

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades



Revisión de técnicas de campo para el monitoreo de mamíferos
y factores que afectan su efectividad enfocado en Reservas
Naturales Privadas de Guatemala

Trabajo de graduación en modalidad de Tesis presentado por
María Isabel Sactic Chacón
para optar al grado académico de Licenciada en Biología

Guatemala

2017

Revisión de técnicas de campo para el monitoreo de mamíferos
y factores que afectan su efectividad enfocado en Reservas
Naturales Privadas de Guatemala

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades

Revisión de técnicas de campo para el monitoreo de mamíferos
y factores que afectan su efectividad enfocado en Reservas
Naturales Privadas de Guatemala

Trabajo de graduación en modalidad de Tesis presentado por
María Isabel Sactic Chacón
para optar al grado académico de Licenciada en Biología


Guatemala

2017

Vo.Bo.:

(f) 
M.Sc. José Fernando Moreira Morales

Tribunal Examinador:

(f) 
M.Sc. José Fernando Moreira Morales

(f) 
Lic. Claudia García Barrios

(f) 
M.Sc. Gabriela Allaro

Fecha de aprobación: Guatemala, 18 mayo de 2017

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios por darme la oportunidad de seguir mis sueños y estudiar lo que me apasiona. A mis padres, Elizabeth y Jorge, quienes han guiado mi vida con el ejemplo y han realizado incontables sacrificios para que yo pudiera realizarme de manera profesional y personal. A mis hermanos, Jorge y José, por siempre estar presentes, ser mis compañeros y apoyarme durante toda mi vida. A mis tías y primos, quienes han sido, sin duda, parte importante de mi desarrollo personal y profesional, y sin quienes no hubiese podido llegar hasta donde estoy hoy.

A la Universidad del Valle de Guatemala por brindarme el conocimiento y herramientas para realizarme como profesional. A M.Sc. José Fernando Moreira, por asesorarme y darme la oportunidad de continuar con este estudio a pesar de las dificultades. A mis compañeros, especialmente a Vary, quien fue parte importante de mi formación profesional y el desarrollo de este trabajo. Finalmente, a todas las personas, amigos y compañeros, que me acompañaron a lo largo de mi proceso de estudios superiores, por apoyarme y llenarme de buenos momentos.

ÍNDICE

LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
A. Antecedentes	2
B. Justificación	14
C. Objetivos	16
II. MÉTODOS	17
A. Diseño	17
B. Procedimiento	17
III. RESULTADOS	19
IV. DISCUSIÓN	33
V. CONCLUSIONES	46
VI. RECOMENDACIONES	47
VII. LITERATURA CITADA	48
VIII. ANEXOS	64

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Estudios seleccionados para la comparación y determinación de factores influyentes en la efectividad de técnicas de muestreo para mamíferos terrestres.....	21
Cuadro 2. Atrayentes usados con mayor frecuencia por los investigadores encuestados.	27
Cuadro 3. Ventajas y desventajas de seis atrayentes utilizados con mayor frecuencia por investigadores encuestados.	28
Cuadro 4. Técnicas de muestreo para mamíferos utilizadas por los investigadores encuestados.	29
Cuadro 5. Resumen de las respuestas de las encuestas realizadas a investigadores sobre técnicas de campo para el monitoreo de mamíferos.....	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema representando la colocación y dimensiones aproximadas de las redes de niebla.....	8
Figura 2. Sitios para ubicar a las trampas de arpa.....	9
Figura 3. Partes de las trampas de arpa y esquema que muestra la manera de ensamblarlas.....	9
Figura 4. Diagrama de una trampa Tomahawk y sus partes (a) vista lateral y superior (b) vista lateral mostrando el mecanismo de activación.	10
Trampas Sherman en (a) vista frontal, (b) vista lateral y (c) plegada para transportarla.	11
Figura 6. Diagrama que muestra la colocación de una trampa pitfall.....	12

RESUMEN

Guatemala es un país con un conjunto de características geofísicas y climáticas que permiten la presencia de gran diversidad de hábitats y, por lo tanto, también gran diversidad de flora y fauna. A pesar de su riqueza natural, los ecosistemas de Guatemala se ven constantemente amenazados por actividades humanas que tienen efectos directos en las dinámicas de los mismos. Debido a estos factores influyentes ha surgido el interés de estudiar y cuantificar el daño que se ha provocado a las áreas naturales.

Dado el interés de conocer los efectos de las actividades antropogénicas en los ecosistemas, muchos estudios han utilizado organismos como indicadores biológicos. Estos organismos son susceptibles a cambios en los ecosistemas y pueden brindar información acerca de las variaciones que se han dado en las áreas naturales. Los mamíferos son un grupo ampliamente utilizado como indicadores biológicos ya que son organismos clave dentro de los ecosistemas, principalmente porque ocupan gran variedad de nichos ecológicos y realizan diversas funciones ecológicas.

Debido al uso de los mamíferos como indicadores biológicos, es importante determinar las técnicas correctas para su monitoreo. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue elaborar un manual de técnicas de campo para el monitoreo de mamíferos, con el fin de brindar lineamientos base para la implementación de los mismos. El manual se generó a partir de una revisión bibliográfica y encuestas a investigadores que han utilizado diferentes técnicas para el monitoreo de mamíferos en el Neotrópico.

Se encontró que las técnicas que se utilizan para el monitoreo de mamíferos han sido escasamente evaluadas en ecosistemas Neotropicales y que las condiciones climáticas de la región tienen efecto sobre las mismas. Por lo tanto,

dentro del manual se incluyeron recomendaciones para la implementación de las técnicas con el fin de mejorar su efectividad en áreas Neotropicales.

ABSTRACT

Guatemala's geophysical and climatic characteristics allow the existence of a wide variety of habitats, and consequently a rich diversity of animals and plants. However, human activities are constantly threatening its natural ecosystems and dynamics. For this reason, interest in studying and quantifying human impact on the environment has increased.

Many studies have used animals as indicators to assess the impacts of human activities on ecosystems. Some organisms are very sensitive to environmental change providing information that can help scientist understand ecosystem variations. Mammals play many important roles in ecosystems and perform diverse ecological functions. Therefore, they are widely used as biological indicators.

However, selecting the right techniques influences the effectiveness of their use as bioindicators. Therefore, the aim of this study is to develop a handbook of field methods for monitoring mammals providing baselines for their implementation. This guide was generated from a literature review and surveying researchers and experts in the field of mammal monitoring in the Neotropics.

I found that field methods and techniques for monitoring mammals are poorly evaluated in Neotropical ecosystems and that climate conditions influence their effectiveness. This handbook includes recommendations to implement field methods and techniques improving their effectiveness in Neotropical ecosystems.

I. INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país con un conjunto de características topográficas muy particulares, las cuales generan una gran variedad de hábitats. Estas variaciones proveen las condiciones necesarias para que exista una gran diversidad de flora y fauna (MAGA 1982, Villar 1994). Según el proyecto de recopilación de información sobre biodiversidad en Guatemala (Jolón 2005) el territorio nacional alberga aproximadamente 7754 especies de plantas y 4000 especies de animales.

En los últimos años los ecosistemas y bosques naturales de países tropicales han sufrido fuertes presiones, principalmente por actividad humana. Esto ha provocado la disminución en su tamaño e incluso la desaparición de áreas naturales en algunas regiones (Mooney *et al.* 1995). Debido a que la disminución de hábitat tiene una incidencia directa en la biodiversidad, recientemente ha surgido el interés de estudiar sus efectos, con el fin de crear programas de conservación de los recursos naturales. Uno de los métodos más utilizados para evaluar el estado de conservación de un área natural es por medio de indicadores biológicos, entre los cuales destacan los mamíferos (De Mendoza *et al.* 2008).

Los mamíferos son un grupo de animales de suma importancia ya que ocupan gran variedad de nichos ecológicos y poseen gran diversidad de funciones ecológicas. Entre las funciones ecológicas se pueden mencionar a depredadores tope de la cadena trófica, dispersores de semillas y agentes de control de plagas. Debido a estas características los mamíferos están presentes en la mayoría de procesos ecológicos que ocurren dentro de los ecosistemas (Walsch Perú S.A. 2009).

En Guatemala, se han reportado 251 especies de mamíferos, los cuales se agrupan en 12 órdenes y 33 familias. Los órdenes con mayor cantidad de organismos son Chiróptera (murciélagos) con 109 especies y Rodentia (Ratones) con 56 especies. Las familias con mayor número de especies también están representadas en estos órdenes. Para el orden Chiróptera las familias Phyllostomidae y Vespertilionidae; y para el orden Rodentia la familia más abundante es Muridae. Las especies contenidas en las familias mencionadas anteriormente representan el 56% de los mamíferos reportados para el país (Jolón 2005).

Los métodos de muestreo de campo para mamíferos son muy diversos a causa de las variaciones en hábitos alimenticios, morfología y nichos ecológicos que estos presentan dentro de los ecosistemas (Lyra-Jorge *et al.* 2008). Asimismo, los métodos pueden variar dependiendo de la región en que se aplican (Hoffmann *et al.* 2010). Debido a la complejidad y especificidad de los métodos de muestreo, este trabajo tiene como objetivo realizar un manual de técnicas de campo para el monitoreo de mamíferos en Reservas Naturales Privadas de Guatemala.

A. Antecedentes

1. Mamíferos. La clase mammalia comprende 28 órdenes divididos en: 154 familias, 1229 géneros y 5416 especies aproximadamente (Wilson y Reeder 2005). Son organismos con características particulares que los diferencian de los demás taxa. Según Hall (1981) “son organismos que poseen glándulas mamarias que permiten a la hembra alimentar a la cría con leche; presentan pelo en alguna etapa de su desarrollo; tienen un solo hueso en la mandíbula inferior (dentario) y este se articula directamente con el cráneo; presentan dos cóndilos occipitales en el cráneo; son organismos de sangre caliente; completan circulación doble y su corazón es de cuatro cámaras”.

A pesar que los mamíferos se clasifican taxonómicamente, a menudo se agrupan por conveniencia para monitoreo biológico según su tamaño. Existen criterios para agruparlos en mamíferos menores, medianos y mayores, los cuales se muestran a continuación.

a. Mamíferos menores: Este grupo de mamíferos se dividen en menores terrestres y menores voladores (murciélagos). Los mamíferos terrestres menores se refieren comúnmente a aquellos cuyo tamaño no sobrepase al de los roedores más grandes (capibara, aguti) o al de los lagomorfos (conejos, liebres). Sin embargo, algunos autores (e.g. Bourlière 1975, Stoddart 1979, Gaines y McClenaghan Jr. 1980) incluyen en este grupo a todos los organismos que tengan peso inferior al de una liebre (3-5 kg).

Por cuestiones prácticas algunos autores (Hoffman *et al.* 2010) toman como mamíferos menores a todos los organismos con peso inferior a 500 g. Esto se debe a que este es el límite de peso que soportan distintas trampas de uso convencional en monitoreo de mamíferos. Dentro de este grupo pueden encontrarse organismos muy variados; ratones, ratas, ardillas, topes, entre otros).

b. Mamíferos medianos: Es un término utilizado generalmente para carnívoros pequeños, primates pequeños, roedores grandes y pangolines. Dentro de este grupo se pueden encontrar las especies de mamíferos que tienen hábitos más esquivos (Hoffman *et al.* 2010).

c. Mamíferos mayores: Este grupo incluye a la mayoría de primates diurnos, la mayoría de carnívoros de mayor tamaño a un gato o zorro, todos los perisodáctilos (caballos, rinoceronte, tapires) y los artiodáctilos (incluyendo a las gacelas pequeñas) (Hoffman *et al.* 2010).

Esta clasificación de mamíferos se ha desarrollado por conveniencia, especialmente para proyectos de monitoreo biológico. Por lo tanto, puede que haya traslape en las especies que se clasifican en cada grupo ya que puede haber variaciones en tamaño de distintos organismos, incluso dentro de una misma especie (Hoffman *et al.* 2010).

2. Indicadores biológicos. En un contexto de monitoreo ambiental, los indicadores biológicos son organismos, partes de organismos o comunidades de organismos que contiene información acerca de la calidad del ambiente, o parte del ambiente (Pinilla, 1998). Todos los sistemas naturales son influenciados por distintos factores de estrés (bióticos o abióticos). Por lo tanto, la habilidad de responder a estos estímulos de estrés es una característica intrínseca de todos los seres vivos, y en algunos casos puede ser utilizada como indicadores de la magnitud o el efecto que tienen ciertos estímulos dentro de un sistema natural, una comunidad de organismos o incluso el efecto que tiene en un solo organismo (Markert *et al.* 2003).

a. Mamíferos como indicadores biológicos. Los mamíferos representan un taxón con muchas características adecuadas para ser utilizados como indicadores biológicos; están presentes en muchos procesos ecológicos, la mayoría de especies identificadas tienen hábitos descritos ampliamente, en muchos casos (mamíferos menores) son abundantes en sus ecosistemas. Adicionalmente, estos organismos presentan procesos fisiológicos ampliamente estudiados, lo cual brinda facilidad para analizar los efectos de ciertos estímulos de estrés en organismos o comunidades de este taxón (Tataruch y Kierdof 2003, Walsch Perú S.A. 2009).

3. Técnicas de muestreo para mamíferos. Las técnicas de muestreo para el monitoreo de mamíferos son muy diversas. Esto se debe principalmente a que varían dependiendo de su biología, región geográfica y grupo específico que se desea muestrear (Lyra-Jorge *et al.* 2008). Asimismo, cada metodología tiene requerimientos específicos y determinantes que tienen una influencia directa en el éxito del monitoreo.

a. Atrayentes. Los atrayentes se pueden definir como cualquier material que exude algún aroma para atraer animales mediante el sentido del gusto u olfato (Office of The Federal Register 2003). Existe una gran variedad de atrayentes debido al amplio espectro de dietas que presentan los animales. Cada grupo específico, incluso dentro de comunidades de la misma especie, presentan hábitos alimenticios y de comportamiento que afectan en la efectividad de los atrayentes (Oswald y Flake 1994).

Los atrayentes pueden ser naturales o sintéticos, incluso pueden utilizarse organismos vivos para muestreos de carnívoros. Los atrayentes pueden ser alimentos naturales nativos (todo lo que forma parte de la dieta del animal), alimentos naturales domésticos (frutos, granos, animales de granja), preparados comerciales (conservas, esencias) o atrayentes visuales o auditivos (Animal Care and Use Committee 1998).

Existen diversos estudios que evalúan la efectividad de distintos atrayentes en los muestreos de mamíferos (e.g. Woodman *et al.* 1996, Oswald y Flake 1994, Astúa

et al. 2006). Dentro de estas evaluaciones se ha demostrado que la mantequilla de maní es uno de los atrayentes con mayor efectividad en el muestreo de mamíferos menores y medianos. Sin embargo, dependiendo del tipo de estudio, del tipo de mamífero que se quiere estudiar, la ubicación geográfica, los atrayentes pueden variar. Por lo tanto, a continuación se describen algunos atrayentes utilizados y descritos en distintos estudios.

1) Mantequilla de maní. La mantequilla de maní es uno de los atrayentes más utilizados y evaluados en los muestreos de mamíferos (Woodman *et al.* 1996, Oswald y Flake 1994). Según diversos estudios se ha caracterizado por ser un alimento alto en contenido calórico y aroma fuerte, siendo dos características determinantes para atraer mamíferos (Woodman *et al.* 1996). Debido a la amplia dieta de los mamíferos, se han realizado mezclas de mantequilla de maní con otros componentes, tales como avena molida, frutos y granos (Oswald y Flake 1994).

2) Cebos de carne. Los cebos de carne son ampliamente utilizados en técnicas para el monitoreo de mamíferos ya que muchos organismos de este taxón son carnívoros o carroñeros (Lyra-Jorge *et al.* 2008, Woodman *et al.* 1996). Dentro de este tipo de cebos se puede utilizar carne cruda u organismos vivos para atraer depredadores. Sin embargo, el uso de organismos vivos como atrayente conlleva consideraciones éticas especiales y por lo tanto su uso no es recomendable (Gannon *et al.* 2007).

3) Cebos de atún. Los cebos de atún se utilizan principalmente para atraer mamíferos con dietas carroñeras. En muchos estudios se recomienda que el atún se coloque en estado de putrefacción, con el fin de que libere un aroma más fuerte y con mayor potencial para la atracción de animales con esta dieta. Este tipo de cebos pueden ser reemplazados por otros productos pesqueros preservados como sardinas (Woodman *et al.* 1996).

4) Cebos de frutos. Son atrayentes compuestos de uno o varios frutos, estos pueden ser frutos identificados dentro de la dieta natural del organismo que se quiere evaluar, preferiblemente frutos de la región en que se realiza el estudio. Dentro de este tipo de atrayentes se utiliza comúnmente el banano ya que libera un aroma muy fuerte

y cuando se mezcla con otros ingredientes, tales como el vinagre, puede ser de utilidad principalmente para atraer organismos omnívoros e incluso carroñeros por el olor que exuda (Oswald y Flake, 1994).

5) Esencias. La mayoría de mamíferos presentan muy desarrollado el sentido del olfato, lo cual se debe principalmente a la gran cantidad de secreciones glandulares que producen a lo largo de su ciclo de vida. Estas secreciones poseen una gran cantidad de compuestos químicos, entre los cuales destacan las feromonas (Kingdon 1984). Estos compuestos pueden ser utilizados por los mamíferos para muchas actividades dentro de los ecosistemas, por ejemplo, para atraer pareja, alejar depredadores, marcar territorio, entre otros (Voigt *et al.* 2008).

Debido a la importancia del olfato para la mayoría de mamíferos, se han utilizado esencias, ya sean naturales o sintéticas para atraerlos. Las esencias naturales incluyen las secreciones de animales en la orina o las heces principalmente, mientras que las esencias sintéticas incluyen a todas aquellas sustancias desarrolladas artificialmente y que pueden tener un efecto sensorial sobre algún animal específico (Voigt *et al.* 2008). Por ejemplo, la fragancia Obsession de Calvin Klein para hombre ha sido utilizada como atrayente. Según Moreira (2010) esta fragancia aumenta la frecuencia de fotocaptura de jaguares e incrementa el tiempo de estadía del organismo frente a la trampa cámara.

6) Señuelos visuales o auditivos. Muchas especies de mamíferos, aparte de tener un sentido de olfato muy desarrollado, también tienen desarrollados los sentidos de la vista y el oído. Esto se debe principalmente a que muchas especies presentan hábitos nocturnos y necesitan de estos sentidos tanto para ubicarse como para obtener alimento (Goiti *et al.* 2007). Por esta razón, se han utilizado señuelos visuales y auditivos como atrayentes para algunas especies de animales, con el fin de incrementar la incidencia de captura de distintas especies (Carey *et al.* 1997).

Tanto los señuelos auditivos como visuales presentan dificultades en el uso práctico, esto se debe a que en ambos casos se deben utilizar atrayentes específicos para la especie o para un grupo reducido de especies. Como atrayentes visuales se han utilizado objetos de colores o formas similares a las dietas que poseen los organismos,

mientras que para los señuelos auditivos se utilizan grabaciones de llamados de la especie que se está monitoreando (Carey *et al.* 1997, Hill y Greenway 2005).

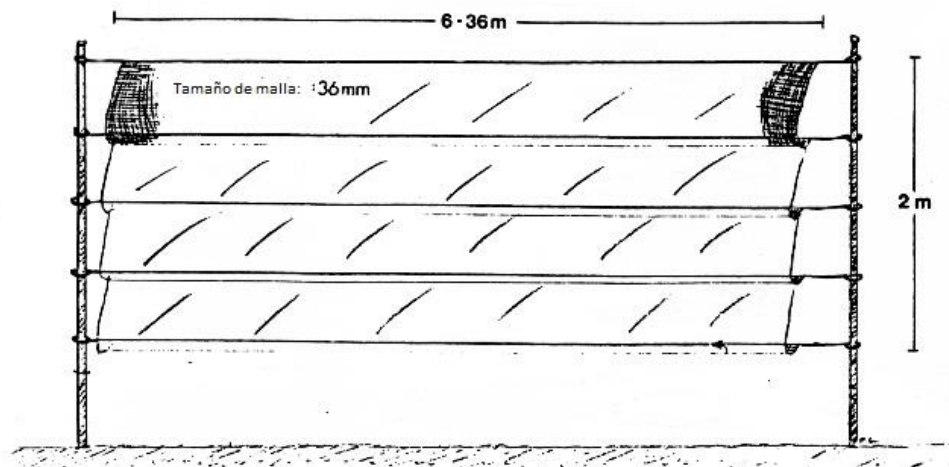
b. Técnicas directas. Las técnicas directas de muestreo consisten en todas las actividades que incluyen la captura y manipulación de mamíferos, ya sea para observación, medición, toma de muestras o incluso colecta de los organismos vivos o muertos (Animal Care and Use Committee 1998).

1) Redes de niebla. Esta técnica es la más utilizada para el estudio de mamíferos voladores (murciélagos) (Kunt y Kutra 1988). Esta metodología consiste en el uso de mallas finas sostenidas con varas o palos en los extremos. Esta red forma bolsas en las cuales los organismos quedan atrapados y pueden ser manipulados (Figura 1) (García 1997).

Esta técnica es ampliamente utilizada ya que los murciélagos representan muchos desafíos para monitorear. Los murciélagos además de ser el único grupo de organismos voladores dentro de los mamíferos, también tienen la capacidad de ecolocalizar. El tamaño de la malla contribuye a la efectividad del método, ya que si fuese de mayor grosor sería mucho más fácil para los murciélagos detectarla (García 1997, Wilkinson y Bradbury 1988).

