *Zoo Biology*, 34(2), 153–162. <https://doi.org/10.1002/zoo.21187>

Red de Periodistas por el Desarrollo Sostenible. (2017). “*Conservamos la vida*” Programa de conservación del Oso Andino. Recuperado de <https://www.comunicacionsostenible.co/site/conservamos-la-vidaprograma-de-conservacion-del-oso-andino/>

Ríos-uzeda, B., Villalpando, G., & Palabral, O. (2009). Dieta de oso andino en la región alta de Apolobamba y Madidi en el norte de La Paz, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 44(1), 50–55.

Rivera Rivera, A., & Alba Maldonado, J. M. (2017). Revisión: Nirs en el análisis de alimentos para la nutrición animal. *Revista Ingenio*, 13(1), 199–211. <https://doi.org/10.22463/2011642x.2149>

SAG. (2012). Criterios Técnicos para la Mantención y Manejo de Fauna Silvestre en Cautiverio. *Gobierno de Chile*, 100.

Sandoval-Guillén, P., & Yáñez-Moretta, P. (2019). Aspectos biológicos y ecológicos

- del oso de anteojos (*Tremarctos Ornatus*, Ursidae) en la zona andina de Ecuador y perspectivas para su conservación bajo el enfoque de especies paisaje. *La Granja*, 30(2), 19–27. <https://doi.org/10.17163/lgr.n30.2019.02>
- Schmidt, D. A., Schlegel, M. L., & Galyean, M. L. (2014). Fiber Digestibility in Royal Antelope (*Neotragus Pygmaeus*) . *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 45(4), 744–748. <https://doi.org/10.1638/2013-0096.1>
- Secretaría de Ambiente DMQ. (2014). Programa de Conservación del Oso Andino en el Nor-occidente del Distrito Metropolitano de Quito. *Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.*, 63.
- Stahl, M., Osmann, C., Ortmann, S., Kreuzer, M., Hatt, J. M., & Clauss, M. (2012). Energy intake for maintenance in a mammal with a low basal metabolism, the giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96(5), 818–824. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2011.01226.x>
- Stannard, H. J., Bekkers, J. M., Old, J. M., McAllan, B. M., & Shaw, M. E. (2017). Digestibility of a new diet for captive short-beaked echidnas (*Tachyglossus aculeatus*). *Zoo Biology*, 36(1), 56–61. <https://doi.org/10.1002/zoo.21347>
- SUIA. (2015). *Lista de mamíferos del Ecuador*. Recuperado de http://suia.ambiente.gob.ec/documentos?p_p_id=20&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_20_struts_action=%2Fdocument_library%2Fview_file_entry&_20_redirect=http%3A%2F%2Fsuia.ambiente.gob.ec%2Fdocu
- Suresh, C., Das, A., Katole, S., Saini, M., & Swarup, D. (2013). Effect of concentrate supplementation on feed consumption, nutrient utilization and blood metabolite profile in captive spotted deer (*Axis axis*) fed oat (*Avena sativa*) and Berseem (*Trifolium alexandrinum*) fodders based diet. *Zoo Biology*, 32(2), 195–203. <https://doi.org/10.1002/zoo.21058>

