

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS



**“DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL ENSAMBLAJE
DE QUIRÓPTEROS Y USO DEL HABITAT EN LOS BOSQUES
NEOTROPICALES EN EL PERÚ”**

Presentado por:

Oswaldo Manfredo Villar Navarro

Trabajo Monográfico para Optar el Título de:

BIÓLOGO

Lima – Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS

**“DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL ENSAMBLAJE
DE QUIRÓPTEROS Y USO DEL HABITAT EN LOS BOSQUES
NEOTROPICALES EN EL PERÚ”**

Presentado por:

Oswaldo Manfredo Villar Navarro

Trabajo monográfico para optar por el título de:

BIÓLOGO

Sustentado y aprobado por el siguiente Jurado:

Mg.Sc. Edgar Hugo Sánchez Infantas
Presidente

Dra. Doris Elizabeth Zúñiga Dávila
Miembro

Mg.Sc. Rosa Amelia Espejo Joya
Miembro

Dra. Marta Williams León de Castro
Asesora

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS.....	2
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. LOS QUIRÓPTEROS.....	3
2.2. DISTRIBUCIÓN DE QUIRÓPTEROS Y RIQUEZA ESPECÍFICA EN EL NEOTRÓPICO .	5
2.3. COMPOSICIÓN DE QUIRÓPTEROS EN EL PERÚ	6
2.4. DEFINICIÓN DE ENSAMBLAJE	10
2.5. ESTRUCTURA DEL COMUNIDAD	12
2.6. MÉTODOS DE MUESTREO PARA LA EVALUACIÓN DE LA RIQUEZA Y COMPOSICIÓN DE LOS ENSAMBLAJE DE MURCIÉLAGOS.....	14
2.7. ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE ESPECIES	17
2.8. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES Y ESFUERZO DE MUESTREO	22
2.9. DEFINICIÓN DE HÁBITAT.....	23
2.10. USO DE HÁBITAT, SELECCIÓN DE HÁBITAT Y PREFERENCIA DE HÁBITAT	24
2.11. CONCEPTOS GENERALES RELACIONADOS CON EL USO DEL HÁBITAT	25
2.12. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DEL USO DE HÁBITAT	27
III. DESARROLLO DEL TEMA	29
3.1. MÉTODO PARA EVALUAR LA COMPOSICIÓN DEL ENSAMBLAJE DE MURCIÉLAGOS	29
3.2. ESFUERZO DE MUESTREO Y REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO.....	30
3.3. REGIÓN NEOTROPICAL Y BOSQUES TROPICALES	32
3.4. USO DE HÁBITAT Y CONSERVACIÓN DE BOSQUES.....	34
IV. CONCLUSIONES	38
V. RECOMENDACIONES	40
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	41

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: MAPA DE ESPECIES NEOTROPICALES DE MURCIÉLAGOS QUE USAN TIENDAS COMO REFUGIO	5
FIGURA 2: COMPOSICIÓN DE FAMILIAS POR NÚMERO DE ESPECIES DE QUIRÓPTEROS EN EL PERÚ	7
FIGURA 3: REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS GREMIOS DE MURCIÉLAGOS	9
FIGURA 4: TRES CONJUNTOS EN LOS CUALES ESTÁN ENMARCADOS LOS ESTUDIOS DE POBLACIONES	11
FIGURA 5: REGIÓN NEOTROPICAL UBICADO ENTRE LOS TRÓPICOS DE CÁNCER Y CAPRICORNIO	34

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: GREMIOS TRÓFICOS DE LAS ESPECIES DE QUIRÓPTEROS.....	9
----------------------------------------------------------------------	---

RESUMEN

En vista que el aumento de la frontera agrícola, el cambio uso de suelo y la deforestación están generando la pérdida de bosques usados como hábitats de innumerables especies en el neotropico, resalta la importancia de la conservación de quirópteros y en especial del ensamblaje dentro de una comunidad por su rol en el proceso de restauración ecológica, controlador de plagas, por su diversidad de hábitos alimenticios y por su capacidad de desplazarse extensas áreas entre fragmentos de bosque. Razón por la cual en este trabajo monográfico se intenta resumir información necesaria para describir y evaluar la composición del ensamblaje de los murciélagos y su hábitat como una aproximación a la conservación de los bosques neotropicales en el Perú. Se describió las principales características de los murciélagos, como únicos mamíferos voladores pertenecientes a la clase Mammalia, considerado como el segundo orden más numeroso en el mundo, siendo el primero los de orden Rodentia. Se indicó la composición en la región del Neotrópico destacando a la familia Phyllostomidae por ser la dominante en esta región del globo, siendo los frugívoros el grupo trófico más abundantes. Al definir el concepto del ensamblaje se describió los atributos que componen la estructura de una comunidad los cuales son, número de especies (riqueza), número de individuos (abundancia relativa), diversidad y relaciones alimentarias, siendo la riqueza y abundancia los que evidencian el ensamblaje. Además se resume diferentes métodos para evaluar el ensamblaje de murciélagos: captura de murciélagos, búsqueda de refugios y detectores acústicos. Finalmente, la determinación del uso de hábitat ya sea para anidación, escape, forrajeo o refugio (una de las más resaltantes) es fundamental para conservación de los quirópteros así como de los servicios que estos brindan al ecosistema, que de entre los más relevantes se encuentra la dispersión de semillas por su rol en la recuperación y conservación de los bosques neotropicales.

Palabras claves: Ensamblaje, quirópteros, Phyllostomidae, uso de hábitat, bosques neotropicales.

ABSTRACT

In view of the fact that the increase in the agricultural frontier, land use change and deforestation are generating the loss of forests used as habitats for innumerable species in the Neotropics, it highlights the importance of the conservation of chiroptera and especially the assembly within a community for its role in the process of ecological restoration and pest control, for its diversity of eating habits and for its ability to move large areas between forest fragments. Reason why this monographic work tries to summarize necessary information to describe and evaluate the composition of the assembly of the bats and their habitat as an approximation to the conservation of the Neotropical forests in Peru. The main characteristics of the bats were described, as the only flying mammals belonging to the Mammalia class, considered as the second most numerous order in the world, the first being those of order Rodentia. The composition was indicated in the Neotropic region, highlighting the Phyllostomidae family as the dominant one in this region of the globe, being the frugivores the most abundant trophic group. When defining the concept of assembly, the attributes that make up the structure of a community were described, which are: number of species (richness), number of individuals (relative abundance), diversity and food relations, being wealth and abundance the ones that show the assembly. It also summarizes different methods to evaluate the assembly of bats: capture of bats, search for shelters and acoustic detectors. Finally, the determination of the use of habitat for nesting, escape, foraging or refuge (one of the most outstanding) is fundamental for the conservation of chiroptera as well as the services they provide to the ecosystem, which among the most relevant is finds seed dispersal for its role in the recovery and conservation of Neotropical forests.

Key words: Assembly, chiroptera, Phyllostomidae, habitat use, Neotropical forests.

I. INTRODUCCIÓN

Globalmente los bosques neotropicales están sufriendo una presión que direcciona a la desaparición rápida debido principalmente a la deforestación y al cambio de uso de suelo, originando una tendencia de recambio de bosques primarios por aumento de las fronteras agrícolas y pastizales para ganado, aunado a una progresiva pérdida de hábitat y fragmentación del mismo (Mena, 2010). La FAO (2010) afirma que el Perú es uno de los países sudamericanos que cuentan con mayor extensión de bosques tropicales y que a la vez es el país que presenta pérdidas importantes de los mismos por deforestación. Esto se ratifica con las estadísticas presentadas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) hasta el 2014, tomando como fuente del Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación de Cambio Climático (PNCB) dado por el Ministerio del Ambiente (MINAM), en donde se evidencia una tendencia en aumento de la pérdida por hectárea de bosques tropicales, y son las regiones de San Martín y Loreto las que, hasta el 2014, han perdido la mayor superficie de bosques.

Ante este panorama resalta la importancia de conservación de murciélagos ya que este grupo de mamíferos poseen ciertas características que lo colocan como animales relevantes para los procesos ecológicos que ocurren dentro de los bosques, entre las características más resaltantes están la diversidad de hábitos alimenticios, esquema coevolutivo con las plantas, alta diversidad ecológica, búsqueda activa de alimentos y su capacidad para desplazarse extensas áreas fragmentadas (Bolaños, 2013). Además, cerca de 859 especies de plantas dependen de los murciélagos para su polinización o dispersión de semillas en el Neotropico (Geiselman *et al.*, 2002). En si los murciélagos no se hallan directamente amenazados, pero si indirectamente debido a la destrucción de sus hábitats. Un ejemplo claro podría ser la aparente ausencia de especies de murciélagos grandes (*Noctilio leporinus* y *Vampyrum spectrum*) en muchas áreas, la cual podría deberse a la tala de árboles de “Lupuna” (*Ceiba pentandra*) en gran parte de la Amazonía, en cuyos troncos huecos estas especies se refugian

(Ascorra, nd). Los murciélagos, y en especial los frugívoros poseen un rol fundamental para la dispersión de semillas y la regeneración de bosques tropicales, permitiendo así la dispersión y colonización de nuevos hábitats y reduciendo por tanto el impacto de la deforestación y fragmentación del hábitat (Bolaños, 2013). Sin embargo, no basta con saber la importancia de los quirópteros dentro de los ecosistemas de bosque tropicales para conservarlos, sino que, como afirma Hall *et al.* (1997) y Krausman (1999) existen numerosos modelos y técnicas que los biólogos pueden usar para manejar o gestionar un hábitat, pero para que estos beneficien directamente a la fauna deben considerar al animal y el uso de hábitat que da dentro de un ambiente específico.