Esta técnica tiene como ventajas que es rentable económicamente, fácil de transportar y fácil de manejar y colocar en campo. Sin embargo, también presenta ciertas desventajas, principalmente en la composición de especies que se pueden capturar. Esto se debe a que dependiendo de la ubicación de la red dentro del sitio de muestreo se pueden capturar ciertas especies, dependiendo de sus hábitos alimenticios, preferencias de hábitat y distribución (García 1997; Kunz y Brock 1975). Otra desventaja que puede mencionarse para esta técnica es el esfuerzo necesario para realizar las revisiones, ya que varios autores (eg. Kunt y Kurta 1988, Barlow 1999) mencionan que es importante revisar las redes al menos cada media hora.

Figura 1. Esquema representando la colocación y dimensiones aproximadas de las redes de niebla.

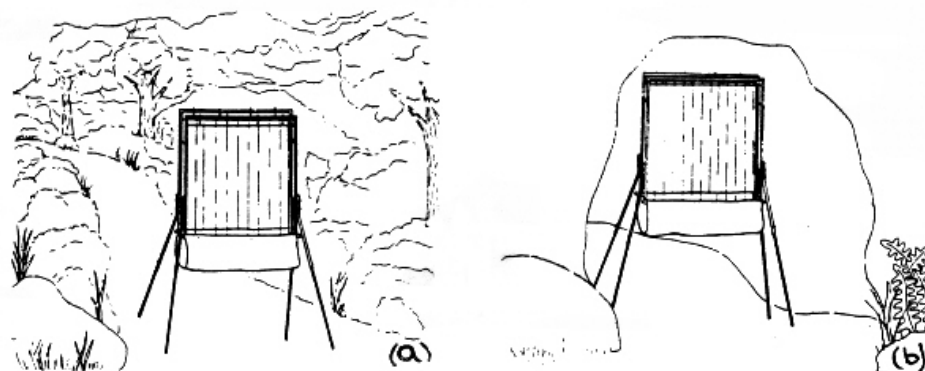


(García, 1997)

2) Trampas de arpa. Las trampas de arpa están diseñadas específicamente para la captura de murciélagos (Tuttle 1974). Estas trampas difieren de las trampas de niebla en muchos aspectos, especialmente en que estas pueden dejarse desatendidas por una gran cantidad de tiempo. Asimismo, estas trampas tienden a colocarse en salidas de cuevas o edificios en dónde transitan murciélagos frecuentemente (Figura 2) (Kunz y Anthony 1977).

Esta técnica de muestreo tiene como ventaja que puede capturar especies de murciélagos que suelen evitar las redes de niebla. Otra ventaja es que es una técnica que requiere mucho menos esfuerzo para llevarse a cabo. Sin embargo, entre sus desventajas se puede mencionar que ocupan menos área por trampa y que su colocación es más compleja y por lo tanto también es más costosa (Holdroy *et al.* 1994, García 1997).

Figura 2. Sitios para ubicar trampas de arpa.

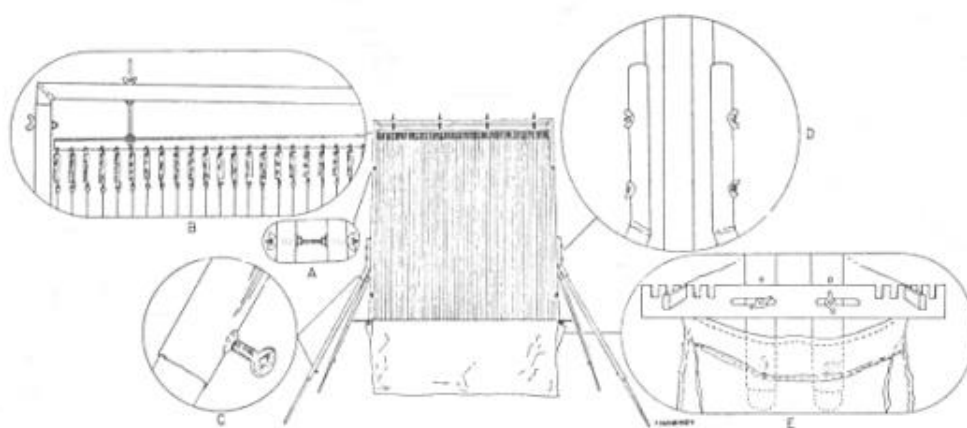


(García, 1997)

Esta trampa es mucho más compleja de utilizar que las trampas de niebla, especialmente porque están conformadas por diversas partes y se necesita de herramientas para colocarla y armarla. En la Figura 3 se muestran las partes y la forma para ensamblar la trampa (García 1997).

Las trampas de arpa consisten de un marco rígido ensamblado con tornillos. Este marco generalmente tiene dimensiones de dos metros de alto y 1.8 metros de ancho. Dentro del marco se colocan hilos de pescar (parecido a un arpa) y en la parte inferior de la trampa se coloca una bolsa de tela, para capturar a los organismos que topen con los hilos de pescar cayendo a la bolsa que se sitúa en la parte inferior (García 1997, Tuttle 1974).

Figura 3. Partes de las trampas de arpa y esquema que muestra la manera de ensamblarlas.

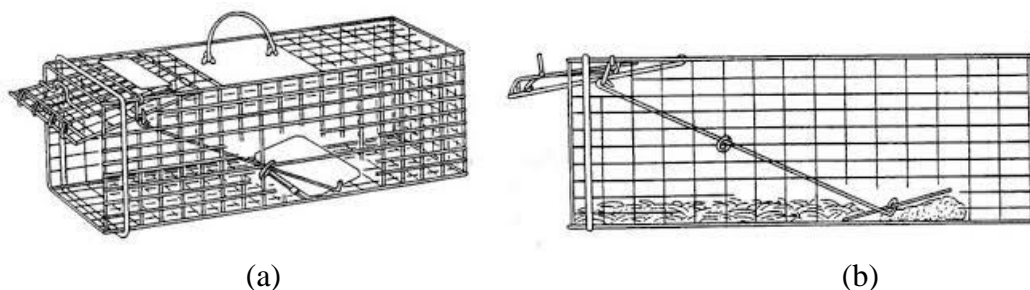


(Tuttle, 1974)

3) Trampas Tomahawk®. Es un tipo de trampa utilizada para capturar organismos vivos. Estas trampas consisten en una caja rectangular hecha de malla de alambre, posee un mecanismo que se activa por el organismo cuando está dentro de la trampa. Como se muestra en la Figura 4, la trampa presenta una plataforma en la cual se coloca el atrayente, esta plataforma activa el mecanismo que cierra la puerta a un costado de la trampa. Existen distintas dimensiones de trampas, dependiendo del organismo objetivo del estudio, sin embargo, son utilizadas en su mayoría para la captura de mamíferos medianos (Rocha *et al.* 2015, Hoffmann *et al.* 2010).

La utilización de estas trampas tiene consideraciones especiales, se debe de tomar en cuenta el atrayente, la ubicación de la trampa y la limpieza de las mismas durante el muestreo. Cada uno de estos factores puede tener un gran efecto en la captura de organismos durante el muestreo (Rocha *et al.* 2015).

Figura 4. Diagrama de una trampa Tomahawk y sus partes (a) vista lateral y superior (b) vista lateral mostrando el mecanismo de activación.



(hsi.org 2016)

4) Trampas Sherman®. Es otro tipo de trampa para capturar organismos vivos. Estas se utilizan generalmente para mamíferos pequeños, desde musarañas hasta ratones grandes y el tamaño de la trampa varía según el organismo que se quiere monitorear. Al igual que las trampas Tomahawk, las trampas Sherman necesitan atrayentes y se activan mediante un mecanismo muy parecido, involucrando al peso del animal (Hoofman *et al.* 2010, Garcia 1997).

Al igual que en las trampas Tomahawk, la ubicación de las trampas, el atrayente utilizado y la limpieza pueden influir en la captura de los organismos durante un monitoreo. También es importante tomar en cuenta, que a pesar que las trampas vengan en distintos tamaños, estas pueden capturar organismos más grandes o más pequeños al tamaño ideal que se pretende muestrear. Por lo tanto, se debe tomar en cuenta que algunos roedores grandes podrían salir lastimados durante este monitoreo, especialmente aquellos que tengan la cola larga (Hoffman *et al.* 2010, Rocha *et al.* 2015). A pesar de las consideraciones especiales que deben tomarse, esta técnica tiene muchas ventajas, dentro de las cuales se puede mencionar la facilidad de transporte, colocación y manipulación de organismos dentro de ellas. En la Figura 5 se muestran diferentes vistas de las trampas, en la parte inferior se muestra la forma de transporte de estas trampas (Mazzolli y Hammer 2013).

Figura 5. Trampas Sherman en (a) vista frontal, (b) vista lateral y (c) plegada para transportarla.

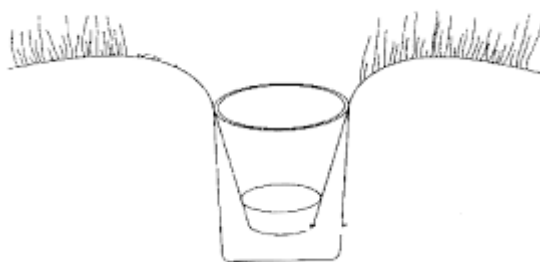


(Mazzolli y Hammer 2013)

5) Trampas pitfall o de caída. Las trampas pitfall para mamíferos se utilizan principalmente para la captura de musarañas y otros mamíferos de tamaños similares, ya que su muestreo es difícil mediante otros métodos (Nicolas y Colin 2006). Estas trampas consisten en cubetas (o contenedores cilíndricos de diversos tamaños) enterrados con la abertura a nivel del suelo (Figura 6) (Pankakoski 1979).

La implementación de esta técnica de campo varía dependiendo del lugar en que se realiza el monitoreo, especialmente el tipo de suelo en que se está trabajando. Es muy eficiente en sitios de muestreo con abundancia de materia orgánica en el suelo, ya que facilita la colocación de los recipientes. Sin embargo, en suelos rocosos o arcillosos puede representar un esfuerzo de muestreo mucho mayor (Nicolas *et al.* 2009, Kalko y Handley 1993).

Figura 6. Diagrama que muestra la colocación de una trampa pitfall.



(NRI, 1994)

c. Técnicas indirectas. Las técnicas indirectas de muestreo son todas aquellas en las que no se necesita atrapar y manipular directamente al organismo. Dentro de estas se pueden incluir trampas que tomen alguna parte o característica del animal y que permita identificarlos, por ejemplo, pelos, huellas o incluso sonidos. Sin embargo, estas técnicas de muestreo presentan inconvenientes ya que la mayoría de mamíferos son esquivos, por lo que es necesario realizar un esfuerzo de muestreo grande (Animal Care and Use Committee 1998).

1) Trampas de huellas. Consisten principalmente en una cama de yeso o de arena fina, generalmente de 1m² colocadas en senderos o áreas de paso previamente determinadas para generar impresiones de huellas de distintos animales. También se pueden emplear recursos naturales como lodo y arcilla, en los cuales también se pueden generar impresiones de las huellas (Sánchez *et al.* 2004, Guzmán-Lenis y Camargo-Sanabria 2004).

2) Trampas de pelos. Las trampas de pelo pueden ser muy variadas dependiendo de los organismos que se pretenden monitorear. Sin embargo, es común

utilizar cinta adhesiva para extraer pelos de los animales. La cinta adhesiva se coloca ya sea dentro de tubos o cajas, en caso de muestrear animales pequeños, o en áreas identificadas previamente en dónde se piense que el animal puede tener contacto con la trampa, por ejemplo, amarradas a árboles (Fasola *et al.* 2005, Mowat y Paetkau 2002).

A pesar de que esta técnica puede ser utilizada para monitorear cualquier mamífero, se ha empleado con frecuencia para monitorear mamíferos mayores, en especial felinos en áreas templadas. La efectividad de esta técnica puede verse afectada por factores climáticos como la humedad o la precipitación, ya que pueden disminuir la adherencia de las trampas con el pelo de los organismos (Fasola *et al.* 2005, García-Allaníz *et al.* 2010).

Asimismo, las trampas de pelo son una herramienta eficiente y económica para la obtención de muestras de ADN de diversas especies de organismos (Pauli *et al.* 2008). Han sido utilizadas ampliamente en los últimos años para disminuir el uso de métodos directos de extracción de ADN y también proveen mejor calidad de ADN que otros métodos indirectos como la recolección de heces (Broquet *et al.* 2007).

3) Trampas cámara. Es el uso de cámaras accionadas remotamente que toman imágenes o videos automáticamente cuando los animales pasan frente a ellas. Es una herramienta utilizada ampliamente, especialmente para el estudio de mamíferos medianos o mayores (Rovero *et al.* 2013). Esta técnica se ha utilizado principalmente para (1) conteos de fauna o detección de especies elusivas o en peligro de extinción (e.g. Sanderson y Trolle 2005, Rovero y De Luca 2007) (2) estimación de la abundancia relativa y densidad mediante registros fotográficos (e.g. Carbone *et al.* 2001) (3) determinación de la diversidad faunística en áreas tropicales (e.g. Tobler *et al.* 2009).

El aumento en aplicaciones de esta técnica para la investigación ha venido acompañada de una alta difusión de modelos de trampas cámara comerciales y análisis de datos. Debido a esto, al utilizar esta técnica para investigaciones científicas

es necesario realizar una búsqueda detallada del equipo adecuado dependiendo las condiciones climáticas del estudio y los recursos económicos (Kays y Slauson 2008).

4) Bioacústica. Es una disciplina científica que estudia el comportamiento de comunicación animal a través de señales sonoras (Tubazo 1999). Dentro de esta disciplina se incluyen las vocalizaciones, cantos y señales sonoras que producen los animales, estas vocalizaciones pueden clasificarse en sonidos audibles, sonidos ultrasónicos o sonidos infrasónicos (Verduzco-Mendoza *et al.* 2012, Kumate *et al.* 1994).

El estudio de los sonidos producidos por mamíferos se ha llevado a cabo a partir de grabaciones, especialmente de sonidos audibles. Sin embargo, los mamíferos terrestres presentan una gran diversidad de sonidos, incluyendo los ultrasónicos en algunas especies de ratones y todos los microchiropteros (Verduzco-Mendoza *et al.* 2012). Para realizar las grabaciones se utilizan equipos especializados, con el fin de grabar las frecuencias de sonido específicas para distintas especies. Asimismo, se han desarrollado programas de computadora para analizar los sonidos (Liu *et al.* 2003).

B. Justificación

En la actualidad, la funcionalidad y la estructura de los ecosistemas naturales está cambiando a una velocidad sin precedentes (NRC, 2001, Soares-Filho *et al.* 2006), principalmente a consecuencia de la actividad humana (Hooper *et al.* 2005). Estos cambios pueden clasificarse en dos grupos, con el fin de entenderlos y monitorearlos de una manera adecuada. El primer grupo incluye todas las alteraciones asociadas al cambio climático (cambios en los patrones de lluvia y temperatura, sequías, inundaciones) (Jones *et al.* 2009). El segundo grupo incluye la modificación de hábitats naturales a áreas manejadas directa o indirectamente por humanos, por ejemplo, sistemas agroforestales, agricultura, industria y urbanización (Vitousek *et al.* 1997; Foley *et al.* 2005).

El estudio del cambio climático y la conversión de áreas naturales es insuficiente para entender los efectos de la actividad humana en los sistemas biológicos. Esto se debe principalmente a que estos sistemas presentan interacciones complejas entre organismos y tienden a responder de forma no lineal a diversos estímulos (Levin, 1992, Allen y Hoekstra 1993, With y Crist 1995). Por lo tanto, la generación de datos a nivel regional o local representa un insumo importante para el análisis del efecto de la actividad humana sobre los sistemas naturales.

A nivel local o regional, la colecta de datos se realiza con el fin de tener una mejor comprensión acerca de los efectos de distintas amenazas sobre un grupo específico de organismos. Las amenazas para la biodiversidad pueden variar desde la fragmentación o disminución de hábitat, hasta la contaminación del mismo por agroquímicos derivados de la actividad humana (Jones *et al.* 2009). Los efectos de estas amenazas se estudian a partir de un grupo de organismos específicos, llamados indicadores biológicos.

Por su diversidad y complejidad de muestreo, es necesario tener lineamientos base para la recolección de datos en estudios que utilicen mamíferos. Por esta razón, el presente trabajo recopiló información acerca de diferentes técnicas de campo para el muestreo de mamíferos mediante una revisión bibliográfica y el desarrollo de encuestas a investigadores que han trabajado con las diferentes técnicas de campo mencionadas.

Asimismo, los resultados de este estudio son indispensables para proponer técnicas de muestreo que permitan priorizar grupos de mamíferos para proyectos de conservación en reservas naturales privadas de Guatemala. Esto se debe principalmente a que una buena implementación de técnicas de campo permite recopilar datos más confiables y realizar un mejor análisis de las amenazas que afectan a cada grupo de especies.

Por lo tanto, debido a la necesidad de medir los impactos provocados por las actividades humanas en áreas naturales del país, también se generó, como insumo técnico para la Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala, un manual

con el compendio de técnicas de muestreo, con el fin de que sea utilizado para el monitoreo de mamíferos en estas áreas de conservación.

C. Objetivos

1. General

Identificar los principales factores que influyen en la aplicación de técnicas de campo para el monitoreo de mamíferos.

2. Objetivos específicos

a. Realizar una revisión bibliográfica de técnicas de campo para el monitoreo de mamíferos en el Neotrópico.

b. Desarrollar encuestas a investigadores que hayan realizado estudios con las técnicas de interés en Guatemala u otros ecosistemas Neotropicales.

c. Elaborar un manual con las técnicas detalladas para el estudio de mamíferos en las Reservas Naturales Privadas de Guatemala.

II. MÉTODOS

A. Diseño

El estudio consistió en una revisión bibliográfica de las técnicas de campo más utilizadas para el monitoreo de mamíferos terrestres en el Neotrópico, específicamente redes de niebla, trampas de arpa, trampas Sherman ®, trampas Tomahawk ®, trampas pitfall, trampas de pelo, trampas de huellas, trampas cámara y bioacústica. Asimismo, se llevaron a cabo encuestas a 30 investigadores experimentados en las técnicas mencionadas anteriormente.

B. Procedimiento

1. Recopilación de bibliografía acerca de técnicas de muestreo de mamíferos en el Neotrópico. Se realizó una revisión bibliográfica de distintas técnicas de muestreo de mamíferos terrestres, específicamente redes de niebla, trampas de arpa, trampas Sherman ®, trampas Tomahawk ®, trampas pitfall, trampas de pelo, trampas de huellas, trampas cámara y bioacústica.

Se seleccionaron artículos científicos que comparan o evalúan la eficiencia de las técnicas mencionadas en ecosistemas Neotropicales. En la selección de los artículos se priorizó publicaciones posteriores al año 2000, sin embargo, estudios previos a esta fecha fueron utilizados en ausencia de estudios más recientes o si estos presentaban información relevante para el análisis. Para cada estudio seleccionado se utilizó la siguiente información: sitio de estudio, técnica/s evaluada/s, observaciones relevantes y factores que influyen en la eficacia de la técnica.

La información se organizó y tabuló en un cuadro de resultados, con el fin de comparar las ventajas y limitaciones de cada técnica y también comparar la eficiencia de distintas técnicas utilizadas para el muestreo del mismo tipo de organismos.

2. Desarrollo de encuestas a investigadores con experiencia en técnicas de muestreo para mamíferos. Se llevaron a cabo encuestas a 30 investigadores con experiencia en la utilización de técnicas de muestreo para el monitoreo de mamíferos. Se procuró que los encuestados tuvieran publicaciones utilizando al menos una de las técnicas de interés para el estudio, sin embargo, debido a la falta de investigadores con estas características, dentro de las encuestas también se incluyeron a investigadores con experiencia en las distintas técnicas, aunque no tuviesen publicaciones (Anexo 1).

Las encuestas se realizaron principalmente por correo electrónico o por medio de llamadas telefónicas. Para cada caso se proporcionó a cada encuestado un resumen del estudio a realizar. Se presentó dicho resumen para brindar información a los encuestados y que estos pudieran contestar la encuesta de forma adecuada.

3. Integración de la información obtenida. Con la información obtenida mediante la revisión bibliográfica y las encuestas a investigadores se elaboró un análisis integrado. Dentro del análisis se incluyeron especificaciones y consideraciones especiales para cada técnica de muestreo. Asimismo, se tomó en cuenta las ventajas y limitantes de cada técnica analizada, y principalmente se realizó el análisis considerando que estas técnicas podrán ser utilizadas dentro de Reservas Naturales Privadas de Guatemala. Por lo tanto, se recomendaron ajustes o modificaciones a las técnicas encontradas en la literatura.

4. Elaboración de un manual de técnicas de campo. Con la información integrada de las técnicas de monitoreo para mamíferos se elaboró un manual con el compendio de las mismas. El manual incluye las técnicas detalladas para su implementación para cada grupo de mamíferos, esto comprende descripciones detalladas de su uso, diagramas e imágenes para facilitar la comprensión e implementación de cada una. Asimismo, se incluyen recomendaciones para el uso de cada técnica respecto al equipo y a las condiciones climáticas que pueden afectarlas.

III. RESULTADOS

A. Recopilación de bibliografía acerca de técnicas de muestreo de mamíferos en el Neotrópico.

Se seleccionó y revisó un total de 17 investigaciones realizadas entre 1996 y 2015 (Cuadro 1). De las investigaciones evaluadas, solamente una fue publicada antes del 2000. Esta publicación se agregó a los resultados ya que es el primer estudio que evalúa y compara técnicas de campo y tipos de atrayentes en un ecosistema Neotropical.