- Terán Christian, & Prieto Francisco. (2015). Protocolos para la Gestión de la Vida Silvestre en el Ecuador Continental. *Ministerio del Ambiente*, 127.
- Tirira D., Castellanos A., Cisneros R., Cuesta C., Narváez C., Suárez L. (2011). Oso andino (*Tremarctos ornatus*). *Libro Rojo De Los Mamíferos Del Ecuador*, (January), 131–133. Recuperado de <http://www.librorojo.mamiferosdelecuador.com/lista-de-especies-/carnivora/ursidae/597-tremarctos-ornatus-corto.html>
- Valderas, J. M., Mendivil, J., Parada, A., Losada-Yáñez, M., & Alonso, J. (2006). Construcción de un filtro geográfico para la identificación en PubMed de estudios realizados en España. *Revista Española de Cardiología*, 59(12), 1244–1251. <https://doi.org/10.1157/13096592>
- Varela Arias, N., Parra Ochoa, E., López Ruiz, A., & Gómez Montoya, J. (2014). *Manual de Bioseguridad para el Manejo de Fauna Silvestre , Exótica y no Convencional*. (March). <https://doi.org/10.13140/2.1.2886.9761>
- Vela-Vargas, I. M., Domínguez, G. V., Galindo, J., & Pérez-Torres, J. (2011). El oso andino sudamericano, su importancia y conservación. *Ciencia*, 62(2), 44–51.
- Velásquez, S., & Morales, I. (2019). Manual De Nutrición Para Fauna Silvestre En Cautiverio. *Fundación Nacional de Parques Zoológicos y Acuarios*. Recuperado de <http://funpza.minec.gob.ve/wp-content/uploads/2016/09/MANUAL-NUTRICIÓN-COMP.pdf>
- Velez-Liendo, X., & García-Rangel, S. (2017). *Tremarctos ornatus*, Spectacled Bear. *The IUCN Red List of Threatened Species*, 8235. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6436-2_34
- Vendl, C., Frei, S., Dittmann, M. T., Furrer, S., Osmann, C., Ortmann, S., ... Clauss, M. (2016). Digestive physiology, metabolism and methane production of captive Linné's two-toed sloths (*Choloepus didactylus*). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100(3), 552–564. <https://doi.org/10.1111/jpn.12356>

- Vester, B. M., Burke, S. L., Liu, K. J., Dikeman, C. L., Simmons, L. G., & Swanson, K. S. (2010). Influence of feeding raw or extruded feline diets on nutrient digestibility and nitrogen metabolism of African wildcats (*Felis lybica*). *Zoo Biology*, 29(6), 676–686. <https://doi.org/10.1002/zoo.20305>
- Winer, J. N., Arzi, B., Döring, S., Kass, P. H., & Verstraete, F. J. M. (2017). Dental and Temporomandibular Joint Pathology of the North American Brown Bear (*Ursus arctos horribilis*, *Ursus arctos middendorffi* and *Ursus arctos sitkensis*). *Journal of Comparative Pathology*, 157(2–3), 90–102. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2017.06.006>

ANEXOS

Anexo 1: Ficha individual para cada animal en estudio

Número de Registro: _____ Fecha: _____

Localidad: _____ Altitud: _____ Temperatura: _____

Ciudad: _____ País: _____ Tiempo de estudio: _____

Investigador: _____ Teléfono: _____

Datos del Animal:

Nombre: _____

Código: _____

Edad: _____ Sexo: H____ M____

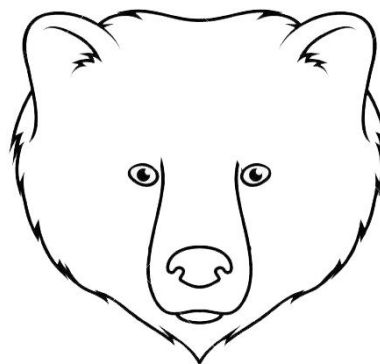
Peso: _____ Condición corporal: _____

Estado Reproductivo: _____ Vacunas: _____

Desparasitaciones: _____ Estereotipias: _____

Antecedentes Médicos: _____

Observaciones: _____

_____

Instalaciones Individuales:

Temperatura: _____ Material de Piso: _____ Agua Ad libitum Si__ No__

Enriquecimiento Ambiental: Si__ No__

Observaciones: _____

Datos de Alimentación Actual:

Frecuencia de Alimentación: _____ Grupal _____ Individual _____

Hora/s de Alimentación: _____

Ingrediente	Peso (Gramos)
Peso Total:	

Observaciones: _____

Datos de Alimentación Por Evaluar:

Frecuencia de Alimentación: _____

Observaciones: _____

Peso del Animal Durante el Estudio:

Fecha	Peso

Observaciones: _____