1.1. OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo monográfico es resumir información necesaria para describir y evaluar la composición de los ensamblajes de los murciélagos y uso de hábitat en los bosques neotropicales en el Perú.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1.LOS QUIRÓPTEROS

Los Quiropteros o Chiropteros, nombre que recibe el orden que reúne a los murciélagos y que pertenecen por consiguiente a la clase mammalia, se caracterizan por ser los únicos mamíferos que vuelan propiamente dicho y que representan un 25% de todas las especies de esta clase, siendo el segundo orden y grupo de vertebrados más numeroso del planeta (con más 1300 especies) seguido del Rodentia (Rodríguez *et al.*, 2014; Sierra y Rodríguez, 2015). La capacidad de desplazarse a través del vuelo y su adaptación para producir y recepcionar sonidos mediante la ecolocalización son el fundamento del éxito evolutivo de estos animales y, aunque los investigadores no tienen bien definido su historia evolutiva por la escasa evidencia de registros fósiles, debido principalmente por su limitado tamaño corporal y fragilidad de sus huesos que dificulta la preservación de los mismos, se cree que los murciélagos evolucionaron de pequeños mamíferos cuadrúpedos similares a un roedor con dedos planos unidos por una membrana (Rodríguez *et al.*, 2014).

Los quirópteros han sido históricamente divididos en dos grupos: **Microchiroptera** constituido principalmente por murciélagos insectívoros, por lo general de tamaño reducido, distribuidos en casi todo el globo a excepción de los polos, además que la laringe es el órgano fundamental que caracteriza al sistema de ecolocalización de este grupo, y **Megachiroptera** conformado por los murciélagos conocidos como “zorros voladores” grupo caracterizado por ser exclusivamente frugívoros y nectarívoros, de gran tamaño en comparación al primer grupo, distribuyéndose en regiones tropicales y subtropicales de Asia, África y Oceanía, y careciendo de sistema de ecolocalización, a excepción de una especie *Rousettus aegyptiacus* cuyo sistema es menos avanzado y complejo basado en sonidos producidos por la lengua (Rodríguez *et al.*, 2014). Si bien esta clasificación ha llevado a estos dos grupos a pertenecer

a subórdenes distintos, considerando además la aceptación de un origen monofilético, estudios moleculares recientes sugieren que la evolución de estos subgrupos de quirópteros se ajusta más a un origen polifilético, es decir que evolucionaron de grupos ancestrales diferentes, dando lugar a una nueva clasificación reagrupándolos en nuevos subórdenes: **Yinpterochiroptera** incluyendo a la familia de los zorros voladores (Pteropodidae) y algunas familias de microquirópteros (Rhinolophidae, Megadermatidae, Rhinopomatidae y Craseonycteridae) y **Yangochiroptera**, que incluye al resto de los microquirópteros. Sin embargo, esta nueva reclasificación aún está siendo debatida por los científicos (Rodríguez *et al.*, 2014).

Los murciélagos para adaptarse a una actividad nocturna han tenido que generar un sistema activo de orientación acústica conocida como ecolocalización, adaptación que llevó al éxito evolutivo de este grupo de animales. La ecolocalización es un sistema de navegación que ha permitido a los microquirópteros orientarse y explorar fuentes de alimentos en la oscuridad (Rodríguez *et al.*, 2014). Es también definido como un sistema perceptual que no es más que la emisión de llamadas de altas frecuencias (emitidas entre 20 y 200kHz) también conocidas como ondas ultrasónicas que reflejan los obstáculos del medio circundante y que regresan al animal en forma de eco (Neuweiler, 2000). Estas llamadas de ecolocalización en los murciélagos consisten en pulsos cuya duración oscila entre 0.2 y 100 milisegundos (ms) y son producidas por la laringe y proyectadas hacia el exterior a través de la boca o en menor frecuencia a través de las fosas nasales. Una típica secuencia de llamadas de ecolocalización consta de **llamadas de búsqueda**, utilizadas para detectar presas, **llamadas de aproximación**, utilizadas durante la persecución de la presa y **llamadas de la fase final de captura** o feeding buzz, por su traducción en inglés, emitidas por el animal instantes previos de la captura de presa. Las llamadas de búsqueda son ideales en estudios de identificación acústica de especies debido a que son emitidas con mayor regularidad durante el vuelo en comparación con las llamadas de aproximación y la fase final de captura, por lo que se encuentra más frecuente en campo (Fenton & Bell, 1981).

2.2.DISTRIBUCIÓN DE QUIRÓPTEROS Y RIQUEZA ESPECÍFICA EN EL NEOTRÓPICO

Los murciélagos se encuentran distribuidos en todos los continentes, con excepción de las regiones polares y porciones del territorio de Oceanía (Sierra y Rodríguez, 2015), siendo en el neotropico la región donde los murciélagos representan cerca del 50% de la fauna de los mamíferos y principalmente al Norte y Centro de Sudamérica, considerada como la zona donde se concentra la mayor cantidad de especies, (Bejarano *et al.*, 2007; Rodríguez *et al.*, 2014), disminuyendo a latitudes altas (Sierra y Rodríguez, 2015). Esta tendencia se visualiza en el mapa presentado en la obra “Murciélagos neotropicales que acampan en hojas” de Rodríguez-Herrera *et al.* (2007) (ver figura 1) que aunque hable exclusivamente de murciélagos que usan hojas como percha, grafica claramente la concentración de riqueza de quirópteros en esta parte de Sudamérica con una disminución a latitudes superiores.

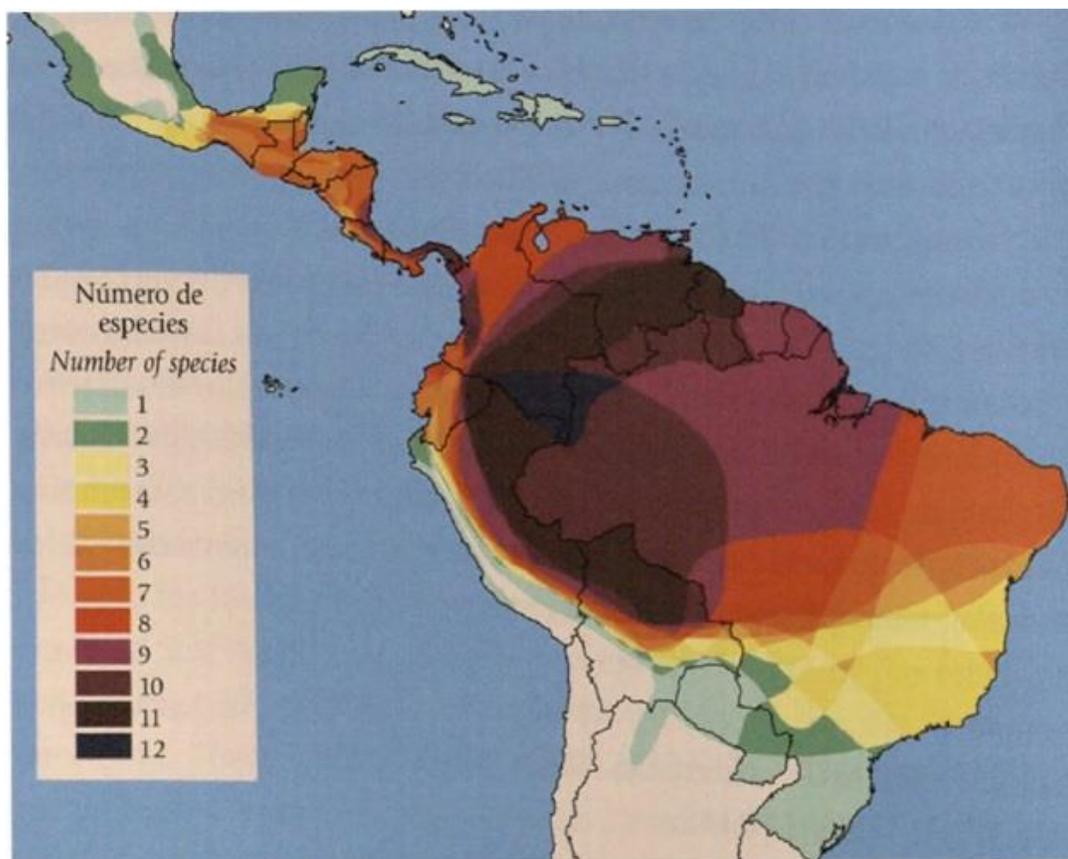


Figura 1: Mapa de especies neotropicales de murciélagos que usan hojas como refugio

FUENTE: Rodríguez-Herrera *et al.* (2007)

Sudamérica es rica en especies de murciélagos. En Colombia, por ejemplo, son el orden más diverso con 61 géneros y 198 especies (Rodríguez *et al.*, 2014) seguidos por los roedores (Bejarano *et al.*, 2007), dándole el primer lugar en riqueza de murciélagos en el neotropico y con esa cantidad de riqueza específica es el país que posee más del 50% de las familias de murciélagos en el Mundo (Sierra y Rodríguez, 2015). Seguido por Brasil con una riqueza de murciélagos que alcanza 174 especies (Paglia *et al.*, 2012 citado por Noguera-Hurbano & Escalante, 2014) y Ecuador con 167 especies de murciélagos (Tirira, 2012 citado por Noguera-Hurbano & Escalante, 2014). Por su parte el Perú, a pesar de ser considerado el tercer país del Nuevo Mundo con mayor diversidad de mamíferos (luego de Brasil y México, así como quinto en el mundo) la diversidad de quirópteros no llega a superar la del hermano país de Ecuador, registrando una diversidad que alcanza 168 especies teniendo además, 7 especies endémicas (Pacheco *et al.*, 2009). Bolivia también posee una alta diversidad de murciélagos con 132 especies (Aguirre *et al.*, 2010 citado por Noguera-Hurbano & Escalante, 2014; Sierra y Rodríguez, 2015). En el extremo opuesto se encuentran los países con menor riqueza específica en los que se encuentran Argentina con 4 familias y 63 especies (Ayelen, 2013) seguido por Paraguay con 54 especies (Lopez-Gonzales, 2004 citado por Noguera-Hurbano & Escalante, 2014), Uruguay con 23 especies (Botto, González & Rodales, 2008 citado por Noguera-Hurbano & Escalante, 2014) y finalmente Chile con 4 familias que incluyen 12 especies (Díaz *et al.*, 2011 citado por Sierra y Rodríguez, 2015).