En el cuadro 1 se puede observar que los estudios fueron realizados en distintas áreas del Neotrópico, principalmente en América del Sur, en su mayoría en Brasil y Perú. Solamente se utilizó un estudio fuera de América del Sur, el cual fue realizado en México (García-Alaníz *et al.* 2010). No se encontró ningún estudio realizado en Guatemala que evaluara o comparara la efectividad de técnicas de campo. Asimismo, se debe tomar en cuenta que la cantidad de estudios que cumplieron con los requerimientos de búsqueda es muy baja, especialmente para la parte Norte del Neotrópico.

Dentro de los estudios seleccionados (n=17) se observó que las técnicas que se han evaluado con más frecuencia son las trampas cámara, Sherman y Tomahawk. Asimismo, se pudo observar que dentro de los estudios seleccionados ninguno de ellos utiliza trampas de arpa y solamente en uno de ellos se evalúa el uso de redes de niebla.

En el Cuadro 1 también se puede observar que hay algunas investigaciones que no presentan sitio de estudio, esto se debe a que estas publicaciones son revisiones bibliográficas que describen o comparan la utilización de distintas técnicas de monitoreo de mamíferos. Esta información fue incluida en el presente estudio ya que presentan información relevante acerca de las técnicas a pesar de que no hayan sido aplicadas dentro del Neotrópico. Estos artículos de revisión bibliográfica se centran principalmente en el uso de trampas cámara. Las revisiones bibliográficas de esta técnica se centran principalmente en la evaluación de la efectividad de la misma o

comparación con métodos directos de muestreo. Es de especial interés porque representa una forma menos invasiva para el monitoreo de mamíferos (Wilson y Delahay 2001, Sberk-Araujo y Chiarello 2005).

En cuanto a la comparación de la efectividad de atrayentes solamente tres artículos incluyen información relevante al respecto. Dentro de los demás estudios se menciona la utilización de atrayentes, de varios tipos, sin embargo, no se comparó la efectividad de los mismos y tampoco se evaluó el efecto de distintas condiciones en dichos atrayentes.

El Cuadro 1 también muestra un resumen de los factores influyentes a las técnicas evaluadas. Los factores varían dependiendo de la técnica y el objetivo de cada estudio, sin embargo, se puede observar que muchos estudios mencionan que las especies objetivo son un factor determinante en la efectividad de la técnica (e.g. Wilson y Delahay 2001, Sberk-Araujo y Chiarello 2005, Tobler *et al.* 2008). Asimismo, la temporada climática del año o factores abióticos también se mencionaron como factores influyentes en ocho de los estudios evaluados (e.g. Sánchez *et al.* 2004, Rowcliffe y Carbone 2008, Tobler *et al.* 2008).

Cuadro 1. Estudios seleccionados para la comparación y determinación de factores influyentes en la efectividad de técnicas de muestreo para mamíferos terrestres.

Referencia	Sitio de estudio*	Técnicas evaluadas	Observaciones	Factores influyentes
Woodman <i>et al.</i> (1996)	Reserva Cuzco Amazónico, Departamento Madre de Dios, Perú.	Trampas Sherman ® Atrayentes de cebo animal y granos Atrayente de mantequilla de maní	Las trampas Sherman no son tan efectivas como las trampas de resorte. El tipo de atrayente tiene una gran influencia en la abundancia y composición de organismos que se capturan durante un monitoreo. Por último, el diseño de muestreo tiene un efecto aparente en la efectividad del método, muchos mamíferos se habitúan a la presencia de trampas.	Tipo de atrayente utilizado, temporada del año en que se realiza el muestreo. Forma de colocación de rampas, diseño de la colocación de trampas.
Wilson y Delahay (2001)	-	Trampas de pelo Trampas de huella Trampas cámara Bioacústica	Las técnicas de monitoreo directas e indirectas se complementan ya que se puede obtener información diferente de cada tipo de método. Las técnicas directas tienden a ser menos eficientes y mucho más costosas, sin embargo, las indirectas tienden a tener mayor error en la identificación de especies.	Especies objetivo, estación/temporada del año, experiencia del personal, esfuerzo de muestreo.
Guzmán-Lenin y Camargo-Sanabria (2004)	Bosque Los Mangos, Reserva Natural Araguatos, Colombia.	Trampas de huellas	Las trampas de huellas son una técnica útil para monitorear mamíferos con hábitos elusivos y que su monitoreo se dificulta por otras técnicas. Esta técnica también fue utilizada para analizar diversidad y calidad de hábitat de distintas especies de mamíferos medianos.	Ubicación de la trampa, especies objetivo, época del año, tipo de atrayente utilizado.

Cuadro 1. Estudios seleccionados para la comparación y determinación de factores influyentes en la efectividad de técnicas de muestreo para mamíferos terrestres (continuación).

Referencia	Sitio de estudio*	Técnicas evaluadas	Observaciones	Factores influyentes
Sánchez <i>et al.</i> (2004)	Bosque en los Andes Centrales de Colombia.	Trampas Sherman ® Trampas Tomahawk ® Redes de niebla Trampas de huellas	Se necesita mucho esfuerzo de muestreo para la captura de mamíferos menores. Los métodos de muestreo de mamíferos medianos representan dificultades de transporte y se requiere personal capacitado para el manejo de organismos. Las trampas de huellas son muy eficientes para determinar la presencia de muchas especies de mamíferos, son un método económico y poco invasivo.	Época del año, esfuerzo de muestreo, áreas perturbadas, cebos utilizados para los distintos métodos, especie que se está estudiando.
Sberk-Araujo y Chiarello (2005)	Estación biológica Santa Lúcia, Espírito Santo, Brasil.	Trampas cámara	Las trampas cámara registran la presencia de especies elusivas y también tienen mucha efectividad en el registro de cánidos. Son un método no invasivo y fácil de utilizar en cuestiones prácticas. Es una técnica que es eficiente respecto al tiempo de muestreo, especialmente comparado con otros tipos de trampas.	Organismo objetivo, ubicación de la trampa, tipo de cámara.
Astúa <i>et al.</i> (2006)	Parque Estatal Rio Doce, Minas Gerais, Brasil.	Trampas Sherman ® Trampas Tomahawk ® Cebos de carne Cebos de mantequilla de maní	El tamaño de los organismos tiene un gran efecto en la eficiencia de las trampas. El tipo de atrayente puede verse afectado por distintas condiciones climáticas, por lo que son factores que se deben tomar en cuenta. El atrayente puede tener un efecto en la composición de especies capturadas.	Colocación de las trampas, especies objetivo, tamaño de los organismos, tipo de atrayente, efectos del ambiente sobre el atrayente.
Umetsu <i>et al.</i> (2006)	Caucacia do Alto, Sao Paulo, Brasil.	Tampas pitfall Trampas Sherman ®	Las trampas pitfall capturan mayor cantidad de organismos y mayor diversidad de los mismos. Hay un fuerte efecto de los factores climáticos sobre la efectividad de las trampas, lo cual se debe a los cambios en la actividad de los organismos con las condiciones climáticas.	Temperatura, precipitación, tamaño de la trama, ubicación de la trampa.

Cuadro 1. Estudios seleccionados para la comparación y determinación de factores influyentes en la efectividad de técnicas de muestreo para mamíferos terrestres (continuación).

Referencia	Sitio de estudio*	Técnicas evaluadas	Observaciones	Factores influyentes
Lyra-Jorge <i>et al.</i> (2008)	Estación ecológica Jataí, São Paulo, Brasil.	Trampas de huella Trampas cámara	Las trampas de huella son más eficientes para detectar un mayor rango de especies, sin embargo, presentan mayor dificultad en la identificación de las mismas. Las trampas cámara son menos eficientes pero proveen certeza para la identificación de especies. Ambos métodos se ven afectados por condiciones climáticas, pero es más notorio en las trampas de huella, asimismo las trampas de huella también se ven afectadas por el tipo de suelo del área en que se realiza el estudio.	Especies objetivo, esfuerzo de muestreo, condiciones climáticas, tipo de suelo.
Kelly (2008)	-	Trampas cámara	La efectividad de las trampas cámaras dependen de muchos factores, por lo tanto no se debe medir solamente en la cantidad de organismos capturados en fotografía. Se deben realizar estudios para afinar las metodologías que incluyen cámaras trampa.	Esfuerzo de muestreo, tamaño del organismo objetivo, distancia entre trampas.
Rowcliffe y Carbone (2008)	-	Trampas cámara	Las cámaras trampa son una técnica no invasiva y eficiente para monitorear diversas especies de mamíferos, sin embargo, faltan estudios que evalúen la efectividad de esta técnica en cuanto al tiempo de muestreo, colocación, efectividad según especie objetivo y habituación de los organismos a las mismas.	Especie objetivo, tipo de atrayente, ubicación de la trampa, tiempo de muestreo.
Tobler <i>et al.</i> (2008)	Concesión para la conservación Los Amigos, Amazonia Suroriental, Perú.	Trampas cámara	Las cámaras trampa son eficientes para realizar inventarios de mamíferos mayores o medianos, estimar densidades de animales que presentan manchas naturales en el pelaje. Sin embargo, no son tan eficientes en determinar abundancia y composición de especies en un ecosistema, ya que hay factores como el tamaño del organismo y sus hábitos que pueden tener efecto en captura de fotografías de perras especies y por lo tanto brindar resultados erróneos.	Temporadas del año, especies objetivo, tamaño de las especies objetivo, colocación de la cámara.

Cuadro 1. Estudios seleccionados para la comparación y determinación de factores influyentes en la efectividad de técnicas de muestreo para mamíferos terrestres (continuación).

Referencia	Sitio de estudio*	Técnicas evaluadas	Observaciones	Factores influyentes
García-Alaníz et al. (2010)	Selva Lacandona, Chiapas, México.	Trampas de pelo	Las trampas de pelo son muy efectivas, especialmente en áreas de alta diversidad de mamíferos. Son útiles para muestrear una vasta cantidad de mamíferos aunque se utilizan principalmente para muestrear organismos de la familias Canidae y Felidae. Esta metodología puede servir para censos poblacionales, estudios de diversidad y como herramienta para realizar estudios genéticos.	Especies objetivo, intervalo de tiempo para la revisión de las trampas, mezcla de muestras, atrayente utilizado.
Cáceres et al. (2011)	Savana de Mato Grosso do Sul, Brasil.	Trampas pitfall Trampas Sherman ®	Las trampas pitfall son más eficientes para la captura de mamíferos pequeños, no solo en la cantidad de individuos, sino en la abundancia de especies. Asimismo, en las trampas pitfall se pueden capturar mayor cantidad de especies raras o crípicas. Las trampas Sherman ® dependen mucho de factores adicionales, por ejemplo, el tipo de cebo que se utiliza.	Tipo de cebo, ubicación de la trampa, tamaño de la trampa, organismos objetivo.
Hice y Velasco (2013)	Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Amazonia Peruana.	Trampas Sherman ® Trampas Tomahawk ® Cebo de atún Cebo de carne Cebo de mantequilla de maní	Las técnicas para monitoreo de mamíferos varían mucho dependiendo el hábitat, no tanto por las condiciones climáticas en sí, sino por la composición de especies que hay por dichas condiciones. Asimismo, se observó que el tipo de cebo más eficiente es el de mantequilla de maní y que las trampas pitfall capturan mayor cantidad de organismos.	Tipo de hábitat, composición de especies de la comunidad de mamíferos, peso de los organismos, tipo de cebo, organismos objetivo.
Rovero et al. (2013)	-	Trampas cámara	En la utilización de trampas cámara se deben de tomar en cuenta factores tanto del equipo como del medio ambiente y del tipo de estudio que se quiere realizar. Dependiendo de estos factores se puede asegurar un mejor muestreo.	Tipo de cámara utilizada, organismos objetivo.

Cuadro 1. Estudios seleccionados para la comparación y determinación de factores influyentes en la efectividad de técnicas de muestreo para mamíferos terrestres (continuación).

Referencia	Sitio de estudio*	Técnicas evaluadas	Observaciones	Factores influyentes
Rocha <i>et al.</i> (2015)	Reservas naturales de la región oeste de la Amazonia Brasileña.	Trapas pitfall Trampas Tomahawk ® Trampas Sherman ®	Se captura mayor cantidad de organismos en las trampas pitfall que en las otras dos evaluadas. Sin embargo, estas son muy inespecíficas y capturan organismos de otros taxa, además hay variaciones en su efectividad dependiendo del tamaño de la trampa.	Especies que se están estudiando, tamaño de las trampas pitfall, temporada de muestreo.

*Los artículos que no tienen sitio de estudio son revisiones bibliográficas de las técnicas de interés.

B. Desarrollo de encuestas a investigadores con experiencia en técnicas de muestreo para mamíferos

Se encuestaron en total 30 investigadores con experiencia en las técnicas de monitoreo de interés. Del total de las personas entrevistadas diez investigadores han trabajado con estas técnicas en Guatemala, los demás encuestados son de otras nacionalidades y han trabajado en otros países del Neotrópico, desde México hasta Brasil.

A partir de las respuestas obtenidas en las encuestas se generaron cuatro cuadros con el resumen de la información proporcionada (cuadros 2-5). Los cuadros 2 y 4 muestran de forma numérica la cantidad de investigadores que han utilizado cada una de las técnicas evaluadas. Adicionalmente, dentro de los cuadros se incluye el porcentaje que representa la cantidad de investigadores que han utilizado cada tipo de atrayente o técnica.

Asimismo, los cuadros 3 y 5 muestran un resumen de los resultados cualitativos de la encuesta, tanto para atrayentes como para las técnicas utilizadas respectivamente. En cada cuadro se describen las ventajas y desventajas de cada tipo de atrayente y técnica, también se mencionan los factores que tienen influencia en la efectividad de cada técnica.

De forma general, en las encuestas se observó que la mayoría de investigadores mencionaron que las condiciones climáticas, especialmente la precipitación y temperatura afectan tanto a los atrayentes como a las técnicas de muestreo. Asimismo, dentro de las encuestas también se mencionó que el trabajo previo a la implementación de las técnicas en campo es determinante para el desempeño de las mismas. En esto se incluye la preparación de un diseño de muestreo, revisión bibliográfica, establecimiento de objetivos y preparación de todo el equipo necesario para implementar la técnica de manera adecuada.

El Cuadro 2 muestra el conteo de investigadores que han utilizado cada tipo de atrayente evaluado y el porcentaje que representan para el total de entrevistados (n=30). Se puede observar que los dos atrayentes más utilizados son las esencias

(66.67%) y la mantequilla de maní (70.37%). Es importante mencionar que los demás tipos de atrayentes también han sido utilizados por los investigadores, el único tipo que tiene un porcentaje bajo son los atrayentes visuales o auditivos.

Cuadro 2. Atrayentes usados con mayor frecuencia por los investigadores encuestados.

Atrayente	Número de investigadores que lo han utilizado	%
Mantequilla de maní	19	70.37
Cebos de carne	11	40.74
Cebos de atún	16	59.26
Cebos de frutos	17	62.96
Esencias	18	66.67
Atrayentes visuales o auditivos	5	18.52
Otros	9	33.33

Otro resultado importante que se puede observar es que 33.33% de los encuestados respondieron que habían utilizado otros tipos de atrayentes que no se incluyeron dentro del estudio (Cuadro 2). Entre las respuestas se mencionó el uso de; hojuelas de avena, sustancias hormonales, sardinas, esencia de vainilla, banano, granos de maíz, huevo podrido, médula de plantas herbáceas, miel y panela, semilla de girasol y tocino. Asimismo, también mencionaron el uso de mezclas de atrayentes, por ejemplo, cebos preparados con hojuelas de avena, mantequilla de maní y esencia de vainilla. También se ha utilizado el perfume Obsession para atraer carnívoros.

En el Cuadro 3 se muestran las observaciones generales que se realizaron para cada tipo de atrayente. En este cuadro no se mencionan los factores que influyen en la efectividad de cada tipo de atrayente, esto se debe a que dentro de los encuestados ninguno ha evaluado o comparado la efectividad de los mismos. Por lo tanto, la mayoría de respuestas solamente incluyen factores que influyen al uso de atrayentes en general.

Cuadro 3. Ventajas y desventajas de seis atrayentes utilizados con mayor frecuencia por investigadores encuestados.

Atrayente	Observaciones	
	Ventajas	Desventajas
Mantequilla de maní	<ul style="list-style-type: none"> - Atraen alta diversidad de especies. - Bajo costo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Atrae gran cantidad de invertebrados.
Cebos de carne	<ul style="list-style-type: none"> - Atraen organismos carnívoros. - Son eficientes para organismos de las familias Canidae y Felidae. 	<ul style="list-style-type: none"> - Puede atraer animales domésticos.
Cebos de atún	<ul style="list-style-type: none"> - Atrae a organismos con hábitos carnívoros o carroñeros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Puede atraer animales domésticos.
Cebos de frutos	<ul style="list-style-type: none"> - Bajo costo 	
Esencias	<ul style="list-style-type: none"> - Eficiente con mamíferos mayores 	<ul style="list-style-type: none"> - Costo elevado - Poco eficientes en época lluviosa
Atrayentes visuales o auditivos	<ul style="list-style-type: none"> - Son económicos. - Pueden utilizarse más de una vez. - Son específicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se necesita equipo especial para su empleo.

Dentro de las respuestas se encontró que varios investigadores mencionaron que todos los atrayentes tienden a disminuir su efectividad en presencia de precipitación. Esto a causa de que la mayoría se lavan o se disuelven y pierden propiedades de olor y sabor que atraen a los organismos objetivo. Asimismo, se mencionó que una de las mayores dificultades que presenta el uso de atrayentes es la invasión por invertebrados, especialmente por hormigas. Según varios encuestados, en sitios donde hay mucha abundancia de estos organismos el cebo puede ser consumido en cuestión de horas y por lo tanto afecta directamente en la efectividad no solo del cebo, sino de la trampa o técnica de muestreo que se está empleando.

Otra desventaja que fue mencionada por varios encuestados fue que la mayoría de atrayentes no son específicos, y que en muchas ocasiones pueden atraer especies generalistas o especies sin relevancia. Asimismo, se mencionó que la mayoría de

atrayentes, especialmente los de carne y atún, tienden a atraer animales domésticos que se encuentran cercanos a las zonas de muestreo.

El Cuadro 4 muestra el conteo de investigadores que han utilizado las técnicas evaluadas y el porcentaje que representan para la muestra (n=30). Las técnicas que han sido más utilizadas por los encuestados son las redes de niebla (88.89%) y las cámaras trampa (81.48%). Es importante mencionar que ambas técnicas tienen características muy diferentes, especialmente porque las redes de niebla son específicamente para la captura de murciélagos y las cámaras trampa son un método indirecto para varias especies.

Cuadro 4. Técnicas de muestreo para mamíferos utilizadas por los investigadores encuestados.

Técnica	Número de expertos que lo han utilizado	%
Redes de niebla	24	88.89
Trampas de arpa	8	29.63
Trampas Sherman ®	22	81.48
Trampas Tomahawk ®	20	74.07
Trampas pitfall	13	48.15
Trampas de pelo	7	25.93
Trampas de huella	15	55.56
Trampas cámara	22	81.48
Bioacústica	7	25.93
Otros	5	18.52

Como se mencionó anteriormente las redes de niebla han sido utilizadas por la mayoría de los investigadores encuestados, esto denota un claro interés por el estudio de microquirópteros, no solo en el país, sino en el Neotrópico. Sin embargo, es importante comparar el porcentaje de uso de las redes de niebla con las trampas de arpa, ya que esta es otra técnica que se emplea para monitorear el mismo grupo de animales. Las trampas de arpa solamente han sido utilizadas por 29.63% de los investigadores encuestados, en contraste del 88.89% que han utilizado las redes de niebla. Esta diferencia puede deberse a las ventajas y desventajas que presenta cada técnica como se muestra en el Cuadro 5. La mayor desventaja que presenta la trampa de arpa en comparación de las redes de niebla es la dificultad de transporte y colocación en campo, ya que estas son más complejas y por lo tanto su construcción

en campo puede resultar dificultosa. También es importante mencionar que en las publicaciones seleccionadas dentro de la revisión bibliográfica (Cuadro 1) ninguna evalúa la técnica de trampas de arpa, lo cual es congruente con el poco uso que le han dado los investigadores encuestados.

Al igual que con los atrayentes, los encuestados también mencionaron otras técnicas que han utilizado para el monitoreo de mamíferos. Debido a que los encuestados han trabajado con diversos grupos y en distintas localidades hay muchas técnicas que no se mencionaron en este estudio, sin embargo, algunas de las técnicas fueron mencionadas por varios investigadores. Entre las técnicas mencionadas con más frecuencia en las encuestas se encuentran las trampas Havahart y radiotelemetría. Asimismo, durante la revisión bibliográfica se encontró constantemente publicaciones que emplearon trampas de resorte para la captura de mamíferos, sin embargo, ninguno de los investigadores encuestados mencionó el uso de esta técnica para el monitoreo de especies de mamíferos.

En el Cuadro 5 se resumen las ventajas, desventajas y factores influyentes que se identificaron para cada técnica. Se puede observar que dentro del cuadro hay técnicas que no tienen descritas ventajas, esto no significa que el empleo de estas técnicas no tenga beneficios, sino que según las respuestas de los encuestados no se pudo obtener ningún dato de ventajas para trampas Sherman®, trampas Tomahawk ® y para las trampas de huellas. A pesar de esto las trampas Sherman® y trampas Tomahawk ® son de las técnicas más utilizadas por los encuestados. Asimismo, estos tipos de trampas han sido evaluadas ampliamente, inclusive en el Neotrópico (Cuadro 1).