2.3.COMPOSICIÓN DE QUIRÓPTEROS EN EL PERÚ

Debe quedar claro que la composición de un inventario se encuentra determinada por el lugar donde se lleve a cabo, dado que la composición de murciélagos es reflejo de la composición de asociaciones de plantas locales (Zoréa & Alho, 2008), también resulta importante determinar la época en que se llevará a cabo el inventario puesto que el rango de distribución espacial de las especies no son estables a lo largo del tiempo, es decir, una especie puede ampliar o reducir su distribución en función a los cambios del ambiente (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

El Perú se encuentra ubicado en el cuarto puesto de los países del neotropico en cuanto a su diversidad de especies de quirópteros según la información recopilada de publicaciones de cada país hecha por Noguera-Urbano & Escalante (2014) en su obra “Datos geográficos de murciélagos (Chiroptera) en el Neotrópico”. La información que este grupo de científicos toma como referencia es proveniente de la obra “Diversidad y endemismo de los mamíferos en el Perú” (Pacheco *et al.*, 2009). Obra que describe que los murciélagos en el Perú estas compuestos por 8 familias en las que están Phyllostomidae, familia con mayor número de especies (ver figura 2), Emballonuridae, Molossidae, Mormoopidae, Noctilionidae, Furipteridae, Thyropteridae, y Vespertilionidae, 63 géneros y 165 especies representando el 32,5% del número total de las especies de mamíferos en el Perú, que sumado con las especies de roedores, representan dos terceras partes de la diversidad de mamíferos en el país (327 especies, 64%), además de contar con 7 especies de murciélagos endémicos. Cabe resaltar que el Perú aún tiene gran potencial de especies por describir y descubrir, y que al ser aun la diversidad en el país pobremente estudiada, revisiones taxonómicas modernas, utilizando descripciones tanto morfológicas como moleculares, son aún necesarias para contribuir con el conocimiento científico en el Perú (Pacheco *et al.*, 2009).

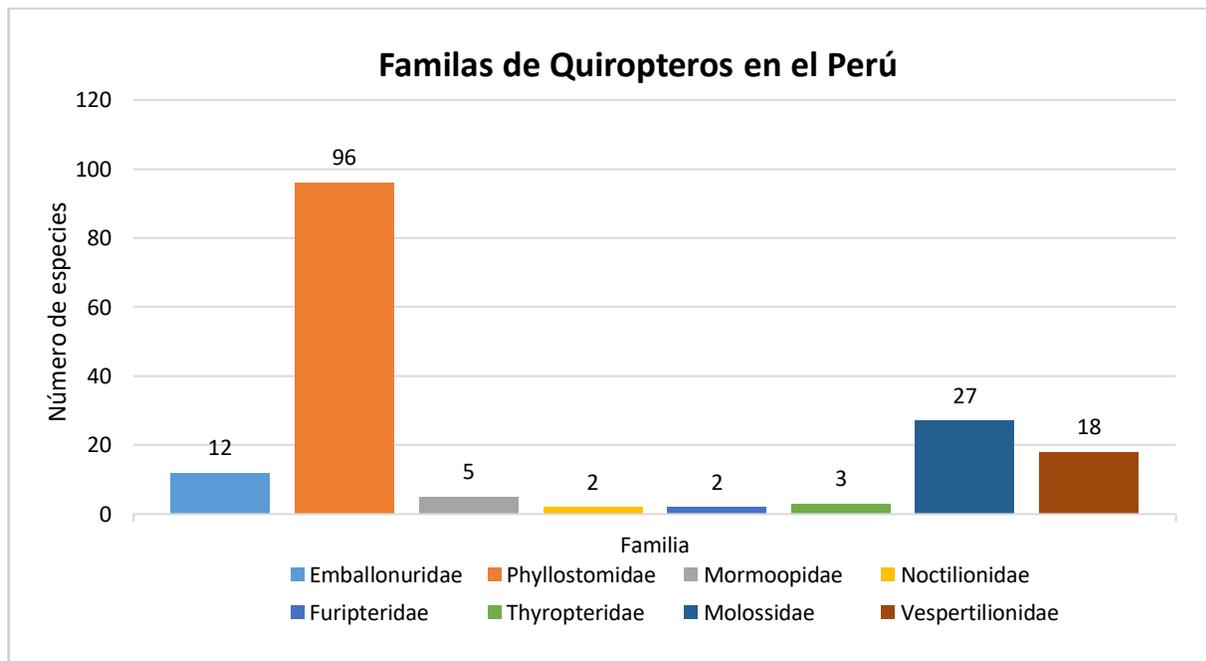


Figura 2: Composición de familias por número de especies de quirópteros en el Perú

FUENTE: Adaptado de Pacheco *et al.* (2009)

Los murciélagos del neotropico se encuentran enmarcados en 10 gremios tróficos definidos según su hábitat, modo de forraje y dieta (Kalko *et al.*, 1996; Sampaio *et al.*, 2003) esquematizado en el cuadro 1 y figura 3, siguiendo el concepto de gremio dado por Root (1967) y que es muy similar al dado por Smith & Smith (2007): «es la subdivisión de cada nivel trófico en grupos de especies que explotan un recurso común en forma similar». Esta clasificación de los murciélagos en base a gremios ayudaría a entender cómo estos grupos mamíferos coexisten con el área donde habitan (Bonacoroso, 1975).

En el trabajo de Kalko *et al.* (1996) se describe los parámetros utilizados para la clasificación de los gremios, que según Fauth *et al.* (1996) recomiendan usar el término de **grupo trófico** siendo los parámetros utilizados descritos a continuación:

El **hábitat** se refiere al área principal de forrajeo en términos de aproximación a obstáculos, siendo descrito a continuación:

- **Espacio abierto.-** espacio libre de obstáculos por encima del dosel o el suelo.
- **Espacio de fondo denso.-** comprende los bordes del bosque, los claros grandes, sendas rodeadas por obstáculos, espacio dentro del bosque entre el dosel y subdosel y sobre superficie de agua.
- **Espacio muy denso.-** son espacios muy cerrados, que están dentro de la vegetación o cerca del suelo o agua.

El **modo de forrajeo** describe la forma y el lugar donde los murciélagos se alimentan, los que pueden ser de dos formas:

- **Aéreo.-** murciélagos que capturan los insectos en pleno vuelo.
- **Recogedores o de sustrato.-** murciélagos que atrapan su alimento casi estático, por ejemplo polen, néctar, fruta, insectos no voladores, pequeños vertebrados y sangre desde superficies.

En cuanto a la **dieta** es el principal alimento de un quiróptero pudiendo ser insectívoro, carnívoro, piscívoro, hematófago, frugívoro, nectarívoro y omnívoro.

Tabla 1: Gremios tróficos de las especies de quirópteros.

Grupos tróficos	Descripción		
	Dieta	modo de forrajeo	hábitat
I.	Insectívoros	aéreo	de espacios abiertos
II.	Insectívoros	aéreo	de espacios de fondo
III.	Insectívoros	aéreo	de espacios cerrados
IV.	Insectívoros	recogedores	de sotobosque
V.	Carnívoros	recogedores	de sotobosque
VI.	Piscívoros	recogedores	de sotobosque
VII.	Hematófagos	recogedores	de sotobosque
VIII.	Frugívoros	recogedores	de sotobosque
IX.	Nectarívoros	recogedores	de sotobosque
X.	Omnívoros	recogedores	de sotobosque

FUENTE: Adaptado de Kalko *et al.*, (1996)

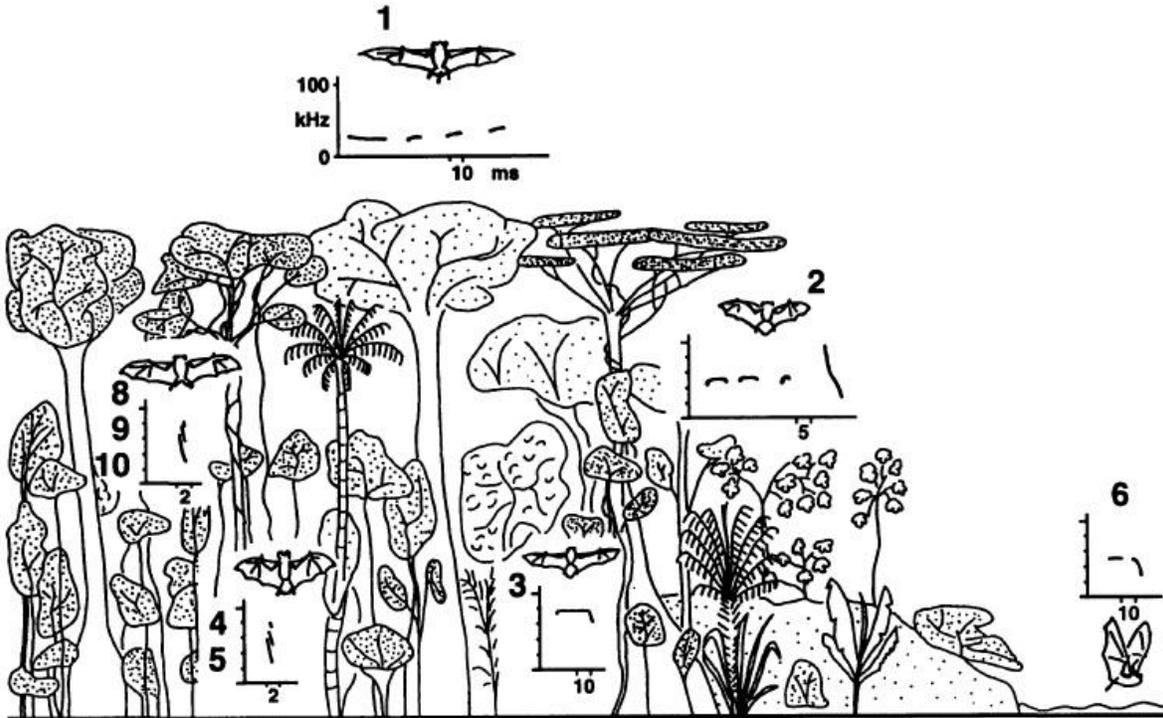


Figura 3: Representación esquemática de los gremios de murciélagos

FUENTE: Kalko *et al.* (1996)

Investigaciones hechas en bosques de países de la región neotropical tales como bosques primarios de la Amazonía Central, Manus (Brasil), bosques cercanos a Belén-Pará (Brasil) e inventarios hechos en el bosque húmedo tropical y bosques nublados de los Andes presentes en Chiapas (México), Loreto (Perú), Guyana Francesa, la Selva (Costa Rica) y de Barro Colorado (Panamá) donde además evaluaron la estructura funcional de la comunidad de murciélagos, reportaron que de las categorías tróficas o gremios el más predominante fue el frugívoro (Soriano, 2000; Bernard, 2001; Kalko & Handley, 2001 citados por Michuy & Tananta, 2013).

Por otro lado, investigaciones hechas en la selva tropical del Perú (Ascorra & Wilson, 1992; Ascorra *et al.*, 1993; Loja, 1997; Lopez, 2001; Hice *et al.*, 2004; Angulo, 2004 citados por Michuy & Tananta, 2013) que evaluaron tanto la fauna de murciélagos así como la estructura funcional de la comunidad de estos animales coinciden que la familia que fue mejor representada fue la Phyllostomidae, además que de todos los gremios, el frugívoro era el más diverso y abundante.

2.4.DEFINICIÓN DE ENSAMBLAJE

Concepto referido en el artículo “Simplificando la jerga de la ecología comunitaria: un enfoque conceptual” en inglés (Simplifying the jargon of community ecology: a conceptual approach) donde se trata de delimitar los conceptos que eran usados erradamente además de considerarlos sinónimos en algunos casos (Fauth *et al.*, 1996). Es entonces que se define al ensamblaje teniendo en cuenta tres tipos de aproximaciones para las investigaciones (**ver figura 4**), el primer conjunto de estudios relativo con poblaciones que están relacionados filogenéticamente hablando, el cual se puede considerar como taxa (orden, familia, entre otros), el segundo grupo está relacionado con las poblaciones que se encuentran en un área geográfica específica la cual la consideró como comunidad, y al tercer grupo lo relaciona , sin considerar criterios filogenéticos o distribución geográfica, organismo que explotan un mismo recurso o gremios. Siendo entonces el traslape del primer y segundo grupo (independiente a que exploten un recurso en común) la definición correcta que debe tener el término de ensamblaje (en inglés *assemblage*), es decir, conjuntos de organismos que están

relacionados filogenéticamente (taxa) y que a la vez se encuentran restringidos a un área dada (comunidad) o grupo de individuos que se encuentran relacionados filogenéticamente dentro de una comunidad. Entonces se podría decir bajo este concepto que un Orden que se encuentra restringido a un área sería mi ensamblaje como por ejemplo el Orden de los quirópteros de los bosques neotropicales del Perú. O si quiero limitar aún más el alcance geográfico y la taxa podría decir que el ensamblaje es la familia de los filostómidos dentro de la comunidad de los bosques tropicales del Perú y así sucesivamente. Es por ello que, usualmente el término de ensamblaje es comparado por el de comunidad, dado que los estudios son restringidos a subconjuntos de taxa (Magurran, 2004).

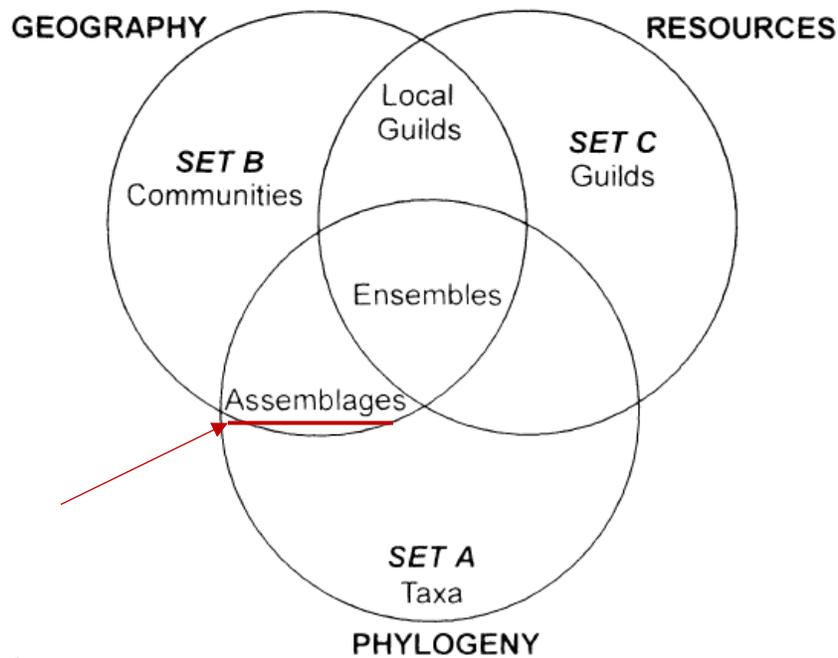


Figura 4: Tres conjuntos en los cuales están enmarcados los estudios de poblaciones

FUENTE: Fauth *et al.* (1996)

Además, otra definición aterriza mejor estos términos anteriormente mencionado, es que los atributos que definen la comunidad como el número de especies (riqueza), la abundancia relativa de los individuos entre las especies (equitatividad), y las escalas temporal y espacial son características de las comunidades que se usan tanto para definir la diversidad de especies, así como para evidenciar el ensamblaje (Bolaños, 2013).

2.5. ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD

Para la descripción de la estructura de la comunidad, en vista que la complejidad alcanzada por la comunidad respecto a los componentes y relaciones que la caracterizan, ha sido necesario la búsqueda ciertos patrones que faciliten una descripción de manera más sencilla (Curtis *et al.*, 2008). Estos descriptores o **atributos** que definen la estructura de la comunidad y que al igual la población, difieren de aquellos individuos que la componen y que tiene un significado sólo con referencia al conjunto, son el número de especies, la abundancia relativa, la naturaleza de sus interacciones y la estructura física (referido por la forma de crecimiento de la vegetación) (Smith & Smith 2007).

Los principales atributos de la estructura como la riqueza específica, la abundancia relativa, índice de diversidad y las interacciones de los componentes en base a las relaciones tróficas o alimentarias son mencionados:

La **riqueza específica** o riqueza de especies, es la medida más sencilla de la estructura de una comunidad, esta medida hace referencia al recuento del número de especies que existen dentro de ella (Smith & Smith, 2007). No obstante, con la dificultad que subyace el trabajo de inventariar en campo como es la identificación de la fauna a nivel específico ha hecho necesario realizar estudios taxonómicos con lo que se puede llegar a una identificación segura (Curtis *et al.*, 2008). Además, la riqueza es dependiente del tamaño de la muestra obtenida en un espacio del hábitat dado. Begon *et al.* (1999) indica que lo óptimo sería que el evaluador o investigador realice un muestreo hasta alcanzar un registro invariable de la riqueza de especies.

La abundancia relativa surge al entender que dentro del conjunto de especies que componen una comunidad, no todas son igualmente abundantes. Por lo que aparece el cuestionamiento entre los ecólogos de que ¿cuánto de la diversidad de la comunidad es representada por el número de individuos de una especie? La **abundancia relativa** indica, entonces, qué porcentaje del número de individuos de cada especie contribuye al número total de individuos de todas las especies o la forma como se distribuyen los individuos de cada especie (Smith

& Smith, 2007). Este es uno de los atributos requeridos que caracteriza la estructura de la comunidad o ensamblaje, ya que no existe en el ambiente, independientemente que sea un ecosistema acuático o terrestre, donde las especies sean igualmente abundantes o comunes o raras (Magurran, 2004). En un inventario en campo, las especies más comunes suelen ser encontradas en las primeras muestras, en cambio las especies más raras van apareciendo en sucesivas muestras (Begon *et al.*, 1999).