De forma general los encuestados mencionaron que para tener éxito durante un monitoreo se debe realizar trabajo previo a la salida de campo, el cual incluye el establecimiento de objetivos claros, diseño de muestreo, recopilación de información de las condiciones climáticas locales, composición de la fauna. Asimismo, se debe preparar el equipo con anticipación para evitar contratiempos en campo. Aparte del equipo requerido para cada tipo de técnica es recomendable llevar material adicional como cuerda, alambre, navajas, GPS.

Cuadro 5. Resumen de las respuestas de las encuestas realizadas a investigadores sobre técnicas de campo para el monitoreo de mamíferos.

Técnica	Ventajas	Desventajas	Factores influyentes
Redes de niebla	<ul style="list-style-type: none"> - Bajo costo. - Fácil transporte. - No necesita cebado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Personal capacitado para extracción de organismos. - Alto esfuerzo de muestreo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente del terreno. - Abundancia de organismos objetivo en el área. - Etapa del ciclo lunar (luminosidad).
Trampa de arpa	<ul style="list-style-type: none"> - Poco esfuerzo de muestreo. - Abundante captura de organismos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se deben colocar en sitios previamente identificados. - Dificultad en el transporte. - Personal capacitado para la extracción de organismos. - Personal capacitado para armar la trampa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sitio en que se coloca la trampa. - Etapa del ciclo lunar (luminosidad).
Trampas Sherman®		<ul style="list-style-type: none"> - Poca efectividad. - Alto esfuerzo de muestreo. - Dificultad en el transporte. - Posible daño a organismos capturados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Altura en que se coloca la trampa. - Cobertura en el sitio de colocación. - Tránsito de personas. - Cantidad de trampas colocadas. - Sensibilidad de la trampa.
Trampas Tomahawk®		<ul style="list-style-type: none"> - Dificultad en el transporte. - Posible daño a organismos capturados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cobertura en el sitio de colocación. - Colocarlas en sitios con sombra (Si las trampas se colocan de día). - Sensibilidad de la trampa.

Cuadro 5. Resumen de las respuestas de las encuestas realizadas a investigadores sobre técnicas de campo para el monitoreo de mamíferos (continuación).

Técnica	Ventajas	Desventajas	Factores influyentes
Trampas pitfall	<ul style="list-style-type: none"> - Eficientes para el monitoreo de mamíferos pequeños. - Se pueden monitorear muchas especies simultáneamente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto esfuerzo para su colocación. - Muchos organismos escapan de la trampa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Precipitación (riesgo de inundación). - Colocarlas en sitios con sombra (Si las trampas se colocan de día). - Tamaño de la trampa.
Trampas de pelo	<ul style="list-style-type: none"> - Bajo costo. - Se pueden monitorear muchas especies simultáneamente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Personal capacitado para el análisis de muestras. - Susceptibles a invasiones de especies que no son de interés. 	<ul style="list-style-type: none"> - Precipitación. - Tipo de atrayente.
Trampas de huella		<ul style="list-style-type: none"> - No se pueden utilizar en todo tipo de suelos. - Necesitan mucho esfuerzo para elaborarse. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de suelo del sitio de muestreo. - Cantidad de trampas colocadas. - Tipo de cebo utilizado para atraer organismos.
Trampas cámara	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil colocación y manejo. - Bajo esfuerzo de muestreo. - Fácil identificación de organismos. - Se pueden monitorear muchas especies simultáneamente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación previa para determinar sitios adecuados para colocarlas. - Susceptibles a movimientos no provocados por animales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Precipitación. - Humedad. - Viento. - Duración de la batería. - Sombra generada por la vegetación. - Altura en que se coloca la trampa. - Sensibilidad de la trampa.
Bioacústica	<ul style="list-style-type: none"> - Se pueden monitorear muchas especies simultáneamente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Costos elevados. - Personal capacitado para el manejo del equipo y análisis de la información. 	<ul style="list-style-type: none"> - Precipitación. - Viento.

IV. DISCUSIÓN

Para identificar los factores que influyen en la efectividad de nueve técnicas de campo y seis tipos de atrayentes para el monitoreo de mamíferos, se llevó a cabo una revisión bibliográfica y se desarrollaron encuestas a investigadores experimentados con dichas técnicas. El fin del estudio fue elaborar un manual con el compendio de dichas técnicas y las especificaciones para disminuir el efecto de diversos factores influyentes sobre cada técnica.

En la revisión bibliográfica se encontraron 17 publicaciones que cumplieron con los requerimientos establecidos previo a la búsqueda (Cuadro 1). Se observó que hay una gran cantidad de artículos científicos que utilizan diversas técnicas para el monitoreo de mamíferos, sin embargo, hay muy pocos que evalúan o comparan la efectividad de estos en el Neotrópico. Los mamíferos son organismos importantes ya que realizan diversas funciones dentro de los ecosistemas (Walsch Perú S.A. 2009), debido a esto se ha estudiado ampliamente la efectividad de las técnicas principalmente en áreas templadas (e.g. Williams y Brown 1983, Bury y Corn 1987, Oswald y Flake 1994).

A. Atrayentes

Los atrayentes para mamíferos engloban una gama de materiales, por lo tanto, evaluar su efectividad puede resultar complicado (Dias *et al.* 2011). La efectividad de los atrayentes puede variar por diversos factores, por ejemplo, las condiciones climáticas, el organismo que se pretende monitorear y el tipo de técnica de campo que se utiliza (Oswald y Flake 1994, Brunner 1983). Debido a estas variaciones y complicaciones, dentro de este estudio se evaluaron 6 tipos de atrayentes diferentes, evaluando principalmente las ventajas y desventajas que cada una presenta y los factores influyentes en el uso de cada tipo.

1. Mantequilla de maní. De los seis atrayentes que se analizaron en este estudio (Cuadro 2) la mantequilla de maní presentó mayor porcentaje de uso en los investigadores encuestados. Esto concuerda con los resultados encontrados dentro de la literatura, ya que a pesar que no se han evaluado ampliamente los atrayentes en el Neotrópico, la mantequilla

de maní fue utilizada en tres de los estudios seleccionados (Cuadro 1). Asimismo, los encuestados mencionaron otros atrayentes que han utilizado durante programas de monitoreo biológico de mamíferos, en estos se incluyen atrayentes que consisten en mezclas de ingredientes y en varios casos mencionaron el uso de mantequilla de maní. Woodman *et al.* (1996) concluyeron que este tipo de atrayente es eficiente para la captura de mamíferos menores, especialmente para ratones. Según los encuestados este es un cebo que atrae a una alta diversidad de especies y representa bajo costo.

Woodman *et al.* (1996) compararon la efectividad de la mantequilla de maní con cebos hechos a partir de grasa animal. Concluyeron que ambos son eficientes, sin embargo, atraen a diferente composición de especies, lo cual lo atribuye a la diferencia de hábitos dentro de los organismos monitoreados

2. Cebos de carne Los cebos de carne son un tipo de atrayente que se utiliza para atraer mamíferos carnívoros o carroñeros terrestres. Sin embargo, también puede atraer organismos omnívoros como mapaches y tacuazines (Astúa *et al.* 2006). Según los encuestados, estos cebos son eficientes para atraer a organismos de las familias Felidae y Canidae (Cuadro 3).

Este tipo de cebo es especialmente susceptible a las condiciones climáticas en los trópicos. Esto se debe a que los altos niveles de humedad y temperaturas elevadas aceleran el proceso de putrefacción del material (Lyra-Jorge *et al.* 2008). La putrefacción a su vez puede atraer una gran diversidad de invertebrados, por lo que puede haber invasión de estos organismos en las trampas colocadas para el monitoreo de mamíferos (Astúa *et al.* 2006). Los investigadores mencionaron que este tipo de cebo tiende a atraer a animales domésticos cuando el monitoreo de fauna se realiza cerca de poblados humanos. Esto tiende a afectar en la eficiencia tanto del cebo como de la técnica que se está empleando.

3. Cebos de atún. Estos cebos presentan características muy similares a los cebos de carne, tanto en el tipo de organismos que atraen como en el efecto que tienen las condiciones climáticas sobre ellos (Astúa *et al.* 2006, Hice y Velasco 2013). La mayor

diferencia que se puede encontrar entre estos dos tipos de cebos es que el atún tiene un olor más fuerte que la carne y por lo tanto en algunos casos se ha observado que atraen mayor cantidad de organismos (Hice y Velasco 2013).

Según los resultados de las encuestas, se observó que tienen las mismas ventajas y desventajas que los cebos de carne (Cuadro 3), ya que la mayoría de investigadores los agrupan en un solo tipo de atrayente.

4. Cebos de frutos. Los frutos son utilizados ampliamente en trampas para monitoreo de mamíferos, en especial el banano (Dias *et al.* 2011). Este tipo de atrayente se encuentra entre los más utilizados entre los encuestados (Cuadro 2) y estos mencionan que es un atrayente que representa bajo costo. Según Pardini *et al.* (2003) los atrayentes de banano han mostrado resultados positivos a comparación de cebos de carne y esencias. Este tipo de cebo atrajo a la mayor diversidad y abundancia de organismos. También concluyeron que tiene especial efecto en la atracción de zarigüeyas y agutíes.

Dentro de las encuestas no se encontró descrita ninguna desventaja para este tipo de atrayentes, sin embargo, según Carrillo *et al.* (2000) estos materiales son altamente susceptibles a ataques de invertebrados, especialmente de hormigas.

5. Esencias. Las esencias son atrayentes que incluyen una gama de compuestos químicos y por lo tanto pueden ser utilizados para una gran cantidad de organismos (Voigt *et al.* 2008). Según los encuestados este tipo de atrayentes son especialmente útiles para técnicas que involucren mamíferos de las familias Canidae o Felidae. Según Moreira (2010) la fragancia Obsession de Calvin Klein para hombre tiene un efecto positivo para aumentar la frecuencia de captura de jaguar y ocelote, y ayuda a obtener fotografías completas de los animales estudiados para identificar individuos.

Según los investigadores que han utilizado este tipo de atrayente, este resulta eficiente para el monitoreo de mamíferos grandes, especialmente para especies de felinos.

Asimismo, mencionan que es un atrayente que representa un costo elevado y en muchas ocasiones es ineficiente en presencia de precipitación (Voigt *et al.* 2008).

6. Señuelos visuales o auditivos. Este tipo de atrayentes representa el menos utilizado por los investigadores encuestados. Según sus respuestas son un método que requiere de personal capacitado para su implementación y presenta costos económicos elevados.

Entre las ventajas que presenta este tipo de atrayente es que puede ser utilizado para una especie o un grupo de especies específicamente. Esto se debe principalmente a que los atrayentes visuales simulan componentes o colores de elementos de la dieta de los organismos (Carey *et al.* 1997) y los auditivos generalmente son grabaciones de llamados de la especie que se está monitoreando (Hill y Greenway 2005).

Woodman *et al.* (1996) mencionan que la efectividad de los atrayentes varía según la época del año. Es importante comparar la efectividad de los atrayentes durante las temporadas del año, ya que no solo varían las condiciones climáticas que pueden afectar en las características intrínsecas de los atrayentes, sino también varían los patrones de actividad de los organismos y por lo tanto puede variar la preferencia o rechazo a determinados atrayentes (Lawrence 1992).

B. Técnicas directas

Debido a que estas son técnicas en las que se tiene contacto directo con el organismo se debe tener consideraciones especiales en su implementación. Por ejemplo, el tiempo de revisión no debe de ser prolongado para evitar que el organismo sufra lesiones o escape de la red o trampa (Kunz y Kurta 1988). Otra consideración que debe tomarse en cuenta es asegurarse del bienestar del investigador y no solo del organismo. Los mamíferos pueden ser vectores de enfermedades peligrosas para el ser humano, por ejemplo, la rabia (McColl *et al.* 2000).

1. Redes de niebla y trampas de arpa. Estas dos técnicas de monitoreo son específicas para la captura de microquirópteros. Dentro de la literatura revisada solamente un estudio

evalúa la efectividad de redes de niebla (Sánchez *et al.* 2004) y las trampas de arpa no son evaluadas en ninguno de los artículos seleccionados. A pesar que la técnica ha sido poco evaluada o comparada en el Neotrópico las redes de niebla presentaron el mayor porcentaje de uso entre los investigadores encuestados, con un 88.89% comparado con el 29.63% que presentan las trampas de arpa. Según Kunz y Kurta (1988) estas dos son las técnicas utilizadas con mayor frecuencia para la captura de murciélagos, y en muestreos en el Neotrópico se recomienda utilizar la combinación de redes de niebla y trampas de arpa.

De acuerdo con Flaquer *et al.* (2007) las redes de niebla y trampas arpa presentan muchos inconvenientes al ser empleadas en campo, sin embargo, estas técnicas se siguen utilizando a pesar que ya existen distintos métodos para la evaluación indirecta de estos organismos. Un ejemplo de esto son los detectores ultrasónicos, con los cuales aún no se conoce con certeza la validez de los datos recolectados, lo cual lleva a los investigadores a emplear una combinación de técnicas con el fin de evitar sesgos y resultados erróneos en los estudios.

A partir de las encuestas realizadas se puede observar que existe gran interés en el estudio de murciélagos en ecosistemas Neotropicales. Este interés se debe a la alta diversidad que presenta este grupo (Jones *et al.* 2009). Los murciélagos han sido utilizados como indicadores biológicos ya que son altamente susceptibles a cambios en los ecosistemas (Wickamazinghe *et al.* 2003). Además, estos organismos presentan una gran variedad de nichos ecológicos, por lo que pueden brindar información acerca de distintas interacciones dentro de los ecosistemas (Jones *et al.* 2009).

En un estudio realizado por Francis (1989) en Malasia, comparó la efectividad de las trampas de arpa y las redes de niebla. En este estudio se concluyó que las trampas de arpa son más eficientes para la captura de microquirópteros tanto en cantidad como en diversidad. A pesar de esto, el uso de las mismas no es tan común como las redes de niebla, lo cual puede deberse principalmente a la dificultad de transporte e implementación en campo y a que representan una técnica más costosa económicamente. En cuanto a las redes de niebla, a pesar que su implementación en campo es menos difícil, los encuestados

identificaron que se debe tomar en cuenta que es una técnica que requiere mucho esfuerzo de muestreo, lo cual ha sido demostrado en diversos estudios (e.g. Francis 1989, Morton y Fawcett 1996, Hill y Greenway 2005)

Es importante tomar en cuenta que para el monitoreo de murciélagos se debe de realizar reconocimiento del área de estudio, previo a la implementación de las redes o trampas (Kunz y Kurta 1988). Esto se debe a que se deben identificar áreas de paso con mayor actividad de murciélagos, con el fin de aumentar la efectividad de las técnicas y obtener mejores resultados sobre la comunidad de especies presente en el sitio (Francis 1989).

Para ambas técnicas se debe tomar en cuenta que la efectividad en la captura puede disminuir dependiendo de la etapa del ciclo lunar, ya que a mayor iluminación provocada por la luna disminuye la probabilidad de captura (Kunz y Kurta 1988). Asimismo, la precipitación también afecta en la probabilidad de captura ya que la actividad de estos organismos disminuye (Adams *et al.* 2015).

2. Trampas Tomahawk® y Sherman®. De las cinco técnicas directas de monitoreo evaluadas las trampas Sherman® y Tomahawk® son las que se mencionan con más frecuencia dentro de la literatura seleccionada (e.g. Sánchez *et al.* 2004, Astúa *et al.* 2006, Hice y Velasco 2013). Asimismo, estas técnicas también han sido utilizadas por los investigadores encuestados con 81.48% y 74.07%. A pesar que son técnicas utilizadas ampliamente, en el Cuadro 5 se puede observar que dentro del grupo de encuestados ninguno mencionó ventajas para estas técnicas. Esto no significa que no tengan ningún beneficio para el monitoreo de mamíferos, sino que dentro de las respuestas de los entrevistados no se encontró ninguna ventaja descrita. La ausencia de esta información puede deberse a que son técnicas que presentan una gran cantidad de complicaciones al ser implementadas en campo y en general tienen muy bajos porcentajes de efectividad en programas de monitoreo biológico (Woodman *et al.* 1996). Las trampas cámara han suplido en parte la utilización de trampas para capturar mamíferos medianos y mayores, ya que se pueden obtener registros de especies elusivas, abundancias y otros parámetros poblacionales que con las trampas Tomahawk® o Sherman® es más difícil de obtener.

Tanto las trampas Sherman® como las Tomahawk® presentan desventajas similares y han sido comparadas con distintos métodos de muestreo indirectos, principalmente con el fin de disminuir su uso debido a las implicaciones éticas que tiene el muestreo directo (Power y Proulx, 2003). Este tipo de trampas se popularizaron durante las décadas de 1980 y 1990 debido a que presentaban una opción menos dañina para los organismos, ya que anteriormente se utilizaban trampas que capturaban a los organismos por sus extremidades (White *et al.* 1991). Aunque estas trampas no generan daño directo al organismo, si la técnica no se emplea adecuadamente los organismos pueden llegar a sufrir daños severos por estrés o por exposición a condiciones climáticas extremas (White *et al.* 1991, Powell y Proulx 2003). Al igual que en la bibliografía, los encuestados mencionaron que estas trampas deben ser utilizadas con precauciones para evitar daño a los organismos capturados. Estas trampas pueden provocar insolación, hipotermia, paros cardiacos por estrés, raspaduras, pérdida de dientes (Powell y Proulx 2003), en algunos casos también se ha reportado el ataque de hormigas a los organismos capturados (Masser y Grant 1983). Debido a los riesgos que corren los organismos capturados en este tipo de trampas muchos estudios en áreas templadas se han enfocado en la comparación de estas técnicas con técnicas no invasivas (e.g. Catling *et al.* 1997, Gompper *et al.* 2006) Según la Sociedad Americana de Mastozoología(1998) todas las técnicas utilizadas para el estudio de mamíferos deben provocar el menor daño posible a los organismos, por lo tanto en la actualidad se busca reemplazar estas técnicas por otros métodos que tengan menos riesgo para el bienestar del organismo. Aparte de las implicaciones éticas que representa el uso de estas técnicas, según las encuestas, no son técnicas fáciles de implementar en campo. Entre las desventajas se menciona que son trampas difíciles de transportar en campo y es necesario realizar un esfuerzo de muestreo muy grande debido a la baja efectividad de la técnica (Hice y Velasco 2013).

Las trampas Sherman® y Tomahawk® son empleadas para el monitoreo de mamíferos menores y medianos, principalmente para la captura de roedores, marsupiales y carnívoros pequeños. Es una buena técnica para obtener muestras de sangre de individuos vivos para

análisis serológicos y de salud animal. Sin embargo, para algunas especies muy pequeñas, como las musarañas, resultan ineficientes (Rocha *et al.* 2015).

3. **Trampas pitfall.** Para el monitoreo de mamíferos pequeños y fosoriales se han utilizado trampas pitfall y han mostrado ser eficientes en la captura de una gran diversidad de especies (Cáceres *et al.* 2011). Umetsu *et al.* (2006) comparó la eficiencia de las trampas Sherman® con las trampas pitfall y encontró que estas últimas presentan una eficiencia de 15% mientras que las trampas Sherman® solamente 3%. Aparte de la eficiencia, la composición de especies en las dos trampas era diferente, encontrando mayor diversidad de especies en las capturas realizadas por las trampas pitfall. A pesar de ser más eficientes y aportar mayor cantidad de datos de diversidad solamente 48.15% de los encuestados ha utilizado esta técnica. La baja frecuencia de uso de esta técnica dentro de los encuestados puede deberse a las dificultades que presenta su implementación en campo. Dentro de las desventajas descritas se menciona que el transporte del material es poco práctico, son muy vulnerables a la precipitación y no pueden utilizarse en todos los ecosistemas ya que su implementación depende del tipo de suelo. Otro factor importante que se debe tomar en cuenta cuando se utilizan trampas pitfall es el tamaño de las mismas. Según Rocha *et al.* (2015) el tamaño de la trampa influye en la captura de organismos ya que muchas especies pueden escaparse de la misma.

C. Técnicas indirectas

El uso de técnicas no invasivas o indirectas ha aumentado significativamente en las últimas dos décadas (O'Connell *et al.* 2011). El interés en el uso de estas técnicas se ha debido principalmente a la preocupación por el bienestar animal, reducción en el tiempo y esfuerzo de muestreo, disminución de costos y recolección de mayor cantidad de datos (Gannon *et al.* 2007, Long *et al.* 2008).

A pesar de los beneficios que presentan las técnicas no invasivas existen ciertos factores que afectan su efectividad. Según los encuestados, dentro de las mayores desventajas que se pueden encontrar para este grupo de técnicas es que en muchas ocasiones la identificación de especies no es certera o se requiere de personal altamente capacitado para identificarlas.

Esto también ha sido descrito en la literatura, según Wilson y Delahay (2001) algunos métodos como las trampas de pelo y huellas presentan dificultad en la identificación hasta especie, ya que en muchas ocasiones especies del mismo género tienden a tener características muy similares.

1. Trampas de huella. Es una técnica que ha sido ampliamente evaluada para el monitoreo de mamíferos mayores en áreas templadas (Dias *et al.* 2011). También es una técnica que ha sido utilizada por el 55.56% de los investigadores encuestados. A pesar que ha sido ampliamente evaluada y utilizada, esta técnica presenta diversas desventajas que afectan en la efectividad de monitoreo de especies de mamíferos (Lyra-Jorge *et al.* 2008). Las condiciones climáticas, especialmente la precipitación, disminuye la efectividad de esta técnica ya que las impresiones de las huellas de los animales pueden destruirse o alterarse, lo cual a su vez puede afectar en la identificación certera de los organismos (Dias *et al.* 2011). Asimismo, esta técnica precisa de tener personal experimentado para la identificación de las huellas impresas, lo cual puede generar sesgos en la interpretación de los datos (Sánchez *et al.* 2004).

Otras de las desventajas que presenta este método es que requiere un esfuerzo de muestreo muy grande para obtener resultados, y los resultados van en función de la cantidad de veces en que el investigador revise la trampa (Silveira *et al.* 2003). También presenta la desventaja que la implementación de esta técnica depende directamente del tipo de sustrato, ya que no en todos se puede realizar una impresión de huellas (Norris *et al.* 2008). A pesar de las desventajas esta técnica puede ser empleada para el monitoreo de diversas especies simultáneamente, pueden ser útiles para estudios de diversidad de fauna de especies que presentan huellas fáciles de identificar y que por el peso del animal las huellas quedan impresas en el suelo, por ejemplo ungulados (Dias *et al.* 2011). Esta técnica se utiliza principalmente para mamíferos medianos y mayores, especialmente para especies difíciles de monitorear por técnicas directas (Tomas y Miranda 2003).

2. Trampas de pelo. Las trampas de pelo son una técnica que se ha utilizado ampliamente para el monitoreo de mamíferos mayores, especialmente felinos en áreas

templadas (Fasola *et al.* 2005). Estas trampas han sido utilizadas ampliamente en la actualidad ya que además de poder proporcionar información de diversidad y densidad poblacional, estas pueden obtener material para realizar estudios genéticos de los organismos muestreados (Pauli *et al.* 2008, Broquet *et al.* 2007)

Dentro de las principales desventajas que mencionan los investigadores encuestados y la literatura es que se necesita de personal capacitado para el análisis de las muestras de pelo (Baliestrieri *et al.* 2010). Además, en algunas ocasiones la identificación de especies puede verse dificultada por la similitud de características en especies muy cercanas (Wilson y Delahay 2001).

En el caso de las trampas de pelo, la lluvia puede disminuir la adhesividad de las trampas y por lo tanto recolectar menos cantidad de muestras (Garía-Alaníz *et al.* 2010). Los estudios que se han realizado con estas técnicas en zonas templadas (e.g. Pauli *et al.* 2008, Ebert *et al.* 2010, Balestrieri *et al.* 2010) muestran altos valores de efectividad, sin embargo, se debe tomar en cuenta que en estas zonas la presencia de precipitación es menor a lo largo del año, y generalmente las temporadas (secas y lluviosas) están mejor definidas que en el Neotrópico (Zarin *et al.* 2005). Según Sánchez *et al.* (2004) hay ciertas acciones que se pueden realizar para disminuir el efecto de la precipitación sobre las trampas, por ejemplo, colocarlas en áreas con bastante cobertura forestal. Esta observación realizada por el autor coincide con las recomendaciones generales brindadas por los encuestados, ya que si se elabora un diseño de muestreo previo a la implementación en campo se pueden contemplar estas dificultades y presentar alternativas para disminuir el efecto de las condiciones climáticas sobre la efectividad de las técnicas.

3.Trampas cámara. Las trampas cámara representan la técnica más evaluada dentro de la literatura seleccionada, con un total de siete publicaciones. También es una de las técnicas más utilizadas entre los encuestados con un 81.48%. Esta técnica, aparte de ser indirecta, también presenta certeza en la identificación de especies, por lo tanto, su uso ha sido mucho más frecuente en los últimos años (Kelly 2008, Rowcliff y Carbone 2008). Asimismo, los avances tecnológicos, nuevos softwares para análisis y almacenamiento de

información y la disminución en el precio de este equipo han influido en la frecuencia de uso (Kays y Slauson 2008).

Las trampas cámara tienen muchos beneficios para el monitoreo de mamíferos, sin embargo, las condiciones climáticas también tienen efecto sobre esta técnica. Debido a que son dispositivos electrónicos tienden a deteriorarse en presencia de humedad, por lo tanto, se deben tomar consideraciones especiales para el cuidado del equipo ya que este factor influye en la efectividad de la técnica (O'Connell *et al.* 2011). Varios autores mencionan la importancia de cubrir las cámaras de la lluvia, para evitar que el interior del equipo se dañe (e.g. Kawanishi 2002, Moreira 2010, Swann *et al.* 2011).

Las trampas cámara han sido utilizadas ampliamente para el estudio de mamíferos mayores, por ejemplo, para el monitoreo de jaguar (Harmsen *et al.* 2009), tapir (Noss *et al.* 2003) y pecarí (Moreno 2011). Esta técnica puede ser utilizada como método complementario para otro tipo de técnicas indirectas, en muchos estudios se utilizan en conjunto con trampas de huella para realizar estudios de diversidad de mamíferos o para determinar el tamaño de poblaciones de ciertas especies (Dias *et al.* 2011, Soisalo y Cavalcanti 2005).

Las cámaras trampa también pueden ser utilizadas para monitorear el comportamiento de ciertas las especies. Harmsen *et al.* (2009) evaluaron y compararon el comportamiento y la forma de desplazamiento del jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*) dentro de la misma área boscosa. A partir del uso de trampas cámara pudieron concluir acerca del comportamiento de caza de ambas especies y en algunos casos determinar el tipo de presa para cada especie, ya que también obtuvieron fotografías de estos organismos. También se han realizado estudios con el fin de determinar densidad poblacional de especies elusivas o difíciles de observar en ciertos ecosistemas, como el ocelote (Trolle y Kéry 2005).

Las diferencias en los tipos de estudios realizados muestran la versatilidad de esta técnica para el monitoreo de distintas especies de mamíferos. Asimismo, diversos estudios

muestran que esta técnica también puede ser útil para el monitoreo de una especie y mediante las capturas fotográficas se puede realizar diversos análisis (Tobler *et al.* 2009).

4. Bioacústica. La bioacústica es una técnica que requiere de mucho equipo especializado y según los encuestados esto provoca que los costos del monitoreo sean elevados. A pesar de esto, en la última década se ha popularizado el uso de esta técnica porque ha aumentado la disponibilidad de equipo y su comercialización ha provocado la disminución de los precios en el equipo (BCT 2016). Esta técnica ha sido empleada para estimar poblaciones de especies de mamíferos grandes como venados (Favaretto *et al.* 2006) y lobos (Gaines *et al.* 1995).

La bioacústica como técnica complementaria para los estudios de murciélagos (Kuenzi y Morrison 1998), es una técnica complementaria ya que brinda información de organismos que no pueden ser muestreados mediante redes de niebla o trampas de arpa, por ejemplo, murciélagos que vuelan sobre el dosel del bosque (Marques *et al.* 2013). A pesar que la bioacústica es una técnica que puede utilizarse para el monitoreo de distintas especies, para utilizarla en programas de monitoreo biológico de mamíferos es necesario utilizar equipo especializado para grabar las altas frecuencias que emiten estos organismos durante el vuelo (Kunz y Brock 1975).

La bioacústica es una de las técnicas menos utilizada por los investigadores encuestados, lo cual puede deberse a los factores mencionados anteriormente, principalmente los relacionados con el elevado costo económico. De los investigadores que si han tenido experiencia con esta técnica mencionaron como ventajas que se pueden monitorear diversas especies de mamíferos durante un mismo muestreo. Sin embargo, también describieron que es necesario trabajar con personal capacitado para el uso del equipo y la técnica adecuadamente. Adicionalmente, también se mencionó que condiciones climáticas como la lluvia y el viento pueden afectar en la calidad de las grabaciones. En cuanto a las condiciones climáticas Vannoni y McElligott (2007) determinaron que tienen mucha influencia sobre la técnica. Asimismo, concluyeron que los mamíferos son un taxón con

una gran diversidad de vocalizaciones, incluso entre diferentes individuos de la misma especie.

Es importante tomar en cuenta que cada tipo de atrayente, al igual que las trampas cámara, tienen mayor efectividad para la captura de determinados organismos (Trolle 2003). Cada una de las técnicas y atrayentes presentan ventajas y desventajas descritas en la literatura y también por los encuestados. Debido a esto, se debe considerar que para realizar un monitoreo de mamíferos se deben emplear distintas técnicas y tipos de atrayentes de forma complementaria para obtener mejores resultados.

El tipo de técnica y atrayente que se utiliza debe ir en función de los objetivos que se plantean al principio de cada estudio. Cada técnica responde a distintas necesidades y por lo tanto se debe analizar detenidamente cuál de ellas brindará los resultados adecuados para el análisis que se pretende realizar. Los investigadores encuestados mencionan que es importante realizar un trabajo de investigación previo para evaluar la efectividad de cada método.

V. CONCLUSIONES

- A. Las trampas cámara muestran ser un método eficiente para monitorear mamíferos medianos y grandes en el Neotrópico y es recomendada por ser una técnica no invasiva.
- B. Las técnicas de mayor uso para muestrear mamíferos son las redes de niebla, trampas cámara, Sherman® y Tomahawk ®. Estos equipos son utilizados para muestrear murciélagos, mamíferos mayores y medianos y roedores respectivamente.
- C. El cebo de mantequilla de maní es el más utilizado por los investigadores para el muestreo de mamíferos, seguido por las esencias y cebos de frutos.
- D. Las redes de niebla son menos eficientes que las trampas de arpa pero su implementación es más común en estudios en el Neotrópico.
- E. Las trampas Sherman® y Tomahawk® son utilizadas para capturar principalmente roedores y mamíferos medianos. Es una técnica invasiva que puede ser empleada para obtener muestras de sangre, ectoparásito y colocación de equipo de radiotelemetría para estudiar los movimientos de individuos. Para realizar las capturas es necesario realizar un esfuerzo de muestreo alto.
- F. Las condiciones climáticas tienen un efecto directo en la efectividad de los atrayentes y las técnicas evaluadas.
- G. Las técnicas para estudiar mamíferos se complementan ya que cada técnica es efectiva para distintos tipos de organismos.
- H. La bioacústica y los atrayentes visuales y auditivos, son la técnica y atrayentes menos utilizado por los investigadores.

VI. RECOMENDACIONES

- A. Se recomienda utilizar más de un tipo de atrayente durante un muestreo para estimar la diversidad de mamíferos.
- B. Para hacer monitoreo de mamíferos se recomienda utilizar más de una técnica de muestreo para obtener mejores resultados.
- C. Para estudiar la diversidad de mamíferos menores se recomienda el uso de trampas Sherman®, Tomahawk® y Pitfall.
- D. Para realizar estudios de diversidad de mamíferos mayores se recomienda el uso de trampas cámara y trampas de huella.
- E. Para el estudio de murciélagos se recomienda el uso de redes de niebla, trampas de arpa y el estudio puede ser complementado utilizando equipo de bioacústica.
- F. Se recomienda realizar un estudio previo para estimar el esfuerzo de muestreo necesario para obtener resultados confiables para estimar la presencia de mamíferos y para reducir los inconvenientes provocados por el clima.

VII. LITERATURA CITADA

- Adams, A; L. McGuire; L. Hooton y B. Fenton. 2015. *¿Qué tan alto es alto? Uso de umbrales percentiles para identificar picos de actividad en murciélagos*. Canadian Journal of Zoology 93: 307-313.
- Allen, T y T. Hoekstra. 1993. *Hacia una ecología unificada*. Columbia University Press. New York.
- Alonso, A. 2016. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá SA. Email: andresjaguarrior@yahoo.com.co
- Animal Care and Use Committee. 1998. *Parámetros para la captura, manejo y cuidado de mamíferos aprobado por la Sociedad Americana de Mamalogía*. Journal of Mammalogy. 79(4): 1416-1431.
- Astúa, D; R. Moura; C. Grelle y M. Fonseca. 2006. *Influencia de las carnadas, trampas y posición para la captura de mamíferos pequeños en planicies Brasileñas en el Bosque de la vertiente del atlántico*. Bolletim do Museo de Biologia Meio Letiao. 19: 31-44.
- Balestrieri, A; L. Remonti; A. Frantz; E. Capelli, M. Zenato; E. Dettori; F. Guidali y C. Prigioni. 2010. *Eficacia de las trampas pasivas de pelo para el muestreo genético de la población de baja densidad de Tejón*. Hystrix The Italian Journal of Mammalogy. 21(2): 137-146.
- Bat Conservation Trust. 2016. *Detectores de murciélagos*. Inglaterra. http://www.bats.org.uk/pages/bat_detectors.html [Con acceso el 11 de octubre de 2016]

- Boserrayes, B. 2016. Centro de estudios conservacionistas. Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala CA. Email: latticeb@hotmail.com
- Bourliere, F. 1975. *Mamíferos, pequeños y grandes: implicaciones ecológicas del tamaño*. En: Golley, F; A. Petrusewick y L. Ryszkowski (Editores). *Small mammals: their productivity and population dynamics*. Cambridge University Press. Reino Unido.
- Briones, S. 2016. Universidad Francisco Marroquín. Guatemala CA. Email: sbrionescarrillo@gmail.com
- Brunner, H. 1983. *Aceptación de carnada en especies no objetivo durante simulaciones de envenenamiento de conejos*. *Australian Wildlife Research* 10: 129-139.
- Burneo, S. 2016. Escuela de Biología. Pontificia universidad Católica de Ecuador. Ecuador SA. Email: sburneo@puce.edu.ec
- Cáceres, N; R. Nápoli y W. Hannibal. 2011. *Diferencia en el éxito de captura de mamíferos pequeños con trampas de caída y trampas de caja convencionales en un bosque de sabana en la región suroeste de Brasil*. *Mammalia* 75: 45-52.
- Carey, P; C. Connor; R. McDonald y L. Matthews. 1997. *Comparación del atractivo de los estímulos visuales y auditivos en zarigüeyas*. *New Zeland Journal of Mammalogy*. 24(4): 273-276.
- Catling, P; R. Burt y R. Kooyman. 1997. *Una comparación de las técnicas utilizadas en monitoreos de mamíferos fosoriales y arborícolas en bosques del noreste de Gales*. *Wildlife Research* 24(4): 417-432.
- Cervantes, F. 2016. Departamento de Zoología. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México NA. Email: fac@ib.unam.mx

- Chavarría, A. 2016. Wetlands International Panamá. Panamá, CA. Email: abdielchavarria90@gmail.com.
- CONAP. 1999. Estrategia Nacional de Biodiversidad y Plan de Acción, Guatemala. Guatemala: CONAMA/ CONAP/ MAGA/ FMAM-GEF/ PNUD/ USAID/ CONADIBIO. 129 p.
- Concha, D. 2016. Dirección. Aracari Conservación e investigación SAS. Aracari Conservación e Investigación. Colombia SA. Email: arasari.ci@gmail.com
- Cortés, M. 2016. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. México NA. Email: tesoreria.ammac@gmail.com
- De Mendoza, H; F. Soler y M. Pérez. 2008. *Los mamíferos salvajes como bioindicadores*. Nuevos avances en Ecotoxicología. Observatorio Ambiental 11: 37-62.
- Dias, K; B. Trevizann y R. Pardini. 2011. *Desempeño de trampeo con cámaras y trampas de huella para el monitoreo de mamíferos en remanentes de bosque tropical*. Biodiversity conservation 20: 2815-2819.
- Dirzo, R y A. Miranda. 1990. *Defaunación tropical contemporánea y estructura, función y diversidad del bosque*. Conservation Biology 4:444-447.
- Ebert, C; D. Huckschlag; H. Schulz y U. Hohmann. 2010. *Pueden las trampas cámara muestrear al jabalí (Sus scrofa) de forma aleatoria con el propósito de estimar la población?* European Journal of Wildlife Research 56: 583-590.
- Escobar, B. 2016. Universidad Nacional de Costa Rica. Costa Rica CA. Email: bisa_e8a9@hotmail.com

- Fasola, L; M. Bello y L. Guichón. 2005. *Uso de trampas de pelo y caracterización de los pelos de la ardilla de vientre rojo Callosciurus erythraeus*. Mastozoología Neotropical 12(1): 9-17.
- Favaretto, A; R. De Battisti y G. Pavan. 2006. *Características acústicas de las vocalizaciones del venado rojo (Cervus elaphus) en el bosque cansiglio*. Advances in biotechnology 1:125-138.
- Flaquer, C; I. Torre y A. Arrizabalga. 2007. *Comparación de métodos de muestreo para inventarios de comunidades de murciélagos*. Journal of Mammalogy 88(2): 526-533.
- Foley, J; R. DeFries; G. Asner y C. Barbord. 2005. *Consecuencias globales del suod e la tierra*. Science 309: 570-574.
- Francis, C. 1989. *Comparación de las redes niebla con dos diseños de trampas arpa para la captura de murciélagos*. Journal of Mammalogy 70(4): 865-870.
- Gaines, M y L. McClenaghan. 1980. *Dispersión en mamíferos pequeños*. Annual Review of Ecology and Systematics 11:163-196.
- Gaines, W; G. Neale y R. Naney. 1995. *Respuesta de coyotes y lobos grises a aullidos simulados en el centro y norte de Washington*. Northwest science 69(3): 217-222.
- Gannon, W; R. Sikes y The Animal Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists. 2007. *Journal of Mammalogy*. 88(3): 809-823.
- García, F. 1997. *Inventario estandarizado de metodologías para componentes de la diversidad Columbia Británica*. Resources Inventory committee. Inglaterra.

- García-Alaníz, N; E. Naranjo y F. Mallory. 2010. *Tramas de pelo: método para el monitoreo de poblaciones de felinos en la Selva Lacandona, México*. Tropical conservation Science 3(4): 403-411.
- Goiti, U; J. Aihartza; I. Garin y E. Salsamendi, 2007. *Muestreo de mucriélago (Myotis bechsteinii) En el norte de la península ibérica con atractivos acústicos*. Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy. 18(2): 215-223.
- Gompper, M; R. Kays; J. Ray; S. Lapoint; D. Bogan y J. Cryan. 2006. *Una comparación técnica no invasiva para el monitoreo de comunidades carnívoras en el Noreste de Norte América*. Wildlife Society Bulletin 34(4): 1142-1151.
- González, J. 2016. Grupo de estudio en palma y ecosistemas alto-andinos. Universidad de Quindío. Colombia SA. Email: julianagoa2@gmail.com
- Gregory, R; A. Van Stein; P. Vorisek; A. Gmelig; D. Noble; F. Foppen y D. Gibbons. 2005. *Desarrollo de indicadores para aves europeas*. Proceeding of the Royal Society of Biological Science. 360: 269-288.
- Guzmán-Lenin, A y A. Camargo-Sanabria. 2004. *Importancia de los rastros para la caracterización del uso de hábitat de mamíferos medianos y grandes del bosque Los mangos (Puerto López, Meta, Colombia)*. Acta Biológica Colombiana 9(1): 11-22.
- Hall, E. 1981. *Mamíferos de Norte América. 2a ed. John Wiley and Sons*. Estados Unidos. 600 p.
- Harmsen, B; R. Foster; S. Silver; L. Ostro y P. Doncaster. 2009. *Diferencia en el uso de los caminos por distintas especies de mamíferos y las implicaciones del uso de las trampas cámara: Estudio de caso en Belice*. Biotropica 42(1): 126-133.

- Hice, C y P. Velazco. 2013. *Efectividad relativa de varios tipos de cebos y trampas para el monitoreo de comunidades de mamíferos terrestres pequeños en los bosques lluviosos del Neotrópico*. Occasional Papers Texas Tech University 316: 1-16.
- Hill, D y F. Greenway. 2005. *Efectividad de atractivos acústicos para el muestreo de murciélagos en bosques británicos*. Mammal review. 35(1): 116-122.
- Hoffmann, A; J. Decher; F. Rovero; J. Schaer; C. Voigt y G. Wibbelt. 2010. *Field. Métodos y técnicas para el monitoreo de mamíferos*. ABC Taxa Publisher. Francia. 482-529 p.
- Holdroy, S; R. Barclay; R. Merck y M. Brighman. 1994. *Muestreo de murciélagos en el interior seco de Columbia Británica: un resumen por especies y recomendaciones para trabajos futuros*. Ministry of environment, Lands and Parks. Inglaterra. 80 p.
- Hooper, D; F. Chapin; J. Ewel; A. Hector; P. Inchausti; S. Lavorel, J. Vandermeer y A. Wardle. 2005. *Efectos de la diversidad en la funcionalidad de los ecosistemas: Un consenso en el conocimiento actual*. Ecological Monographs 75(1):3-35.
- Hsi.org. 2016. *Como colocar una trampa para capturar animales vivos*. Acceso en: http://www.hsi.org/assets/pdfs/trampa_animales_vivos.pdf el 08/09/2016.
- Jones, G; D. Jacobs; T. Kuntz; M. Willig y P. Racey. 2009. *Carpe noctem: La importancia de murciélagos como bioindicadores*. Endangered species reserch. 8: 93-115.
- Jolón, M. 2005. *Proyecto: Recopilación de información sobre la biodiversidad en Guatemala*. CONAP/InBio. Guatemala. 107 p.
- Kalko, E y C. Handley. 1993. *Una historia corta de las trampas pitfall en América, con una revisión de métodos utilizados actualmente para el muestreo de mamíferos*. Virginia Journal of Science 44: 19-26.