Un método común utilizado para comparar los patrones de riqueza de especies y abundancia entre comunidades gráficamente es el diagrama rango-abundancia, sin embargo este método sólo describe las diferencias en la estructura de comunidades en cuanto a gráficas sin cuantificar la diferencias observadas. Los ecólogos solucionan esta necesidad con el desarrollo de los **índices de diversidad**, considerando tanto al número como la abundancia relativa de las especies dentro de la comunidad (Smith & Smith, 2007). El índice que determina que tan diversas es una comunidad local son **índices de diversidad α** , los cuales son estimadores simplificados que comprende el número de especies y el número de individuos que integra la población de cada especie (Curtis *et al.*, 2008). Es una forma para determinar si una comunidad es más diversa que otra cuando tienen ambos una abundancia similar pero que presentan diferencias en las especies más abundantes y en las más raras (Campbell & Reece, 2007).

Las **relaciones alimentarias** entre los organismos se describen como factor influyente en la estructura y dinámica de la comunidad, razón por la cual la estructura trófica es un factor fundamental en la descripción de la comunidad. Los estudios ecológicos de estructura de las comunidades con frecuencia se centran en las relaciones tróficas, donde las especies interactúan en el proceso de adquisición de recursos alimenticios (Campbell & Reece, 2007). Una representación abstracta de estas relaciones son las cadenas tróficas, los cuales no pueden representarse como simples líneas, sino que implican numerosas cadenas tróficas combinadas en una compleja red trófica altamente interconectadas. Sin embargo, la estructura de las comunidades no puede comprenderse únicamente en términos de las interacciones directas entre las especies, sino también deben incluir los efectos indirectos. Por ello, a menudo se simplifican la representación de las redes tróficas agrupándolas en

gremios, grupos de especies que explotan un recurso en común de forma similar (Smith y Smith, 2007). Se realiza una descripción más específica al gremio y denomina el termino de **grupo trófico** (*essemble*) como al grupo de especies que están restringidas geográficamente (comunidad), filogenéticamente (taxón) y al uso de un recurso de forma similar (gremio) (Fauth *et al.*, 1996).

2.6.MÉTODOS DE MUESTREO PARA LA EVALUACIÓN DE LA RIQUEZA Y COMPOSICIÓN DE LOS ENSAMBLAJE DE MURCIÉLAGOS

Para realizar los inventarios de la fauna de murciélagos se pueden aplicar diferentes métodos de los cuales en su mayoría implica la captura viva de los individuos (Calderón y Rengifo, 2009; Carrasco, 2011; MINAM, 2015). Entre los métodos más conocidos se encuentra el atrapamiento o captura de murciélagos por redes de neblina (Kofoky *et al.*, 2006; Calderón y Rengifo, 2009; Carrasco, 2011; Arias *et al.*, 2016), redes de mano y trampas arpas, los cuales son muy útiles para capturar especies que habitan en el interior del bosque. Otro método usado es la evaluación o detección acústica que detecta la ecolocación o llamadas de los murciélagos, utilizado para especies que son particularmente muy difícil de registrar con métodos convencionales y que capturan insectos en espacio abierto, claros y borde de bosque (Kalko, 1996, Kokofy *et al.*, 2006; Barros *et al.*, 2014). Este dos métodos son complementarios en la evaluación, porque mientras la captura de murciélagos registra las especies más comunes, la detección acústica detecta a las especies más raras (Kofoky, 2006). Además, dependiendo del objetivo del estudio así como de las características del área evaluada se podría realizar la búsqueda de refugios (Kofoky *et al.*, 2006; Calderón y Rengifo, 2009).

Captura de murciélagos

Se realiza utilizando redes de niebla o neblina, redes de mano y trampas arpa en lugares estratégicos tales como senderos colocados de manera que crece el camino o a lo largo de ellos, perpendicular o transversal a los cuerpos de agua, a la entrada de refugios o zonas donde realizan los murciélagos el forrajeo.

Basado en la Guía de Inventario de Fauna Silvestre (MIMAN, 2015) se debe colocar un mínimo de 10 redes de niebla por noche de muestreo por unidad de vegetación que en nuestro caso sería las formaciones vegetales, dispuestas en dos transectos de 5 redes cada una y con una separación promedio de 20 m entre una y otra. Los transectos deben estar dispuestos en sitios representativos, procurando que se encuentren separados 200 m. Las redes deben ser abiertas durante la actividad de forrajeo de los murciélagos, por ellos estas redes deben ser colocadas entre las 17:30 y 18:00, siendo revisadas cada 30 minutos y cerradas a las 00:00 horas, cumpliendo como mínimo cinco noches de muestreo efectivo.

- a. **Redes de niebla en sotobosque.-** utilizadas para el registro de murciélagos de la familia Phyllostomidae, en sitios donde haya mayor probabilidad de captura, colocando las redes en paralelo, perpendicular o atravesando las vías de vuelo como senderos, caminos, cercanos a fuentes de agua y sitios de alimentación.
- b. **Redes de niebla a nivel del dosel.-** se utilizan en determinados ambientes para complementar el uso de redes a nivel del sotobosque, puesto que la composición y abundancia de especies difiere entre ambos tipos de estrato. Es necesario buscar un espacio libre (claros o árboles emergentes).
Para estos dos tipos de redes es necesario considerar el número mínimo de 10 redes por unidad de vegetación y que puede ser la suma de los dos tipos de puesta en relación al estrato de acuerdo a las necesidades del área a inventariar, pudiendo ser por ejemplo 5 redes de niebla en el dosel y 5 redes en el sotobosque.
- c. **Trampas arpa.-** Usado principalmente en lugares de alta concentración de murciélagos como cuevas, minas, socavones, huecos de árboles entre otros, por la facilidad de extracción de murciélagos. Para el muestreo de estos animales en sus dormideros se recomienda el empleo de al menos una trampa arpa.

Búsqueda en refugios

Para incrementar la riqueza de especies Calderón y Rengifo (2009) realizan la búsqueda de dormideros, refugios o lugares de descanso utilizados por los quirópteros. En la Guía de Inventarios de Fauna Silvestre del MINAM recomienda trazar un transecto lineal y realizar la búsqueda en horario diurno. La caminata se debe realizar a un ritmo de 1km/hora a ambos lados del transecto ida y vuelta, haciendo un total de 2 a 3 km por día, haciendo una búsqueda detallada de lugares potenciales de refugio tales como cavidades de árboles, cavernas, hojas Musáceas y Arecaces entre otros (MINAM, 2015). Una vez ubicados y seguros de la presencia de murciélagos en el refugio, se debe colocar una red de neblina alrededor del sitio de descanso, a continuación mediante hostigamiento del refugio se espera la salida de los murciélagos, para que sean atrapados y posteriormente retirados para su identificación.

Detección acústica

Para complementar la evaluación hecha con las redes de neblina, y en vista que algunas especies de murciélagos evitan la captura por estas redes, se puede identificar a las especies mediante las evaluaciones las ecolocaciones con ayuda detectores acústicos o ultrasonidos. Las llamadas que emiten los murciélagos que se conoce como ecolocalización o ecolocación presentan características peculiares que difieren de cada grupo taxonómico (familia, genero, especie) y que puede ser aprovechado para el inventario (Kofoky *et al.*, 2006; Barros *et al.*, 2014). No obstante, antes de que un inventario de campo con detectores acústicos o de ultrasonido se lleve a cabo, se debe contar con una biblioteca acústica de las llamadas de ecolocación de diversas especies de murciélagos (Rivera-Parra & Burneo, 2013) que te sirva como guía para así poder realizar la identificación de los especies mediante comparaciones con los registros encontrados en campo, guía desarrollada que sin embargo el Perú no dispone salvo de trabajos muy limitados (Malo de Molina *et al.*, 2011; Malo de Molina, com. Pres.) y que otros países como el Ecuador si cuentan (Rivera-Parra & Burneo, 2013).

Al ser los detectores de ultrasonido equipos fáciles para transportar, el registro de las llamadas de ecolocación de los murciélagos pueden realizarse de manera pasiva, colocando

los equipos en sitios seleccionados donde graba de forma automática cada vez que pasa un murciélago, o de manera activa, utilizando equipos con los cuales se puede escuchar al animal en tiempo real (MINAM, 2015). Cabe mencionar que un diseño de muestreo usando este equipo no está aún bien definido.

2.7. ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE ESPECIES

La mayor diversidad dentro del grupo de quirópteros se concentra en las partes de menor elevación a ambos lados de los andes principalmente en la región amazónica. Estudios determinaron que la mayor diversidad de quirópteros en el Perú se concentra en la parte más septentrional de nuestra Amazonía, en la zona de Napo-Putumayo (Ascorria, obs. Pres.) razón por la cual es importante conocer sobre cómo se realiza el análisis de diversidad.

Una manera para evaluar y comparar la biodiversidad de las zonas evaluadas en cuanto a los inventarios de especies en sus diferentes componentes y niveles o escalas, es utilizando los famosos índices de diversidad que finalmente ayudan a resumir información en un solo valor y permiten unificar cantidades para realizar comparaciones. Previo a la aplicación de los índices se requiere conocer supuestos en los que se encuentran enmarcados para que la información generada a través de éstos pueda ser útil en la interpretación correcta del comportamiento de la biodiversidad. Es importante además, definir qué es local y regional para asociar a éstos las medidas de la diversidad alfa, beta, gamma (Villarreal *et al.*, 2004).