- Kays, R. y M. Slauson. 2008. *Cámaras remotas*. En Long, R.; P. McKay, W. Zielinsky y R. Ray. *Noninvasive survey methods for carnivores: Methods and analysis*. Island Press. Estados Unidos. 110-140p.
- Kawanishi, K. 2002. *Estado de la población de tigres (Panthera tigris) en un bosque primario de Malasia Peninsular*. Disertación Universidad de Florida.
- Kelly, M. 2008. *Diseño, evaluación y refinamiento: estudio con cámaras trampa para especies elusivas*. *Animal Conservation* 11: 182-184.
- Kingdon, J. 1984. *Mamíferos de Africa del Este: Atlas evolutivo. East Africa*. Vol 2. University of Chicago Press. Estados Unidos. 371 p.
- Kuenzi, A y M. Morrison. 1998. *Detección de murciélagos por redes niebla y sensores ultrasónicos*. *Wildlife Society Bulletin* 26(2): 307-311.
- Kumate, R; O. Hernández y A. Fabila. 1994. *Medicina de la comunicación humana*. Instituto Nacional de la Comunicación Humana. México. 129p.
- Kunz, T y C. Brock. 1975. *Una comparación de las redes de niebla y los detectores ultrasónicos para el monitoreo de la actividad de murciélago*. *Journal of Mammalogy*. 56: 907-911.
- Kunz, T y A. Kutra. 1988. *Métodos de captura con aparatos de agarre*. En: T. Kunz, *Ecological and behavioural methods for the study of bats*. Smithsonian Institute Press. Estados Unidos. 1-28 p.
- Lawrence, W. 1992. *Estimaciones de abundancia de mamíferos pequeños en bosques tropicales de Australia: comparación de cuatro métodos de trampeo*. *Wildlife research* 19: 651-655.

- Lepe, M. 2016. Departamento de investigación y extensión facultad de Medicina Veterinaria USAC. Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala CA. Email: manolepe2000@yahoo.com
- Levin, S. 1992. *The problem of pattern and scale in ecology*. Ecology 73: 1943-1967.
- Liu, R; K. Miller; M. Merzanich y C. Schreiner. 2003. *Variabilidad acústica en la vocalizaciones ultrasónicas de ratones*. Journal of The Acoustic Society of America 114(6): 3412-3422.
- Long, R; P. McKay; W. Zielinsky y C. Ray. 2008. *Noninvasive surveys for Carnivores*. Island Press. Washington DC. 110-140 p.
- Lyra-Jorge, M; C. Ciocheti; V. Pivello y S. Tadeu. 2008. *Comparación de métodos de muestreo para mamíferos grandes y medianos: trampas cámara y transectos de observación*. European Journal of Wildlife Research 54: 739-744.
- MAGA. 1982. *Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala a Nivel de Reconocimiento*. Guatemala. MAGA 42 p.
- Markert, B; A. Breure y H. Zechmeister. 2003. *Capítulo 1: Definiciones, estrategias y principios para el uso de bioindicadores y biomonitores en el ambiente*. En: Bioindicators & biomonitors: principles, concepts and applications. Gulf Professional Publishing. Estados Unidos. 997 p.
- Marques, J; M. Ramos; T. Marques; C. Santos; J. Santana; P. Beja y J. Palmeirim. 2013. *Optimización del diseño de muestreo para trabajar con redes niebla para aves y murciélagos de la Amazonía*. PLoS One 8(9): 1-8.

- Masser, M y W. Grant. 1983. *Hormigas fuego inducen mortalidad de mamíferos pequeños en Texas nororiental*. The southwestern Natouralist 31(4): 540-542.
- Mazzolli, M y M. Hammer. 2013. Análisis de muestreos de mamíferos terrestres durante expediciones voluntarias cortas. Proyecto puma ecología. Estados Unidos. 24 p.
- McColl, K; N. Tordo y A. Aguilar. 2000. *Murciélagos: infecciones de lyssavirus*. Revue Scientifique et Technique 19(1): 177-196.
- McGeoch, M; B. Van Rensburg y A. Botes. 2002. *Verificación y aplicación de bioindicadores*. Journal of Applied Ecology 39: 661-672.
- Monroy, A. 2016. Secretaría Asociación Mexicana de Mastozoología, Asociación Mexicana de Mastozoología. Email: ammac.secretaria@gmail.com.
- Montoya, S. 2016. Grupo de investigación en Ecología Animal. Universidad del Valle. Colombia SA. Email: sebastian093_2@hotmail.com
- Mooney, H; S. Bullock y E. Medina. 1995. Seasonally dry tropical forest. Cambridge University Press. 1-8 p.
- Morán, D. 2016. Programa de Zoonosis, Centro de estudios en salud UVG. Universidad del Valle de Guatemala. Gautemala CA. Email: dmoran@ces.uvg.edu.gt.
- Moreira, J. 2010. *Protocolo para estimar la abundancia y densidad de Jaguares dentro de la Reserva de Biósfera Maya por medio de trampas cámara*. Wildlife Conservation Society. Guatemala. 25 p.
- Moreira, J. 2016. El Colegio de la frontera del Sur, ECOSUR-Campeche. México NA. Email: jfmoreira@ecosur.edu.mx

- Moreno, R. 2011. *Puercos de monte (Tayasu pecari) y sainos (Tayassu tajacu) en Cana, Parque Nacional Darién, Panamá*. Mesoamericana 15(2): 131 – 135.
- Morton, M y D. Fawcett. 1996. *Un monitoreo corto de los murciélagos de Monserrat julio-septiembre 1995*. Monserrat Flora y Fauna Internacional. Sin publicar.
- Mowat, D y D. Paetkau. 2002. *Estimando el tamaño de población de Martes americana utilizando trampas de pelo y bandeo genético*. Wildlife Biology. 8: 201-208.
- Nicolas, V y M. Colyn. 2006. *Eficiencia relativa de tres tipos de trampas para mamíferos pequeños en bosques tropicales de África*. Belgian Journal of Zoology. 136: 107-111.
- Nicolas, V; P. Barriere; A. Tapiero y M. Colyn. 2009. *Diversidad y abundancia de especies de musaraña en la Reserva de Biósfera de Ziama, Guinea: Comparación entre bosque primario, bosque degradado y áreas de restauración*. Biodiversity conservation 18: 2043-2061.
- Norris, D; C. Peres y F. Michalski. 2008. *Respuestas de mamíferos terrestres a bordes en bosques de la Amazonía: un estudio basado en trampas de huella*. Mammalia 72: 15-23.
- Noss, A; R. Cuellar; J. Barrientos; L. Maffei; E. Cuellar; R. Aripse; D. Rúmiz y K. Rivero. 2003. *Un estudio con trampas cámara y radiotelemetría de tapir de tierras bajas (Tapirus terrestris) en el bosque seco de Bolivia*. Tapir conservation 12(1): 24-32.
- NRI. 1994. DDT in the Tropics: El impacto en la vida silvestre. NRI. Estados Unidos. 75 p.
- NRC (National Research Council). 2001. *Desafíos en la ciencia ambiental*. National Academy Press, Washington, DC.

- O'Connel, A; J. Nichosl y K. Karanth. 2011. *Trampas cámara en ecología*. Springer. Nueva York. 278 pp.
- Office of The Federal Register. 2003. *Código de regulaciones Federales: Parques, bosques y propiedad pública*. Office of the Federal Register. Estados Unidos. 459 p.
- Oswald, C y L. Flake. 1994. *Efectividad en la formulación de cebos para trampas utilizadas en mamíferos pequeños en Dakota del Sur*. Proceedings of the National Academy of Science. 73: 101-108.
- Pankakoski, E. 1979. *The cone trap – Una herramienta util para los índices de trampas de mamíferos pequeños*. Annales zoologici Fennici 16: 144-150.
- Pauli, J; M. Hamilton; E. Crain y S. Buskirk. 2008. *Trampa de pelo de un uso para Mesocarnívoros*. The Journal of Wildlife Management. 72(7): 1650-1652.
- Pérez, M. 2016. Escuela de biología y ciencias naturales. Universidad de Santiago de Compostela España EU. Email: martinpr@gmail.com
- Pérez, S. 2016. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala CA. Email: peromyscussergioperezconsuegra@gmail.com
- Pérez-Torres, J. 2016. Departamento de Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia SA: Email: jaiperez@javeriana.edu.co
- Pinilla, G. 1998. Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia. Fundación Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 215 p.
- Powell, R y G. Proulx. 2003. *Capturando y marcando mamíferos terrestres para investigación: Ética integral, criterios de desempeño, técnicas y sentido común*. ILAR Journal 44(4): 259-276,

- Ramírez, H. 2016. Universidad de Queensland Australia. Australia OC. Email: hera.chaves@gmail.com
- Ríos, J. 2016. Fundación Leucas. Universidad Autónoma de Colombia. Colombia SA. Email: rcamacho.juanma@gmail.com
- Rocha, R; E. Ferreira; A. Sefarini, L. Costa; A. Nogueira; A. Malvasio; I. Martins y C. Fonseca. 2015. *La efectividad de distintos métodos de muestreo para estudios de biodiversidad en la Amazonia*. Naturaleza on line 13(1): 32-44.
- Rodríguez, B. 2016. Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica CA. Email: bernal.rodriguez@ucr.ar.cr. Tel: (506)87064967.
- Rodríguez, K. 2016. Escuela de Biología. Universidad Fedesal San Carlos. Brasil SA. Email: karengiselle2004@gmail.com
- Rovero, F; F. Zimmerman; D. Berzi y P. Meek. 2013. *¿Qué tipo de cámara trampa y cuántas necesito? Una revisión de las funciones de trampas cámara y el diseño de estudios para el muestreo de vida silvestre*. Hystrix, The Italian Journal of Mammalogy 1: 1-9.
- Rowcliffe, J y C. Carbone. 2008. *Monitoreos utilizando cámaras trampa: ¿Estamos viendo a un futuro más claro?* Animal Conservation 11: 185-186.
- Sánchez, F; P. Sánchez-Palomino y A. Cadena. 2004. *Inventario de mamíferos en un bosque de Los Andes Centrales de Colombia*. Caldasia 26(1): 291-309.
- Sánchez, J. 2016. Escuela de Biología. Universidad de Medellín-CES. Colombia SA: Email: jdavids21@gmail.com

- Sberk-Araujo, A y A. Chiarello. 2005. *Son las cámaras trampa un método eficiente para el monitoreo de mamíferos en bosques Neotropicales? Estudio de caso en el sureste de Brasil*. Journal of Tropical Ecology 21(1): 121-125.
- Silveira, L; A. Jácomo y J. Diniz-Filho. 2003. *Trampas cámara, transectos lineares de sensores y trampas de huella: una evaluación comparativa*. Biological Conservancy 114: 351-355.
- Solsano, M y S. Cavalcanti. 2005. *Estimación de la densidad de población de jaguar en el pantanal brasileño utilizando cámaras muestreo de captura-recaptura cobinado con telemetría satelital*. Biological Conservation 129(4): 487-496.
- Stoddart, D. 1979. *Ecología de mamíferos pequeños*. John Wiley and Sons. Estados Unidos. 386p.
- Swann, D; K. Kawanishi y J. Palmer. 2011. *Evaluando tipos y características de trampas cámara en estudios ecológicos: Una guía para investigadores*. En: O'Connell, A; J. Nichols y K. Karanth. 2011. *Camera traps in Ecology*. Springer. Nueva York. 278 pp.
- Tataruch, F y H. Kierdorf. 2003. *Chapter 20: Mammals as biomonitors. En: Bioindicators & biomonitors: principles, concepts and applications*. Gulf Professional Publishing. Estados Unidos. 997 p.
- Tobler, M; S. Carrillo-Percastegui; R. Pitman; R. Mares y G. Powell. 2008. *Evaluación de las trampas cámara para el inventario de mamíferos terrestres grandes y medianos en bosques lluviosos*. Animal Conservation 11: 169-178.
- Trolle, M y M.Kéry. 2005. *Estudio con cámaras trampa de ocelote y otras especies elusivas en el norte del pantanal*.

- Trolle, M. 2003. *Monitoreo de mamíferos en el pantanal del sureste de Brasil*. Biodiversity and conservation 12: 823-836.
- Trujillo, A. 2016. Departamento de conservación y manejo de vida silvestre. Universidad Nacional de Costa Rica. Email: atrujilloacosta@gmail.com.
- Tubazo, P. 1999. *Bioacústica aplicada a la sistemática, conservación y manejo de poblaciones naturales de aves*. Etología 7: 19-32.
- Tuttle, M. 1994. *Una trampa mejorada para murciélagos*. Journal of Mammalogy. 55:475-477.
- Umetsu, F; L. Naxara y R. Pardini. 2006. *Evaluando la eficiencia de las trampas pitfall para el muestreo de mamíferos pequeños en los neotrópicos*. Journal of Mammalogy 87(4): 757-765.
- Uribe, A. 2016. Grupo de mastozoología UdeA. Universidad de Antioquia. Colombia SA: Email:alejauribe_03@outlook.com.
- Vannoni, E y A. McElligott. 2007. *Variaciones acústicas individuales en el venado común (Dama dama)*. Ethology 113: 223-234.
- Vargas, L. 2016. Grupo de estudios en biodiversidad. Universidad industrial de Santander. Colombia SA. Email: laura91.biologia@gmail.com
- Verduzco-Mendoza, A; A. Alfaro-Rodríguez y E. Arch-Tirado. 2012. *Etología bioacústica en ratas y cobayos*. Revista Mexicana de Comunicación, Audiología, Otoneurología y Foniatría. 1(1): 7-12.

- Villar, L. 1994. *Informe de País, Guatemala. Perfil General*. En: A. Vargas (ed). *Corredores Conservacionistas de la Región Centroamericana*. USA: Tropical Research and Development. Pp: 193- 221.
- Vitousek, P; J. Lubchenco y J. Melillo. 1997. *Dominio humano de los ecosistemas de la Tierra*. Science. 277: 117-125.
- Voigt, C; O. Behr, B. Caspers; O. von Helversen; M. Knornischild; F. Mayer y M. Nagy. 2008. *Canciones, esencias y sentidos: selección sexual en el muestreo de Saccopteryx billineate*. Journal of Mammalogy. 89(6): 1401-1410.
- Walsch Perú S.A. 2009. *Estudio de impacto ambiental y social "Proyecto de Nitratos del Perú"*. Perú. En línea: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/ARCHIVOS/estudios/EIA/S%20-%20hidrocarburos/EIA/nitratos/Anexo%201.0%20Relaci%C3%B3n%20de%20Especialistas.pdf> [Con acceso el 10 de Agosto de 2016].
- Wickamazinghe, L; S. Harris; G. Jones y N. Vauhnan. 2003. *Actividad de los murciélagos y riqueza de especies en granjas orgánicas y convencionales: impacto de la intensificación agricultura*. Journal of applied Ecology 40: 984-993.
- Wilkinson, G y J. Bradbury. 1988. *Radiotelemetría: técnicas y análisis*. En: T. Kunz, *Ecological and behavioural methods for the study of bats*. Smithsonian Institute Press. Estados Unidos. 1-28 p.
- Williams, D y S. Braun. 1983. *Comparación de trampas Pitfall y trampas convencionales para el muestreo de poblaciones de mamíferos menores*. Journal of Wildlife Management 47(3): 841-845.

- Wilson, J y R. Delahay. 2001. *Una revisión de los métodos para estimar la abundancia de carnívoros terrestres utilizando señales y observaciones*. Wildlife Research 28: 151-164.
- Wilson, D y D. Reeder. 2005. *Especies de mamíferos del mundo: Referencia taxonómica y geográfica*. JHU Press. Estados Unidos. 2000 p.
- White, P; T. Kreeger; U. Seal y J. Tester. 1991. *Respuesta patológica de los zorros rojos a la captura en trampas de caja*. Journal of Wildlife Management 55: 75-80.
- With, K y T. Crist. 1995. *Umbral crítico de la respuesta de especies a la estructura del paisaje*. Ecology 76: 2446-2459.
- Woodman, N; R. Timm; N. Slade y T. Doonan. 1996. *Comparación de trampas y carnadas en el censo de mamíferos pequeños en las tierras bajas del neotrópico*. Journal of Mammalogy. 77(1): 274-281.
- Zarin, D; J. Alavalapati; F Putz y M. Schmink. 2005. *Trabajando en bosques del Neotrópico: Conservación a través de Manejo sostenible*. Columbia University Press. Inglaterra. 416p.
- Zurc, D. 2016. Museo de Ciencias Naturales de la Salle del Instituto Metropolitano. Colombia SA. Email: dannyzurc@gmail.com

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Encuesta elaborada para investigadores con experiencia en técnicas de campo para el monitoreo de mamíferos.

Nombre del entrevistado: _____

Grado académico: _____

Institución para la que trabaja: _____

¿Ha publicado algún artículo científico relacionado con mamíferos?

Sí _____ No _____

¿Cuál es el nombre de la publicación? ¿En qué revista publicó?

(En caso no tenga una publicación con alguna de estas técnicas de campo, por favor describa su experiencia con ellas).

¿Con qué organismos trabajó?

¿Qué técnicas de campo empleo?

Marque los atrayentes con que ha trabajado en metodologías con mamíferos

- Mantequilla de maní
- Cebos de carne
- Cebos de atún
- Cebos de frutos
- Esencias
- Atrayentes visuales o auditivos
- Otro. Epecifique. _____

En relación a los atrayentes que ha utilizado ¿ha encontrado mayor efectividad en alguno específico? ¿Ha notado que hay cambios en la efectividad dependiendo del organismo o región que se está evaluando?

Marque las técnicas de campo con que ha trabajado en metodologías con mamíferos

- Redes niebla
- Trampas de arpa
- Trampas Sherman
- Trampas Tomahawk
- Trampas pitfall
- Trampas de pelo
- Trampas de huellas
- Trampas câmara
- Bioacústica

____Otras. Epecifique. _____

De las técnicas que marco en el inciso anterior, responda lo siguiente.

1. ¿Hay variaciones en la efectividad de la técnica dependiendo de la ubicación en que se trabaja?
2. Mencione y explique brevemente consideraciones especiales que se deben de tomar en cuenta para la metodología (Material adicional, ubicación de la trampa, época en que se realiza el muestreo, etc.)
3. ¿Qué problemas ha experimentado al utilizar esta técnica? ¿Cómo pueden evitarse estos problemas?

Durante el/los estudio/s que ha realizado ¿ha tenido que realizar alguna modificación a las técnicas de muestreo? ¿Cuáles? Explique brevemente.

Anexo 2. Manual



MANUAL DE TÉCNICAS DE CAMPO PARA EL MONITOREO DE MAMÍFEROS

MARÍA ISABEL SACTIC CHACÓN
AUTORA

JOSÉ FERNANDO MOREIRA
EDITOR



Asociación de Reservas
NATURALES
Privadas de Guatemala

MANUAL DE TÉCNICAS DE CAMPO PARA EL MONITOREO DE MAMÍFEROS

Elaborado por:
María Isabel Sactic Chacón

Editado por:
M. en C. José Fernando Moreira Ramírez

Departamento de Biología
Universidad del Valle de Guatemala

Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala

Noviembre, 2016

ASOCIACIÓN DE RESERVAS NATURALES PRIVADAS DE GUATEMALA

La Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala -ARNPG- es una organización no gubernamental, apolítica y sin fines de lucro que vela por la conservación voluntaria. Esta funciona desde 1998 y a partir de esta fecha ha gestionado el establecimiento de 173 Reservas Naturales Privadas ante el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). La ARNPG brinda apoyo técnico y legal para todas aquellas personas independientes con intenciones de proteger y conservar el patrimonio natural. La organización se apoya en bases legales ya que las Reservas Naturales Privadas son una categoría de manejo dentro del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP).

info@reservasdeguatemala.org

www.reservasdeguatemala.org

Tel: (502) 2421 3761

5 calle 0-50 Zona 14, Edificio Anacafé, Segundo Nivel, Guatemala C.A.

CONTENIDO

PRÓLOGO	4
INTRODUCCIÓN	4
CAPÍTULO 1: CONCEPTOS	6
CAPÍTULO 2: EQUIPO Y REGISTRO DE DATOS	8
CAPÍTULO 3: TÉCNICAS INDIRECTAS DE MONITOREO	9
Trampas de huella	9
Trampas de pelo	11
Trampas cámara	13
Bioacústica	15
CAPÍTULO 4: TÉCNICAS DIRECTAS DE MONITOREO	17
Redes de niebla	17
Tramas de arpa	19
Trampas Sherman® y Tomahawk®	20
Trampas Pitfall	23
Referencias bibliográficas	24

PRÓLOGO

Guatemala es un país con una gran diversidad de especies de flora y fauna, lo cual se debe a factores climáticos, geográficos y fisiológicos. Esta alta diversidad de organismos hace a Guatemala uno de los países con Mega diversidad y por lo tanto representa una gran importancia a nivel mundial. A pesar de la alta diversidad presente en el país, el conocimiento de la misma es aún escasa.

La falta de conocimiento científico es una problemática común en países como Guatemala, sin embargo, en la actualidad hay distintas organizaciones e instituciones que se dedican a generar conocimiento para entender y manejar las áreas naturales. En nuestro país hay varias organizaciones tanto gubernamentales como privadas que se preocupan tanto por la generación de conocimiento científico como para la implementación de acciones de manejo para ayudar a conservar el patrimonio natural.

La conservación voluntaria, tanto en tierras individuales comunitarias, son una opción para la conservación en Guatemala. Dentro de estas se realizan esfuerzos para cuidar el patrimonio natural por medio de personas particulares que tienen como interés y objetivo promover actividades productivas y de conservación que vayan de acuerdo con el concepto de desarrollo sustentable.

La gestión de dichas tierras dedicadas a la conservación está a cargo de la Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala -ARNPG-. Esta es una organización sin fines de lucro que trabaja en conjunto con diversas personas para asegurar la conservación en tierras voluntariamente dedicadas a la conservación. Dentro de los objetivos de esta institución se encuentra el monitoreo de la biodiversidad.

Para cuidar la biodiversidad y generar conocimiento es necesario desarrollar métodos o técnicas que cumplan con los objetivos de conservación. Por lo tanto, el presente manual presenta una serie de técnicas para el monitoreo de mamíferos, así como recomendaciones generales para mejorar la efectividad de cada técnica descrita.

INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país Megadiverso con un conjunto de características topográficas muy particulares, las cuales generan una gran variedad de hábitats. Estas variaciones proveen las condiciones necesarias para que exista gran diversidad de flora y fauna (MAGA 1982, Villar 1994). Según el proyecto de recopilación de información sobre biodiversidad en Guatemala (Jolón 2005) el territorio nacional alberga aproximadamente 7754 especies de plantas y 4000 especies de animales.

En los últimos años los ecosistemas y bosques naturales de países tropicales han sufrido fuertes presiones, principalmente por las actividades humanas. Esto ha provocado la disminución en su tamaño e incluso la desaparición de áreas naturales en algunas regiones (Mooney *et al.* 1995). Debido a que la pérdida de hábitat tiene una incidencia negativa en la biodiversidad, recientemente ha surgido el interés de estudiar sus efectos, con el fin de crear programas de conservación de los recursos naturales. Uno de los métodos más utilizados para evaluar el estado de conservación de un área natural es por medio de indicadores biológicos, entre los cuales destacan los mamíferos (De Mendoza *et al.* 2008).

Los mamíferos son un grupo de animales de suma importancia ya que ocupan gran variedad de nichos ecológicos y poseen gran diversidad de funciones ecológicas. Entre las funciones ecológicas se pueden mencionar a depredadores tope de la cadena trófica, dispersores de semillas y agentes de control de plagas. Debido a estas características los mamíferos están presentes en la mayoría de procesos ecológicos que ocurren dentro de los ecosistemas (Walsch Perú S.A. 2009).

En Guatemala, se han reportado 251 especies de mamíferos, los cuales se agrupan en 12 órdenes y 33 familias. Los órdenes con mayor cantidad de organismos son Chiróptera (murciélagos) con 109 especies y Rodentia (Ratones) con 56 especies. Las familias con mayor número de especies también están representadas en estos órdenes. Para el orden Chiróptera las familias Phyllostomidae y Vespertilionidae; y para el orden Rodentia la familia más abundante es Muridae. Las especies contenidas en las familias mencionadas anteriormente, representan el 56% de los mamíferos reportados para el país (Jolón 2005).

Los métodos de muestreo de campo para mamíferos son muy diversos a causa de las variaciones en hábitos alimenticios, morfología y nichos ecológicos que estos presentan dentro de los ecosistemas (Lyra-Jorge *et al.* 2008). Asimismo, los métodos pueden variar dependiendo de la región en que se aplican (Hoffmann *et al.* 2010). Debido a la complejidad y especificidad de los métodos de muestreo, este manual presenta recomendaciones para la captura y monitoreo de especies de mamíferos. Asimismo, se incluyen ventajas, desventajas y factores influyentes en cada método descrito con el fin de facilitar la implementación de estas técnicas en campo.

CAPÍTULO 1: CONCEPTOS

Mamíferos

La clase mammalia comprende 28 órdenes divididos en: 154 familias, 1229 géneros y 5416 especies aproximadamente (Wilson y Reeder 2005). Son organismos con características particulares que los diferencian de los demás taxa. Según Hall (1981) “son organismos que poseen glándulas mamarias que permiten a la hembra alimentar a la cría con leche; presentan pelo en alguna etapa de su desarrollo; tienen un solo hueso en la mandíbula inferior (dentario) y este se articula directamente con el cráneo; presentan dos cóndilos occipitales en el cráneo; son organismos de sangre caliente; completan circulación doble y su corazón es de cuatro cámaras”.

Los mamíferos pueden agruparse por conveniencia en distintos grupos dependiendo de su tamaño, como se describe a continuación:

1. **Mamíferos menores:** Este grupo de mamíferos se dividen en menores terrestres y menores voladores (murciélagos). Los mamíferos terrestres menores se refieren comúnmente a aquellos cuyo tamaño no sobrepase al de los roedores más grandes (capibara, aguti) o al de los lagomorfos (conejos, liebres). Sin embargo, algunos autores (e.g. Bourlière 1975, Stoddart 1979, Gaines y McClenaghan Jr. 1980) incluyen en este grupo a todos los organismos que tengan peso inferior al de una liebre (3-5 kg).

Por cuestiones prácticas algunos autores (Hoffman *et al.* 2010) toman como mamíferos menores a todos los organismos con peso inferior a 500 g. Esto se debe a que este es el límite de peso que soportan distintas trampas de uso convencional en monitoreo de mamíferos. Dentro de este grupo pueden encontrarse organismos muy variados; ratones, ratas, ardillas, topos, entre otros).

2. **Mamíferos medianos:** Es un término utilizado generalmente para carnívoros pequeños, primates pequeños, roedores grandes y pangolines. Dentro de este grupo se pueden encontrar las especies de mamíferos que tienen hábitos más esquivos (Hoffman *et al.* 2010).
3. **Mamíferos mayores:** Este grupo incluye a la mayoría de primates diurnos, la mayoría de carnívoros de mayor tamaño a un gato o zorro, todos los perisodáctilos (caballos, rinoceronte, tapires) y los artiodáctilos (incluyendo a las gacelas pequeñas) (Hoffman *et al.* 2010).

Esta clasificación de mamíferos se ha desarrollado por conveniencia, especialmente para proyectos de monitoreo biológico. Por lo tanto, puede que haya traslape en las especies que se clasifican en cada grupo ya que puede haber variaciones en tamaño de distintos organismos, incluso dentro de una misma especie (Hoffman *et al.* 2010).

Técnica de monitoreo directa

Las técnicas directas de muestreo consisten en todas las actividades que incluyen la captura y manipulación de mamíferos, ya sea para observación, medición, toma de muestras o incluso colecta de los organismos vivos o muertos (Animal Care y Use Committee 1998).

Técnica de monitoreo indirecta

Las técnicas indirectas de muestreo son todas aquellas en las que no se necesita atrapar y manipular directamente al organismo. Dentro de estas se pueden incluir trampas que tomen alguna parte o característica del animal y que permita identificarlos, por ejemplo, pelos, huellas o incluso sonidos. Sin embargo, estas técnicas de muestreo presentan inconvenientes ya que la mayoría de mamíferos son esquivos, por lo que es necesario realizar un esfuerzo de muestreo grande (Animal Care y Use Committee 1998).

Atrayente

Los atrayentes se pueden definir como cualquier material que exude algún aroma para atraer animales mediante el sentido del gusto u olfato (Office of The Federal Register 2003). Existe una gran variedad de atrayentes debido al amplio espectro de dietas que presentan los animales. Cada grupo específico, incluso dentro de comunidades de la misma especie, presentan hábitos alimenticios y de comportamiento que afectan en la efectividad de los atrayentes (Oswald y Flake 1994).

Indicador biológico

En un contexto de monitoreo ambiental, los indicadores biológicos son organismos, partes de organismos o comunidades de organismos que contiene información acerca de la calidad del ambiente, o parte del ambiente (Pinilla 1998).

Riqueza

Número de especies presentes en un determinado espacio (ecosistema, superficie, área de muestreo) y en un determinado periodo de tiempo (Melic 1993).

Abundancia

Es la cantidad de individuos u organismos que se encuentran en un área de estudio y conforman una comunidad (CEIC 2013).

Diversidad

Abundancia de elementos biológicos diferentes en un conjunto o composición. Es un concepto que toma en cuenta la cantidad de especies la cantidad de individuos que se encuentran de cada especie en una localidad y en un periodo determinado de tiempo (Melic 1993).

CAPÍTULO 2: EQUIPO Y REGISTRO DE DATOS

Previo a la toma de datos es importante contar con equipo básico para la implementación de las técnicas de muestreo. El equipo ayuda para organizar y estructurar la toma de datos para que el monitoreo sea eficiente.

En seguida se describe el equipo básico a utilizar durante el monitoreo de mamíferos y las ventajas y desventajas que presenta el uso de este equipo en campo. Asimismo, se brindan herramientas para facilitar la toma de datos de diferentes tipos de organismos.

GPS

Los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) proveen información acerca de la ubicación de cualquier punto en la tierra mediante coordenadas geográficas (De la Maza y Bonacic 2013). Durante el monitoreo de fauna permite registrar la localización de los avistamientos y por lo tanto se pueden generar mapas de las ubicaciones exactas de los mismos.

Cuadro 1. Ventajas y Recomendaciones del uso de sistemas de posicionamiento geográfico.

Ventajas	Recomendaciones
<ul style="list-style-type: none">- Proporcionan ubicación exacta del avistamiento.- Permite cierta continuidad en los datos para hacer análisis amplios de los avistamientos.- Facilita la replicación del monitoreo.	<ul style="list-style-type: none">- Verificar la configuración de toma de datos.- Asegurar que el aparato tenga conexión con varios satélites.- Verificar que el error sea menor de 10 metros.- Disponer de baterías de repuesto para el equipo.

Guías de campo

Las guías de campo son documentos diseñados con el fin de facilitar la identificación de organismos durante el monitoreo. Estas presentan fotografías o dibujos de las especies resaltando sus características distintivas y proporcionando información clave de cada una de ellas (De la Maza y Bonacic, 2013). Para la identificación de mamíferos en Guatemala se recomienda el uso de dos guías principalmente; *“A field guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico”* de Fiona A. Reid (1997) y la clave de campo *“Identificación de los murciélagos de México”* de Medellín *et al.* (2007).

Hojas para el registro de datos

Las hojas de registros de datos son documentos generados previo a la fase de campo del monitoreo. En ellas se registra la información pertinente, ya sea para la identificación del organismo, como para la toma de datos que respondan a las necesidades del estudio que se realiza.

CAPÍTULO 3: TÉCNICAS INDIRECTAS DE MONITOREO

Trampas de huella

Efectiva para: Mamíferos medianos y grandes.

Tipo de atrayente recomendado: El atrayente depende del tipo de organismo objetivo. En caso de que las trampas se utilicen para un monitoreo de biodiversidad en que no se tiene un tipo de organismo específico, se pueden utilizar atrayentes de amplio espectro como la mantequilla de maní o cebos de carne o atún.

Las trampas de huella se pueden colocar en establecidos dentro de las áreas, cercanas a cuerpos de agua o pueden construirse si el tipo de suelo no es adecuado.

Las trampas generalmente miden 1m² y se colocan en sitios fangosos en dónde la tierra es suelta y las huellas de los animales se puedan marcar. En caso de que los terrenos sean rocosos se pueden construir colocando un cartón con una capa de 3cm de tierra para generar el mismo efecto de tierra suelta.

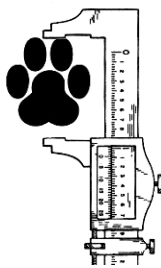
Figura 1. Ejemplo de construcción de trampa de huella



(www.obio.ambiente.org.ar 2016).

Los atrayentes se colocan generalmente en el centro de la trampa para asegurar que las huellas se marquen adecuadamente en la cama de tierra preparada.

Figura 2. Ejemplo de toma de medidas de huellas marcadas en trampas



(www.sapiensman.com, 2017)

En caso de que la trampa presente huellas es importante tomar medidas de las mismas y realizar un registro fotográfico

para facilitar la identificación. Es importante que las medidas sean precisas, por lo que para esto se utiliza un vernier como se observa en la Figura 2. Para facilitar la identificación se deben tomar medidas de largo y de ancho de la huella, en la Figura 2 se muestra un ejemplo de la toma de medidas de una huella de puma.

Figura 3. Ejemplo de toma de medidas de largo y ancho de huellas de puma.



(de la Meza y Boniac 2015)

La toma adecuada de las medidas de la huella puede facilitar el proceso de identificación de las mismas, por lo tanto se deben documentar y anotar estos datos junto con el número de registro y fotografía.

Recomendaciones para mejorar la efectividad de la técnica:

- Georeferenciar la ubicación de las trampas de huella.
- Limpiar de vegetación y hojarasca del área en donde se coloca la trampa para permitir la impresión de la huella.
- Humedecer el área de la trampa para mejorar la impresión de la huella.
- Realizar investigación previa para determinar lugares adecuados para la colocación de la trampa.
- Tomar en cuenta las condiciones climáticas, ya que factores como la precipitación disminuyen la efectividad de la trampa.
- Dejar un espacio de al menos 50m entre cada trampa colocada durante el monitoreo.
- Documentar el tipo de sustrato en que se encontró la huella.
- Revisar la trampa en intervalos de tiempo cortos, entre 8-12 horas, para evitar que las huellas impresas se deterioren debido a factores ambientales.

Pasos para la implementación de una trampa de huella

1. Elegir la ubicación de la trampa y georeferenciar.
2. Limpiar un área de 1mx1m; remover todas las hojas, ramas o raíces que se encuentran en esta área.
3. Mover la capa superficial de la tierra para aflojarla. Dependiendo del terreno se puede hacer con las manos (se recomienda usar guantes o una pala y un cernidor).
4. Tamizar la tierra que se aflojó para dejar una capa de tierra fina.
5. Aplanar la tierra, evitar que queden cúmulos de tierra para que esto no afecte en la impresión de la huella.
6. Cuando esté aplanada, en una esquina realizar una marca con el dedo para verificar si las impresiones se realizan adecuadamente. Además, sirve como punto de referencia para saber si la lluvia u otras condiciones climáticas borraron las huellas.
7. Marcar las cuatro esquinas con una pequeña rama para delimitar la trampa.
8. Identificar cada trampa con una marca de color.
9. Medir 50 metros o más entre cada trampa y repetir el procedimiento.
10. Revisar la trampa una vez al día.

Trampas de pelo

Efectiva para: Mamíferos medianos y grandes.

Tipo de atrayente recomendado: Esencias para atraer mamíferos mayores, como felinos o cánidos. Cebos de carne o atún. En caso de un estudio de amplio espectro se pueden utilizar cebos con mantequilla de maní o banano.

Para la identificación de muestras de pelo se recomienda utilizar la *“Guía Ilustrada de pelos para la identificación de mamíferos medianos y mayores de Guatemala”* (Juárez et al. 2007). Para identificación de especies es necesario llevar las muestras análisis en laboratorio y observar las características distintivas para cada especie.

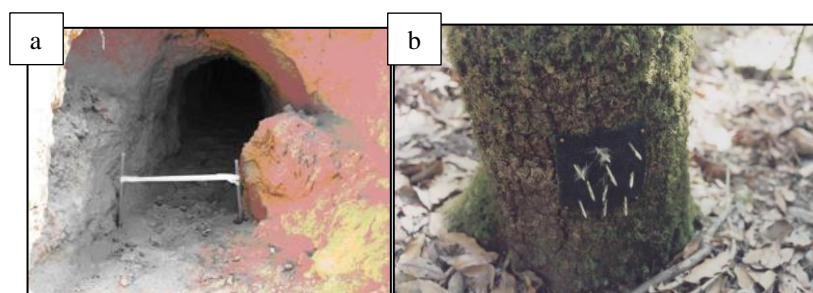
Recomendaciones para mejorar la efectividad de la técnica:

- Realizar un estudio previo de las especies que habitan en la zona de muestreo para tener referencia de las características de las muestras de pelos que se obtendrán.
- Georeferenciar la ubicación de la trampa.
- Limpiar la vegetación y obstáculos de la zona de contacto de la trampa.
- Dependiendo de la especie objetivo tomar en cuenta la altura en que se coloca la trampa.
- Previo a la colocación de las trampas identificar sitios de paso de las especies objetivo.
- Preparar contenedores adecuados para la colocación de las muestras y rotularlos.
- Tomar en cuenta las condiciones climáticas, la precipitación puede afectar en la efectividad de la trampa.
- Colocar las trampas en sitios con cobertura de dosel, para evitar que algunos factores como la precipitación afecten en su efectividad.

Pasos para la implementación de trampas de pelo

1. Identificar sitios de paso de animales.
2. Identificar un sitio adecuado para la colocación de la trampa, preferiblemente con un poco de cobertura de dosel y al menos a 20 cm de altura del suelo.
3. Dejar descubierta la parte adhesiva de la trampa. También se puede utilizar alambre espigado atravesado en zonas de paso o cintas adhesivas de doble cara (Figura 4).

Figura 4. (a) Colocación de trampa de pelo con cinta adhesiva en zonas de paso (b) colocación de trampa de pelo con superficie adhesiva en un tronco de un árbol



(EPH 2017; Castro-Arellano 2004).

4. Colocar el atrayente cerca de la trampa para asegurar la efectividad de la misma, especialmente si son trampas como la que se muestra en la parte b de la figura 4.

5. Revisar la trampa cada 24 horas. Colocar las muestras de pelo en bolsas con cierre e identificarlas correctamente colocando datos completos. Etiquetarlos con datos de fecha, trampa en la que se colectó, coordenadas, tipo de atrayente, tipo de trampa.

Trampas cámara

Efectiva para: Mamíferos mayores y medianos.

Tipo de atrayente recomendado: El atrayente depende del objetivo del estudio. Se pueden utilizar atrayentes de amplio espectro como los que incluyen mantequilla de maní, o atrayentes de carne o pescado. Asimismo, dependiendo del organismo que se quiera atraer se pueden colocar esencias, como atrayentes olfativos para un grupo de especies o una especie en particular. Los atrayentes de olor han resultado ser eficientes para diversas especies de félidos. Además, se pueden colocar en árboles que se encuentran produciendo frutos para registrar la presencia de especies frugívoras.

Hay distintos tipos de trampas cámara y el uso de cada una de ellas depende tanto del objetivo del muestreo como de las condiciones climáticas en dónde se realiza el mismo. Se separan en distintos grupos, principalmente en cámaras con sensor infrarrojo (activas) o con sensores de movimiento (pasivas). El equipo con ambos tipos de sensores son muy similares, en la Figura 5 se observa un ejemplo de un equipo de trampa cámara y de la colocación de la misma.

Figura 5. Ejemplo de trampa cámara en todos los ángulos y la manera de colocación en un árbol.



(www.socamin.cl 2012).

Recomendaciones para mejorar la efectividad de la técnica:

- Debido a que es una técnica que cubre grandes extensiones de área, es necesario tener mapas del sitio de muestreo y conocimiento previo a la implementación de la técnica.
- Conocer el equipo previo a la implementación de la técnica y determinar el tipo de trampa cámara conveniente para el estudio.
- Realizar una prueba de fotografía con cada una de las trampas que se colocarán durante el muestreo.
- Se recomienda colocar las trampas cerca de caminos establecidos o cerca de los cuerpos de agua en el área de muestreo.

- Colocar un código a cada trampa para evitar confusión de datos durante la revisión de las trampas.
- Proteger las cámaras trampa contra la precipitación, preferiblemente colocar alguna cobertura sobre la cámara.
- Revisar las trampas cada 2-3 días para evitar que estas se descarguen completamente y se pierdan datos importantes.

Pasos para implementar la técnica:

1. Revisar el equipo y determinar si todo el mecanismo funciona adecuadamente.
2. Colocar las trampas con al menos 500 m de distancia entre cada una de ellas. Dependiendo del organismo que se quiere capturar en las fotografías es recomendable cubrir la mayor área posible.
3. Elegir los sitios para colocar las trampas, idealmente se colocan en troncos de árboles a una altura entre 40-50cm de altura.
4. Colocar una cubierta sobre cada trampa para evitar que se arruine por la humedad, especialmente en sitios con mucha precipitación.
5. Programar la trampa para que tome una foto cada segundo, especialmente en secuencias de 10 fotos para poder capturar a todo el organismo.
6. Revisar la cámara cada 2-3 días preferiblemente, aunque las cámaras digitales pueden ser revisadas cada 5 días.

Bioacústica

Efectiva para: Murciélagos, mamíferos mayores.

Tipo de atrayente recomendado: Se pueden utilizar atrayentes auditivos, que consisten de grabaciones de vocalizaciones de cada especie. No es recomendable el uso prolongado de los mismos ya que tienden a ser poco efectivos.

La bioacústica puede utilizarse para distintos tipos de estudios de mamíferos, por lo tanto, las recomendaciones y pasos que se presentan en este manual para esta técnica son muy generales. Se debe tomar en cuenta que esta es una técnica muy específica y por lo tanto se debe realizar un diseño de muestreo específico que cumpla con los objetivos del estudio a realizar.

Figura 5. Ejemplo de trampa cámara en todos los ángulos y la manera de colocación en un árbol **Figura 6.** Ejemplo del equipo básico de bioacústica (audífonos, grabadora y micrófono).



(www.transom.org, 2016)

Recomendaciones para mejorar la efectividad de la técnica:

- Estudiar previamente las vocalizaciones de la especie que se pretende estudiar.
- Familiarizarse con el equipo a utilizar y leer las instrucciones para saber utilizar todas las funciones adecuadamente.
- Previo a la realización del muestreo revisar que todo el equipo funcione adecuadamente.
- Utilizar el equipo adecuado para el tipo de organismo objetivo, por ejemplo, micrófonos especializados para grabar sonidos emitidos por murciélagos.
- Previo al uso del equipo revisar las condiciones climáticas ya que el equipo no puede utilizarse con precipitación.
- Evitar tomar muestras con presencia de mucho viento, ya que afectan en la grabación del sonido.

Pasos para realizar un muestreo con bioacústica:

1. Revisar que cada parte del equipo de bioacústica funcione correctamente y que las baterías del mismo tengan suficiente carga para realizar el muestreo.

2. Al momento de realizar cada grabación comenzar diciendo datos de fecha, hora, número de grabación y persona encargada de la grabación para identificar cada muestra.
3. En una libreta de campo o GPS anotar las coordenadas del punto en que se tomó cada una de las muestras.
4. Descargar las grabaciones al final de cada día de muestreo e identificar los archivos adecuadamente para su posterior análisis en un programa de computación especializado.