Diversidad alfa

La **diversidad alfa** es la riqueza de especies de una comunidad determinada y que se considera homogénea, y por tanto es a un nivel local. Una comunidad es dependiente de objetivos y escala de trabajo. Para este caso se utilizará el tipo de formaciones vegetales presentado por Encarnación (1993) en su artículo “El bosque y las formaciones vegetales en la llanura amazónica del Perú”. Existen muchos índices, cada uno ligado a un tipo de variable respuesta, que pueden ser el número de especies (riqueza específica) y datos estructurales (abundancias), cada una de ellas se podrá analizar diferencialmente para obtener más información complementaria. Entre los métodos para cuantificar la diversidad alfa tenemos:

- **Número de especies o riqueza específica**

Índices directos.- forma más simple de cuantificar la diversidad alfa, de que se encuentran la **riqueza de especies** que no es más que el número de especies por sitio de muestreo; **Margalef (D_{MG})** que relaciona el número de especies de acuerdo con número total de individuos; **rarefacción** utilizado cuando tienes muestras de tamaño diferente, calcula el número esperado de especies de cada muestra al reducirlas a un tamaño igual para todas; además de contar con **Coleman** y **Michaelis-Menten** que estiman la riqueza de especies por muestra del total de especies.

Curva de acumulación de especies.- Se utiliza para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo. Este método y sus modelos se explican a detalle más adelante.

Métodos no paramétricos.- utilizados cuando no se asume una distribución estadística conocida o no se ajusta a ningún modelo determinado. Se usa cuando no tenemos datos del número de individuos y no hay manera de conocer cómo se comporta la distribución de individuos por especie. En los que tenemos **Chao 2** que estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies que solo aparecen en una muestra y el número de especies que aparece compartidas en dos muestras; **Jackknife** que estima el número de especies considerando el número de especies que solamente ocurren en una muestra o además de las que ocurren solamente en dos muestras; **Bootstrap** estima la riqueza de especies a partir de la proporción de muestras que contienen a cada especie.

- **De la estructura de las comunidades (especies en relación con su abundancia)**

Índices de dominancia.- tienen en cuenta las especies que están mejor representadas o que dominan sin tener en cuenta las demás. Entre los índices que presenta esta naturaleza tenemos **Simpson (λ)** que muestra la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma especie; **Serie de Hill (N_k)**

es una medida del número de especies cuando cada una es ponderada por su abundancia relativa, a medida que aumenta el número de especies, las más raras se vuelven menos importantes.

Índices de equidad.- índices que tienen en cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniforme se encuentran distribuidas. En este grupo se encuentra uno de los índices más usados, índice de **Shannon-Wiener (H')**, que asume que todas las especies se encuentran representadas en las muestras, indica qué tan uniformes están representadas las especies en abundancia teniendo en cuenta todas las especies muestreadas; índice de **Pielou (J')**, con base en los valores de diversidad del índice de Shannon-Wiener, expresa la equidad como la proporción de la diversidad observada en relación con la máxima diversidad esperada; índice de **Brillouin (HB)**, asume que toda la población ha sido muestreada, predice cómo están representadas las especies con base en la relación entre el número total de los individuos de todas las especies y el número de individuos de cada especie.

Modelos paramétricos.- modelos matemáticos que describen de forma gráfica la relación entre la abundancia y las especies ordenadas en categorías de la más a la menos abundante. Corresponde a las gráficas conocidas como Diversidad-dominancia. Entre ellas se encuentra las **series geométricas** que asume una proporcionalidad constante entre las abundancias y las especies, de forma tal que la serie se observa como una línea recta en escala logarítmica; series logarítmicas que asume que hay un número pequeño de especies abundantes y una gran proporción de especies poco abundantes, lo que determina que las curvas sean como una jota invertida; distribución log-normal que expresa la relación de individuos por especie; al organizar los rangos de abundancia de menor a mayor y graficarlos, la cura se comportará como una distribución log normal; **modela vara quebrada**, que asume que las especies se organizan en clases de abundancia definidas y estas clases se pueden organizar para mostrar cómo está la comunidad.

Modelos no paramétricos.- CHAO 1, que estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (dobletons).

Diversidad beta

Es la medida del grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre las comunidades que se encuentran en área mayor. Se obtiene a partir de comparaciones entre pares de formaciones vegetales dadas por Encarnación (1993). El grado de recambio de especies, ha sido evaluado principalmente teniendo en cuenta proporciones o diferencias. Las proporciones pueden evaluarse a través de índices, coeficientes que indican que tan similares/disimiles son dos comunidades o muestras. Muchas similitudes y diferencias se pueden expresar también por medio de distancias. Similitudes o diferencias que pueden ser cualitativa donde se utilizan datos de presencia-ausencia, o cuantitativo donde se utilizan datos de abundancia proporcional de cada especie o grupo (número de individuos, biomasa, densidad relativa, cobertura, entre otros).

Los métodos para cuantificar la diversidad beta se pueden dividir en dos clases: de similitud-disimilitud y los de recambio/reemplazo de especies. Los diferentes índices considerados en los métodos, se deben aplicar dependiendo de cómo son los datos (cualitativos/cuantitativos), y cuál es la relación entre las muestras, qué implica, cómo están organizadas y cómo se han obtenido, de acuerdo con la pregunta de interés.

Similitud o disimilitud: Expresa el grado de semejanza en composición de especies y sus abundancias en dos muestras o comunidades.

- a. **Métodos cualitativos.-** expresan la semejanza entre dos muestras sólo considerando la composición de especie. Entre los índices que aplican para este método están: **índice de similitud Jaccard o coeficiente de similitud (I_j)**, que relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas; **índice de**

Sorensen que relaciona el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos sitios.

- b. **Métodos cuantitativos.**- Expresan la semejanza entre dos muestras considerando la composición de especies y sus abundancias. Entre los índices que aplican para este método están: **índice de Sorensen cuantitativo** que relaciona la abundancia compartidas con la abundancia total en las dos muestras; **índice de Morisitia-Horn** que relaciona la abundancia específica con las abundancias relativas y total. Es altamente sensible a la abundancia de las especies abundantes.
- c. **Métodos de ordenación y clasificación.**- Organiza a partir de matrices la semejanza en composición o estructura de varias muestras (comunidades). Estas ordenaciones o semejanzas se pueden representar a través de dendogramas o formas visuales agrupamiento, muchas de las cuales utilizan diferentes tipos de distancias: índices de similitud, correlaciones, desviaciones, residuales, etc.

Recambio-reemplazo de especies: Expresa el grado de cómo se complementa la composición entre dos o varias muestras considerando las especies exclusivas en relación con número promedio total se basan en datos de composición de especies. Lo índices utilizados para este método son el **índice de Whittaker, Cody, Margurran**. A partir de la presencia-ausencia de las especies en un conjunto de muestras, contrasta el promedio del número de especies por muestra versus el número total de especies. También muestran el número de especies que se pierden o se ganan a medida que se comparan muestras.

Diversidad gamma

La **diversidad gamma** se ha considerado como la riqueza de especies dentro de varias unidades del paisaje, o entre varios tipos de coberturas o hábitats (conjunto de comunidades), y es el resultante de las comunidades (diversidad alfa), así como del grado de diferencias que se ha desarrollado entre ellas (diversidad beta). Por lo tanto, también

es una visión de integración de la información biológica, teniendo como marco la escala de trabajo planteada.

La diversidad gamma o de la riqueza regional de especies teniendo varias comunidades se puede analizar mediante: **Índice Schuler y Ricklefs** que define como el producto de la diversidad alfa promedio, la diversidad beta promedio y la dimensión de la muestra que se considera como el número total de comunidades.

2.8. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES Y ESFUERZO DE MUESTREO

La **curva de acumulación de especies** es un método que comenzó a usarse de forma más frecuente a partir de que los investigadores indicaron que era inapropiado estimar el número de especies (riqueza) de una comunidad a partir de una muestra (Escalante, 2003).

Esta curva determina gráficamente a través de modelos (logaritmos, exponenciales y de clench) la calidad de los inventarios biológicos (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003), es decir, sirve para sustentar que el muestreo realizado fue el adecuado (Calderón y Rengifo, 2009; MINAM, 2010; Carrasco 2011). Relaciona la incorporación de nuevas especies con alguna medida del **esfuerzo de muestreo**, que no es más que el tiempo dedicado a la colecta (Soberon & Llorente, 1993). El gráfico de esta curva es explicada de la siguiente manera: Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de muestreo o colecta, cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectaran sobre todo especies comunes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que se prosigue en el muestreo, son las especies raras así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario pero en este punto la velocidad en que nuevas especies son incorporadas al inventario se reduce, es decir, la pendiente de la curva desciende. El momento en el que la pendiente desciende a cero corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo (Escalante, 2003; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Donde el eje Y de la gráfica representa el número de especies acumuladas y el eje X por el

número de unidades de muestreo o esfuerzo de muestreo (Villarreal *et al.*, 2004). No obstante en estas curvas podrían obtenerse asíntotas antes de que muchas especies hubiesen sido registradas, sobre todo por el efecto de la estacionalidad, la diversidad beta (grado de reemplazo de especies a través de gradientes ambientales), y la abundancia relativa de especies (Escalante, 2003).