CAPÍTULO 4: TÉCNICAS DIRECTAS DE MONITOREO

Redes de niebla

Efectiva para: Murciélagos.

Tipo de atrayente recomendado: No se necesitan atrayentes.

Para la implementación de esta técnica es necesario contar con diversos materiales que faciliten el manejo e identificación de los organismos. Previo a comenzar el muestreo se debe contar con lo siguiente: una linterna de cabeza, guantes de cuero, una cinta métrica, un vernier, una pesa y bolsas de tela.

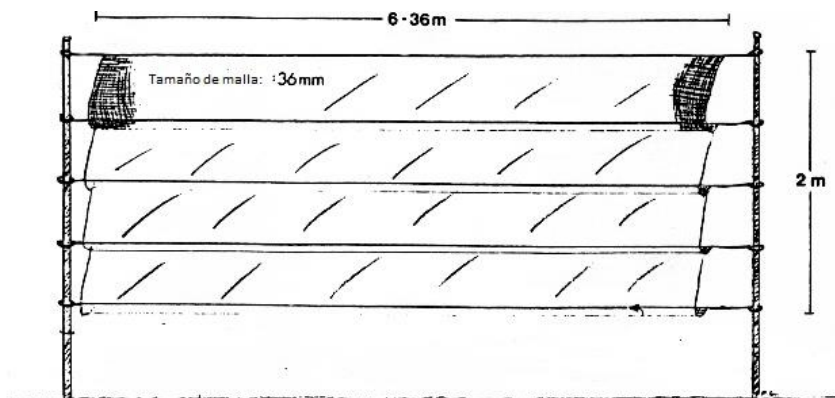
Recomendaciones para mejorar la efectividad de la técnica:

- No realizar el muestreo durante periodo de luna llena.
- No realizar el muestreo durante noches con precipitación.
- Colocar las redes de niebla en áreas de paso de murciélagos previamente identificadas.
- Previo a comenzar el muestreo preparar todos los materiales para la toma de datos e identificación de los organismos.
- Implementar esta técnica con personal de campo con conocimiento en el manejo de estos organismos para evitar riesgos para los investigadores y a los organismos capturados.
- Colocar la red de día y dejarla cerrada hasta el momento de comenzar a tomar datos.
- Revisar que las bolsas de la red no tengan hoyos muy grandes por previo uso.

Pasos para implementar la técnica:

1. Preparar dos paraleles de al menos 2 metros de altura para colocar en los extremos de la red.
2. Limpiar de ramas y follaje el área en dónde se extenderá la trampa.
3. Colocar la red de niebla extendida entre los dos paraleles procurando que esté tensada y se formen las bolsas para atrapar a los organismos (Figura 6).

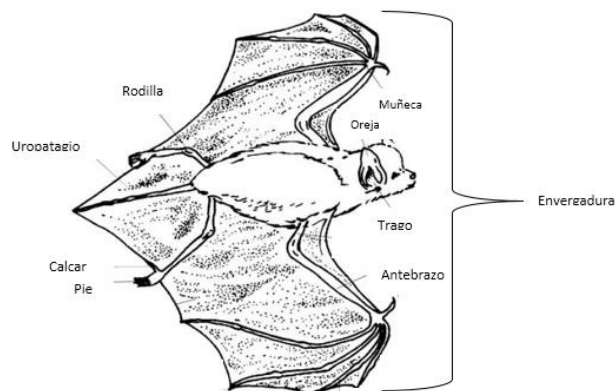
Figura 7. Colocación adecuada de red de niebla para muestreo de murciélagos.



(García 1977).

4. Cerrar las bolsas de la red de niebla para evitar que cualquier organismo caiga en ella en horas que no se está monitoreando.
5. Abrir la red de niebla después de la puesta de sol.
6. Revisar la red al menos cada media hora después de que se abrieron las bolsas por primera vez. El tiempo de revisión de la red puede variar dependiendo de la cantidad de individuos que caigan. En lugares de alta abundancia es recomendable revisar la red cada 15 minutos.
7. Al momento de sacar un organismo de la red colocarlo dentro de una bolsa de tela y asegurarla en la apertura. Transportarlo al área de medición e identificación de los organismos.
8. Pesar al organismo dentro de la bolsa de tela. Luego sacar al organismo y pesar a la bolsa de tela sola para calcular el dato real del peso del individuo.
9. Al momento de tomar datos es importante medir las siguientes características para la identificación: Antebrazo, tamaño de la oreja (desde el trago), largo de la pata, largo del calcar, tamaño de la hoja nasal (en caso tenga), envergadura y peso. (Figura 7).

Figura 8. Diagrama de referencia para toma de medidas durante identificación de murciélagos.



(weshare.com, 2017).

10. Luego de tomar las medidas ver la parte ventral del organismo e identificar si tiene genitales masculinos o femeninos para determinar el sexo.
11. Realizar un registro fotográfico del organismo y liberarlo.

Tramas de arpa

Efectiva para: Murciélagos.

Tipo de atrayente recomendado: No se necesitan atrayentes.

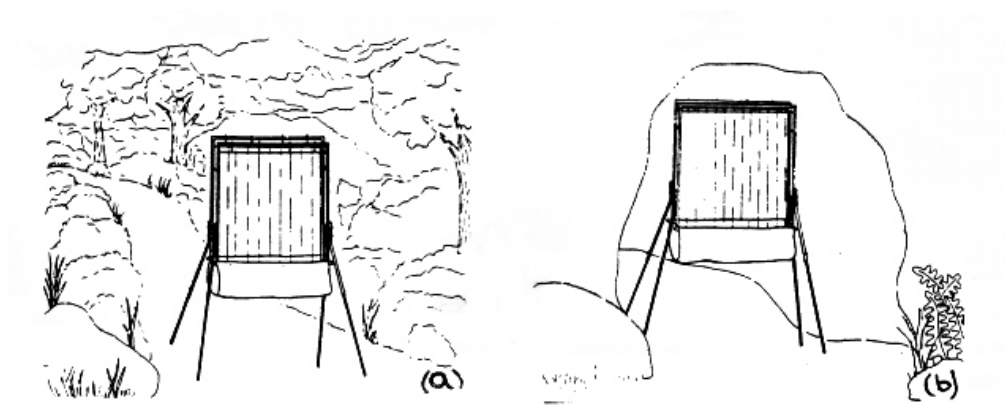
Recomendaciones para mejorar la efectividad de la técnica:

- Ver recomendaciones de redes de niebla.
- Llevar personal de apoyo para la movilización y colocación de la trampa en campo.
- Armar la trampa antes de salir a campo para verificar que estén todas las partes y que sea funcional.
- Implementar la metodología con suficiente personal de campo para realizar las mediciones y registros de los organismos de manera ágil.

Pasos para implementar la técnica:

1. Establecer el sitio de paso de murciélagos en dónde se colocará la trampa de arpa. Se debe considerar que el área de colocación influye directamente en la efectividad de la trampa (Figura 8).

Figura 9. Diagrama de ubicaciones posibles para colocar las trampas de arpa.



(García 1977).

2. Armar la trampa durante el día, preferiblemente antes de la puesta de sol.
3. Una vez colocada, revisar la trampa cada hora después de la caída de sol. Dependiendo de la abundancia de organismos se puede revisar la trampa cada 15-30 minutos.
4. Para el manejo de organismos ver pasos 7-11 de la implementación de redes de niebla.

Trampas Sherman® y Tomahawk®

Efectiva para: Mamíferos menores y medianos.

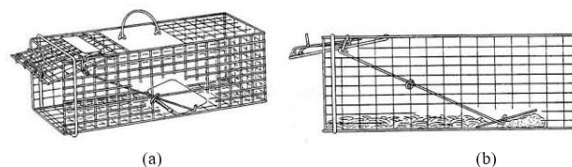
Tipo de atrayente recomendado: Atrayentes de mantequilla de maní o cualquier tipo de carne. Preferiblemente utilizar combinaciones de atrayentes que exuden fuertes olores para atraer mayor cantidad de organismos. Se recomienda utilizar varios tipos de atrayentes en el mismo muestreo para atraer a la mayor diversidad de organismos.

Las trampas Sherman® y Tomahawk® pueden catalogarse como trampas caja. Las recomendaciones e implementación de estas dos técnicas son muy parecidas, por lo tanto, se dan lineamientos generales para ambas. La mayor diferencia que se puede encontrar entre ambas técnicas es el tamaño de los organismos que se captura en cada tipo.

Figura 10. Trampas Sherman® en vista (a) frontal (b) lateral y (c) plegada para transporte.



Figura 11. Diagrama de una trampa Tomahawk® y sus partes (a) vista lateral y superior (b) vista lateral y de mecanismo de activación.



(Mazzolli y Hammer 2014).

Previo a la implementación de la técnica es necesario que se tenga material adecuado para la medición e identificación de organismos. Se necesita un vernier, una cinta métrica, una pesa, bolsas de tela y guantes de cuero.

Recomendaciones para mejorar la efectividad de la técnica:

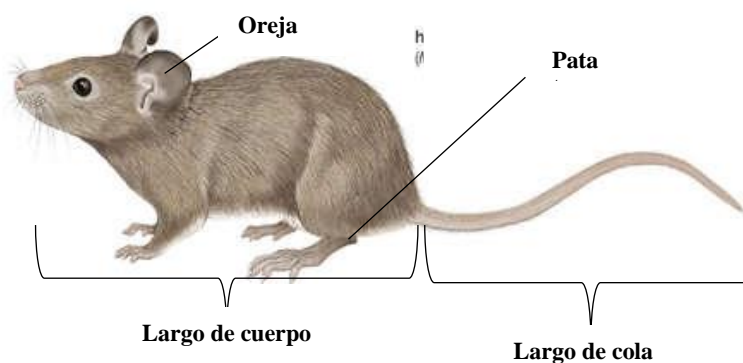
- Preparar los atrayentes previo a la salida de campo.
- Previo al trabajo en campo revisar que todas las trampas sirvan y que el mecanismo remoto funcione adecuadamente.
- Utilizar las trampas del tamaño adecuado, dependiendo del organismo objetivo del estudio.
- No colocar la trampa en lugares inclinados, especialmente con la parte de la apertura a nivel más bajo que la parte cerrada, esto disminuye la efectividad de la técnica.
- Cubrir la trampa con hojarasca dejando la apertura sin ningún obstáculo.
- Colocar las trampas pegadas a un muro puede aumentar la efectividad de la técnica ya que muchos mamíferos pequeños transitan pegados a muros o paredes.
- Se recomienda utilizar al menos 30 trampas por cada muestreo para que los resultados puedan ser analizados estadísticamente.
- Evitar que las trampas pasen mucho tiempo expuestas después de la noche de muestreo ya que los organismos que caen en las mismas pueden lastimarse o incluso morir por calor o ataque de hormigas.

- Después de cada noche de muestreo se deben lavar las trampas para eliminar restos de orines de los organismos capturados. Los orines tienen feromonas que pueden ahuyentar a otros organismos durante las demás noches de muestreo.

Pasos para implementar la técnica:

1. Preparar los atrayentes y las trampas a utilizar.
2. Colocar las trampas durante la tarde, ya que se deben dejar abiertas toda la noche.
3. Identificar cada trampa con número y georeferenciar su ubicación.
4. **Sherman:** Abrir la trampa y colocar el atrayente hasta el fondo del lado cerrado de la trampa.
Tomahawk: Colocar el atrayente en el plato que se encuentra en el centro de la trampa y activar el mecanismo remoto (Figura 10).
5. Una vez colocada la trampa colocar una marca visible que identifique la ubicación de la misma para facilitar su recolección.
6. Colocar las trampas al menos con 50 metros de distancia entre cada una de ellas.
7. Dejar las trampas durante toda la noche.
8. Recolectas las trampas por la mañana, evitando que pasen muchas horas de sol ya que los animales pueden lastimarse o pueden ser depredados.
9. Al momento de recolectar las trampas revisar si hay organismos en ellas. Anotar en qué número de trampa cayeron y cuántas trampas aún tenían presente el atrayente.
10. **Tomahawk:** En caso de que haya un organismo en la trampa llevarlo al campamento para realizar las mediciones necesarias y para su identificación. No sacar a este organismo de la trampa.
Sherman: En caso de que haya un organismo en la trampa, colocarla en forma vertical dejando la apertura hacia arriba.
11. Una vez asegurado el organismo en el fondo de la trampa colocar la apertura de la bolsa de tela en la apertura de la trampa y voltearla para depositar al organismo en la bolsa. **Nota:** Es importante contar con personal capacitado para el manejo de estos organismos ya que tienden a ser agresivos cuando están atrapados.
12. Transportar a los organismos capturados en las bolsas de tela. Las trampas se deben cerrar y transportar de regreso al campamento.
13. Para realizar la medición de los organismos es necesario utilizar guantes de cuero para manipularlos.
14. Al momento de identificarlos se deben tomar mediciones de largo de cuerpo, largo de cola, oreja, pata trasera y peso. En el diagrama de la figura 11 se muestran las partes del cuerpo y mediciones que se deben tomar.

Figura 12. Diagrama corporal de un ratón común para ejemplificar mediciones a realizar a mamíferos menores y medianos capturados.



(Olivera 2013).

Luego de las mediciones realizar un registro fotográfico de los organismos y liberarlos. **Nota:** Es recomendable liberarlos cerca del lugar de captura.

15. Una vez medidos e identificados todos los organismos se deben lavar con agua y jabón todas las trampas.
16. Repetir el procedimiento para cada noche de muestreo.

Trampas Pitfall

Efectiva para: Mamíferos menores.

Tipo de atrayente recomendado: Ver atrayentes recomendados para trampas Sherman®.

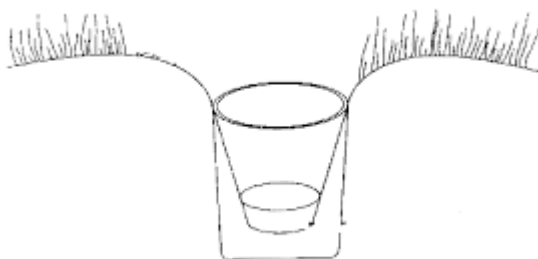
Recomendaciones para mejorar la efectividad de la técnica:

- Determinar el tipo de organismo objetivo, ya que dependiendo del tamaño de este debe ser el recipiente con que se construye la trampa.
- Colocar las trampas de día, ya que representa mucho esfuerzo.
- Contar con suficiente personal de campo para implementar la técnica ya que representa un gran esfuerzo en la colocación y revisión de las trampas.
- En sitios con mucha precipitación hacer agujeros en la parte inferior de los recipientes que sirven como trampa para evitar que se inunden.
- Al igual que las trampas Sherman y Tomahawk las trampas se deben lavar todas las noches para evitar que los orines de organismos previamente capturados ahuyenten a otros organismos durante las demás noches de muestreo.
- Revisar las trampas a primera hora en la mañana para evitar daños a los organismos capturados.

Pasos para implementar la técnica:

1. Previo a la colocación de las trampas preparar el atrayente y perforar el fondo de los recipientes.
2. Buscar sitios con cobertura de dosel y con el suelo suelto adecuado para enterrar la trampa a nivel del suelo (Figura 12).

Figura 13. Diagrama para la colocación de una trampa pitfall (NRI 1994).



(NRI 1994).

Asegurarse que la apertura de la trampa quede a nivel con el suelo, ya que si queda sobre el nivel del mismo su efectividad disminuye.

3. Una vez enterrada la trampa, colocar el atrayente en el fondo.
4. Marcar con una cinta de color alguna rama o lugar visible para identificar su ubicación al momento de la recolección.
5. Dejar las trampas toda la noche y recogerlas a primera hora del siguiente día.
6. Para la medición de organismos ver pasos 12-16 de las metodologías de trampas Sherman y Tomahawk.

Referencias bibliográficas

- Animal Care and Use Committee. 1998. *Parámetros para la captura, manejo y cuidado de mamíferos aprobado por la Sociedad Americana de Mamalogía*. Journal of Mammalogy. 79(4): 1416-1431.
- Bourliere, F. 1975. *Mamíferos, pequeños y grandes: implicaciones ecológicas del tamaño*. En: Golley, F; A. Petruszewick y L. Ryszkowski (Editores). Small mammals: their productivity and population dynamics. Cambridge University Press. Reino Unido.
- CEIC. 2013. *Características básicas de una comunidad – Ecología y medio ambiente*. Acceso en [<http://ema-ceic.blogspot.com/2013/02/tema-4-identifica-las-caracteristicas.html>] Con fecha [28 de enero de 2017].
- De la Maza, M y C. Bonacic. 2013. *Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile*. Laboratorio de Fauna Australis. Chile. 204 p.
- De Mendoza, H; F. Soler y M. Pérez. 2008. *Los mamíferos salvajes como bioindicadores: Nuevos avances en Ecotoxicología*. Observatorio Ambiental 11: 37-62.
- Department of Environmental and Heritage Protection (EHP). 2015. *Northern Hairy-nosed wombats at Epping Forest National Park*. Acceso en [https://www.ehp.qld.gov.au/wildlife/threatened-species/endangered/northern_hairynosed_wombat/epping_forest_national_park.html?r=1&l=ri&fst=0] Con fecha [28 de enero de 2017].
- Gaines, M y L. McClenaghan. 1980. *Dispersión en mamíferos pequeños*. Annual Review of Ecology and Systematics 11:163-196.
- García, F. 1977. *Inventario estandarizado de metodologías para componentes de la diversidad de Columbia Británica*. Resources inventory committee. Inglaterra.
- Hall, E. 1981. *Mamíferos de Norte América*. 2a ed. John Wiley and Sons. Estados Unidos. 600 p.
- Hoffmann, A; J. Decher; F. Rovero; J. Schaer; C. Voigt y G. Wibbelt. 2010. *Field. Métodos y técnicas para el monitoreo de mamíferos*. ABC Taxa Publisher. Francia. 482-529 p.
- Jolón, M. 2005. *Proyecto: Recopilación de información sobre la biodiversidad en Guatemala*. CONAP/InBio. Guatemala. 107 p.
- Juárez, D; C. Estrada, M. Bustamante, Y. Quintana-Morales, J. Moreira y J. López. 2007. *Guía ilustrada de pelos para la identificación de mamíferos medianos y mayores de Guatemala*. USAC. 28 p.

- Lyra-Jorge, M; C. Ciocheti; V. Pivello y S. Tadeu. 2008. *Comparación de métodos de muestreo para mamíferos grandes y medianos: trampas cámara y transectos de observación*. European Journal of Wildlife Research 54: 739-744.
- MAGA. 1982. *Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala a Nivel de Reconocimiento*. Guatemala. MAGA 42 p.
- Melic, A. 1993. *Biodiversidad y riqueza biológica. Paradojas y problemas*. Revista de Cultura Aragonesa 3: 97-103.
- Mooney, H; S. Bullock y E. Medina. 1995. *Seasonally dry tropical forest*. Cambridge University Press. 1-8 p.
- OBIO. 2016. *Incentivos para la conservación de servicios ecosistémicos de importancia global – Sitio piloto chaco*. Acceso en [http://obio.ambiente.gob.ar/incentivos-para-la-conservacion-de-servicios-ecosistemicos-de-importancia-global---sitio-piloto-chaco_p890] Con fecha [27/12/2016].
- Office of The Federal Register. 2003. *Código de regulaciones Federales: Parques, bosques y propiedad pública*. Office of the Federal Register. Estados Unidos. 459 p.
- Olivera, M. 2013. *House mouse (Mus musculus) Watercolor*. Acceso en [http://natdrawings.blogspot.com/2012_07_01_archive.html]. Con fecha [30 de enero de 2017].
- Oswald, C y L. Flake. 1994. *Efectividad en la formulación de cebos para trampas utilizadas en mamíferos pequeños en Dakota del Sur*. Proceedings of the National Academy of Science. 73: 101-108.
- Pinilla, G. 1998. *Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia*. Fundación Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 215 p.
- Sin autor. 2012. *Trampas Sherman y trampas cámara*. Acceso en [<http://trampasshermantomahawk.blogspot.com/>]. Con fecha [09/02/2017].
- Sin autor. 2017. *Micrómetros y calibres*. Acceso en [<http://www.sapiensman.com/matematicas/matematicas13.htm>] Con fecha [08/04/2017].
- Stoddart, D. 1979. *Ecología de mamíferos pequeños*. John Wiley and Sons. Estados Unidos. 386p.
- Transtom. 2016. *Field gear*. Acceso en [<http://transom.org/2012/field-gear-good-better-best/>]. Con fecha [31/03/2017].

Villar, L. 1994. *Informe de País, Guatemala. Perfil General*. En: A. Vargas (ed). *Corredores Conservacionistas de la Región Centroamericana*. USA: Tropical Research and Development. Pp: 193- 221.

Walsch Perú S.A. 2009. *Estudio de impacto ambiental y social "Proyecto de Nitratos del Perú"*. Perú. En línea:
<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/ARCHIVOS/estudios/EIAS%20-%20hidrocarburos/EIA/nitratos/Anexo%201.0%20Relaci%C3%B3n%20de%20Especialistas.pdf> [Con acceso el 10 de Agosto de 2016].

Weshare.com. 2017. *Diagramas de animales*. Acceso en [http://wesharepics.info/imagebgkl-bat-diagram.asp] Con fecha [28 de enero de 2017].

Wilson, D y D. Reeder. 2005. *Especies de mamíferos del mundo: Referencia taxonómica y geográfica*. JHU Press. Estados Unidos. 2000 p.