Cabe resaltar entonces que esta curva provee de herramientas para estudios de conservación y biodiversidad, así como también para la planificación para el diseño de protocolos de muestreo. Permite entonces, realizar comparaciones de diversidad de especies de diferentes comunidades o paisajes, o áreas de diferentes grados de perturbación, dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación, una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables y extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Carrasco, 2011; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

2.9.DEFINICIÓN DE HÁBITAT

La definición de hábitat en las dos últimas décadas del siglo XX generaba muchas confusiones (Hall *et al.*, 1997; Krausman, 1999), razón por la cual los investigadores al percatarse de estas inconsistencias en el uso de este término realizaron un análisis y comparación de diferentes investigaciones y libros del campo de la vida silvestre y ecología para estandarizar la terminología que circundaba en ese entonces, por lo que se normalizó la definición del **hábitat** como los recursos y condiciones presentes en área dada que produce la ocupación, incluyendo supervivencia y reproducción, por un organismo (Hall *et al.*, 1997). Definición que no dista significativamente de lo que Krausman (1999) unos años más tarde en su obra “Some Basic Principles of Habitat Use” ofrece, donde se define al hábitat como la suma de recursos específicos que un organismo necesita, recursos que incluyen el alimento, refugio, cobertura vegetal, agua y otros factores especiales para la supervivencia y éxito reproductivo. O “conjunto distintivo de factores físicos ambientales que las especies usan para su supervivencia y reproducción” (Block and Brennan, 1993 citado por Jones, 2001) Es por eso que el hábitat de un organismo implica más que la vegetación relacionada con un área dada, concepto más asociado al **tipo de hábitat**, término acuñado por Daubenmire

(1968) citado por Hall *et al.*, (1997) el cual se refiere más a la formación vegetales, tipo de asociación vegetal asociada a un área dada o al potencial de la vegetación para alcanzar a un estado de clímax especificado (Hall et al., 1997; Calderon y Rengifo, 2009).

Tratando de delimitar los conceptos de hábitat y nicho, se define al primer concepto de forma más general y simple como el lugar donde un organismo podría ser encontrado en la naturaleza. No obstante, el hábitat puede ser descrito de forma más compleja basada en las características geográficas, geológicas, clima, así como en términos de las especies encontradas dentro de él, dado que un mismo hábitat puede ser compartido por muchas especies dependiendo también de la escala en que se aborde. Resulta entonces innegable que el concepto del hábitat es propensa a generar ciertos problemas con respecto a la escala, ya que en un extremo más amplio de la escala se encuentra el término biogeográfico bioma (Petren, 2001). Cabe resaltar que algunos biomas pueden ser considerados el hábitat de un solo organismo como es el caso de las grandes aves de presa o rapaces ya que tienen un amplio rango de hábitat o “home-range” (Pedrana *et al.*, 2008) sin embargo el hábitat con frecuencia no suele ser descrito de forma tan amplia, sino por el contrario se describe forma más fina o estrecha siendo el extremo más ajustado de la escala el **microhabitat**, término usado para describir los lugares donde los organismos pasan su parte de su tiempo (Petren, 2001).

2.10.USO DE HÁBITAT, SELECCIÓN DE HÁBITAT Y PREFERENCIA DE HÁBITAT

El **uso de hábitat** hace referencia a la forma en que un animal usa o consume los recursos físicos y biológicos en un hábitat dado (Hall *et al.*, 1997; Krausman, 1999) o “a la forma como un organismo o especie usa los hábitats para satisfacer sus necesidades” (Block and Brennan 1933 citado por Jones, 2001). Entre los ejemplos del uso del hábitat se encuentran para forraje, como madriguera, cobertura, para anidación, escape, entre otros. Además, estas categorías de uso de hábitat pueden tanto dividir el hábitat así como puede ocurrir un solapamiento en algunas áreas, es decir uno más categorías pueden existir dentro de un mismo hábitat. “Un área usada para el forraje puede estar comprendida por similares

características físicas que las áreas usadas como coberturas, refugio o madriguera” (Litvaitis *et al.*, 1996 citado por Krauman, 1999. Pag. 86).

La **selección de hábitat** es considerado como un proceso jerárquico que involucra la toma de una serie de decisiones conductuales innatas y aprendidas hechas por una animal acerca de cuál hábitat usaría a diferente escala ambiental (Hutto, 1985; Hall *et al.*, 1997; Krausman, 1999). “Un hábitat podría ser seleccionado por la disponibilidad de cobertura, calidad y cantidad de forraje, disponibilidad de sitios de descanso, perchas o madrigueras. Existen otros factores que determinan que un hábitat llegue a ser seleccionado o no por un animal, tales como la competencia y depredación. La competencia se encuentra vinculada con la selección de un hábitat a razón de que un animal se encuentra involucrado en relaciones tanto inter como intraespecífica lo que causa que se divida la disponibilidad de los recursos dentro un ambiente. La competencia podría determinar la distribución espacial dentro de un hábitat. La depredación también complica la selección de hábitat por lo que la existencia de depredadores podría evitar que ocupe un área un individuo. Con una alta ocurrencia de competencia y depredación, un individuo podría elegir distinto sitios con recursos menos óptimos. Sin embargo, una vez removido el depredador, áreas con recursos necesarios son nuevamente ocupados. Por la tanto la selección de hábitat es un proceso conductual activo por un animal” (Krausman, 1999. Pag. 86).

Preferencia de hábitat, es la consecuencia de la selección de hábitat, resultando en un uso desproporcionado de algunos recursos sobre otros (Hall *et al.*, 1997). Las preferencias de hábitats son observadas cuando los animales gastan una alta proporción de su tiempo en hábitats que no son muy abundantes en el paisaje (Krausman, 1999).

2.11.CONCEPTOS GENERALES RELACIONADOS CON EL USO DEL HÁBITAT

Resulta entonces importante mencionar ciertos conceptos relacionados con el hábitat y el uso del hábitat: **el hábitat tiene una característica específica, el hábitat es específico de la especie, el hábitat es dependiente de escala y las mediciones importan** (Krausman, 1999).

“El hábitat tiene características específicas.- al ser los hábitats variables puesto que incluyen diferentes condiciones y recursos que originan la ocupación de un organismo, dichas condiciones y recursos incluyen un tipo característico de vegetación, alimento, cobertura vegetal, agua, temperatura, topografía, así como otras especies como la presencia o ausencia de depredadores, presas o competidores, visto el hábitat desde ese enfoque, hace el hábitat tengan numerosos componentes que son únicos para un organismo en cuestión, componentes que los técnicos que gestionan el hábitat pueden no haber identificado” (Krausman,1999. Pag. 87).

“El hábitat es específico para la especie.- se refiere a que todos los componentes necesarios para la reproducción y supervivencia de un organismo o una especie no son los mismos para todas las especies y que la manipulación de un paisaje favorecerá al hábitat de algunas especies pero será perjudicial para los hábitats de organismo o especies” (Krausman, 1999. Pag 87).

“El hábitat es dependiente de la escala.- hace referencia a los conceptos de **macrohábitat** (en referencia a las características a escala de paisaje tales como asociaciones específicas de vegetación por ejemplo) y **microhábitat** (en referencia a características del hábitat a una escala más finas). La naturaleza jerárquica del uso de hábitat fue reconocido por los especialistas, siempre que en el proceso de selección de un orden superior se encontraba sobre otro y este último era dependiente del primero. Es por eso que resume cuatro órdenes de selección de hábitat: Selección de primer orden, es la selección del rango geográfico y físico de un hábitat por parte de una especie. Selección de segundo orden, es la selección del hábitat específico por parte de un individuo o de un grupo social dentro de un rango geográfico. Selección de tercer orden, relacionado con cómo los componentes del hábitat dentro un rango geográfico es usado. Selección del cuarto orden, relacionado con cómo los componentes de un hábitat son usados, en este caso si la selección del tercer orden determina el lugar o sitio de forraje, la selección de hábitat del cuarto orden sería la adquisición real de los alimentos disponibles en dicho sitio” (Krausman,1999. Pag 88).

“Las mediciones importan.- para entender correctamente cómo es que el hábitat interactúa con la especie a fin de realizar un buen manejo de hábitat que traiga como consecuencia la conservación de la especie y por ende los servicios que brinda al ecosistema, surgen ciertas preguntas que deberían ser respondidas: ¿Qué componente está siendo medido? ¿Cuándo está siendo medido? y ¿Cuántas muestras son necesarias para que los resultados sean representativos?, sin embargo previo al planteamiento de estas preguntas resulta imperante tener conocimiento de la totalidad de estrategias de la historia de vida de un animal, es decir el patrón de eventos de supervivencia y reproducción, para así evitar caer en resultados erróneos que puedan conllevar a un manejo inadecuado del ambiente. Es por eso que se requieren de estudios científicos con un marco conceptual claro y un muestreo adecuadamente riguroso” (Krausman, 1999. Pag. 88).

2.12.MÉTODOS DE EVALUACIÓN DEL USO DE HÁBITAT

Para determinar el uso de hábitat en murciélagos, se utiliza el número total de registros obtenidos en cada tipo de hábitat, lo que comprenden **capturas de murciélagos mediante redes de niebla y la búsqueda en refugios**. En el estudio realizado en la cuenca del río Itaya en Loreto Perú se evalúa el uso de hábitat mediante composición de especies propias y compartidas con otros hábitats, además de usar el **coeficiente de similitud de Jaccard (I_j)** para comparar la composición de especies entre los tipos de hábitats (Calderón y Rengifo, 2009). Coeficiente que mide la similitud entre dos sitios y que expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas. El intervalo de valores va de 0 cuando no hay especies compartidas entre los sitio, hasta 1 cuando los sitios tienen la misma composición de especies. Investigadores utilizan también las frecuencias de captura de murciélagos a través de redes de neblina como registros para determinar el uso del hábitat de tres tipos de bosque en el Parque Nacional de Tsingy en Bermarha en Madagascar. Y su comparación en cuanto a las diferencias en el uso del hábitat se basa en contrastar composición de especies que logró capturar más por hábitat (Kofoky *et al.*, 2006).

Otros investigadores utilizan los registros de la **detección acústica** obtenidos de los detectores de ultrasonido para evaluar el uso de hábitat (Kusic *et al.*, 1996; Loeb & O’kefee, 2006; Kofoky *et al.*, 2006; Barros *et al.*, 2014). Estos autores comparan la actividad de los

murciélagos entre los hábitats, esta actividad se evalúa a través de los pases de murciélagos que son detectados por los equipos, pases que son definidos como secuencia de al menos dos pulsos de ecolocación. Kofoky *et al.* (2006) esboza un método para detectar la frecuencia de ocurrencia con los detectores de sonido utilizando el diseño de puntos de conteos en áreas representativas del hábitat usando la relación de puntos de conteo que registra en función a especie por el total de puntos de conteo por hábitat apoyándose de la determinación hecha por los registros de tiempo expandido. Analizando así la actividad de los murciélagos por hábitat.

III. DESARROLLO DEL TEMA

3.1. MÉTODO PARA EVALUAR LA COMPOSICIÓN DEL ENSAMBLAJE DE MURCIÉLAGOS

Si bien existen muchos estudios que han evaluado la composición del ensamblaje de los murciélagos en bosques neotropicales analizándolos ya sea solamente en sotobosque (Roncancio y Estévez, 2007; Estrada-Villegas *et al.*, 2010) o en los estratos verticales del bosque llámese sotobosque, subdosel y dosel (Carvalho *et al.*, 2013) estos sólo evalúan utilizando la captura a través de las redes de neblina como método, sin tener en cuenta las limitaciones que tienen estos métodos, y que han sido claramente descritos (Kalko *et al.*, 1996). La captura de murciélagos por redes de neblina es un método de muestreo especializado para un subconjunto de quirópteros: los filostómidos. Es decir murciélagos que pertenecen a la familia Phyllostomidae y que por lo general son del gremio frugívoro. Los cuales, a pesar de que pueden utilizar la ecolocación y así evitar las redes, parece que ellos dependen mayormente de la memoria espacial cuando se mueven entre los refugios o perchas hacia los lugares donde forrajean (Kalko *et al.*, 1996), además, algunos investigadores afirman que muchas especies de esta familia en cuestión localizan sus recursos alimenticios principalmente con el olfato y la visión en horarios crepusculares y reservando la ecolocación para la aproximación final (Korine & Kalko, 2005; Malo de Molina *et al.*, 2011), por lo que son fácilmente capturados por las redes establecidas en sus rutas de vuelo y alrededor de los árboles. Investigadores consideran también que la altura del forrajeo, la velocidad del vuelo, el tipo de ecolocación y el tamaño del cuerpo están entre los muchos factores que pueden influir en la captura de una especie dada por la red de neblina. No obstante, las capturas por redes de neblina subestiman grandemente o mejor dicho pierden de vista totalmente a los insectívoros tales como murciélagos de la familia Emballonuridae, Molossidae, Mormopidae e incluso Vespertilionidae (Kofoki *et al.*, 2006). Esto se debe a que estos grupos de animales confían exclusivamente en la ecolocación para la orientación en el espacio por lo que evitan las redes durante el forrajeo, además muchos de estos

murciélagos se alimentan a alturas inalcanzables para ser atrapados por las redes (Kalko *et al.*, 1996). Afortunadamente con la evaluación acústica, estas familias de murciélagos mencionados anteriormente pueden ser identificadas en campo a través de las señales únicas de ecolocación y con técnicas estandarizadas de medición no solo se podría evaluar la presencia y ausencia de este grupo de murciélagos sino que también se podría evaluar abundancia relativa a través de transectos y *circular plots*. Lamentablemente, este método también tiene sus limitaciones porque pierden de vista a los filostómidos debido a que su escasa presión sonora de emisión o señales de ecolocación son muy débiles justificando los escasos y deficientes registros que se obtienen (Malo de Molina *et al.*, 2011), es decir que esta característica peculiar en la señales de ecolocación de grupo de murciélagos dificulta el registro con equipos de detección de ultrasonido. Además, la estructura de las señales de los filostómidos es tan uniforme que la diferenciación de las especies se hace muy complicada (Malo de Molina *et al.*, 2011).

Investigadores coinciden en incorporar los métodos de captura de murciélagos y detección acústica para un análisis más detallado de la composición y uso de hábitat (Bernard and Fenton, 2002; Kofoky *et al.*, 2006) muchos biólogos confían solamente en las capturas de redes de neblina para estudiar el uso del hábitat por murciélagos (Angelici *et al.*, 2000). Además de eso, muchos estudios del Centro y Sudamérica usan solamente las redes de niebla para estudios con murciélagos, debido a que estos animales en esta región neotropical están dominados por la familia Phyllostomidae, los cuales poseen llamadas o emisiones de ecolocación silenciosas lo que hace difícil ser registrados con detectores de ultrasonido (Fenton *et al.*, 1992; Kofoky et al., 2006) sin embargo, existen estudios que evalúan la actividad de murciélagos insectívoros en la parte sur de Brasil con detectores de sonido donde han funcionado correctamente (Barros *et al.*, 2014).

3.2. ESFUERZO DE MUESTREO Y REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO

El esfuerzo de muestreo no es más que el tiempo dedicado a la colecta y puede ser medido de diferentes formas (Soberon & Llorente, 1993). El esfuerzo de muestreo es medido en murciélagos usando redes de neblina siguiendo el sistema internacional de unidades

multiplicando las dimensiones de las redes usadas por tiempo de evaluación en horas, es decir $m^2 \times h$, siendo estas la unidades del esfuerzo de muestreo (Costa & Vigiano, 2002; Carrasco, 2011). En la investigación realizada en el bosque de Junin en el fundo La Genova Carrasco (2011) utilizó el esfuerzo de muestreo para calcular el índice de captura y realizar así, teniendo en cuenta los índices de diversidad y este índice de captura, un análisis comparativo completo espacial (entre localidades muestreadas) y temporalmente (entre estaciones húmeda y seca). En tanto Bolaños (2013) por su parte calcula el esfuerzo de muestreo como el número de noches por horas que las redes estaban operativas o abierta por números de redes (Horas/red/noche), en su caso usa la medida del esfuerzo de muestro para calcular el índice de éxito de captura como indicador de la abundancia relativa para cada uno de los tres localidades o fragmentos evaluados, este índice se calcula dividiendo el número de animales capturados entre el esfuerzo de muestreo, siendo utilizado finalmente para realizar comparaciones entre fragmentos evaluados. En tanto la guía de inventario de la fauna silvestre (MINAM, 2015) define el esfuerzo de muestreo como el número de redes operativas por noche de inventario por ejemplo 10 redes operativas por 5 noches, esfuerzo de muestreo 50 redes-noche, teniendo en cuenta las medida estándar de la red de neblina que es 12m de largo x 2,5 de ancho, usando estas medidas con el fines comparativos entre localidades evaluadas. Estrada-Villegas *et al.* (2010) y Roncancio y Estévez (2007) calculan el esfuerzo de muestro al igual que Carrasco (2011) para obtener el índice de captura y a la vez realizar comparaciones entre los sitios evaluados. Calderon & Rengifo (2009) en su evaluación realizada en la cuenca del río Itaya en Loreto registran el esfuerzo de muestro en función a los número de redes y número de horas (redes-horas) y utilizan nuevamente para realizar comparaciones entre las localidades evaluadas. En teoría, el esfuerzo de muestreo es utilizado para la representación de la curva de acumulación de especies, que como se comentó anteriormente, determina gráficamente a través de modelos (logaritmos, exponenciales y de Clench) la calidad de los inventarios biológicos (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003), es decir, sirve para sustentar que el muestreo realizado fue el adecuado (Calderón y Rengifo, 2009; Carrasco 2011; MINAM, 2015), además de proveer herramientas para estudios de conservación y biodiversidad, así como también para la planificación para el diseño de protocolos de muestreo y realizar comparaciones de inventarios (Escalante, 2003; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003, Carrasco, 2011, MINAM, 2015) que es una forma de determinar la

diversidad alfa (α) y estimar la riqueza en un lugar evaluado. Además de puede decir que el esfuerzo de muestreo está en función al diseño de muestreo planteado por el investigador para realizar comparaciones.

Ahora bien, este esfuerzo de muestreo debe ser lo suficiente para extrapolar de forma apropiada la riqueza y composición del ensamblaje de murciélagos (Kingston, 2009). Si bien el MINAM (2015) en su guía de inventario de fauna silvestre para la selva peruana plantea un mínimo de 5 días consecutivos por unidad de vegetación para que la evaluación sea representativa en cuanto al muestro de mamífero voladores (Murciélagos), otros autores recomendaron entre cinco a 18 noches para áreas pequeñas con vegetación homogénea para registrar el 90 por ciento del total de murciélagos de la familia Phyllostomidae y Mormoopidae en el Neotrópico (Moreno y Halffter, 2000). Otro investigador (Pérez Zuñiga, 2016) en una conferencia de ¿Cómo estimar la diversidad de flora y fauna de manera confiable? consideró entre 70 y 80 por ciento para un inventario representativo para cualquier taxón.

3.3. REGIÓN NEOTROPICAL Y BOSQUES TROPICALES

La región del Neotrópico se extiende aproximadamente entre el Trópico de cáncer y el de Capricornio (ver figura 5) en donde inciden formaciones diversas, que van desde el desierto que flanquean el continente por su vertiente pacífica a los bosques lluviosos siempreverdes de la Amazonía, la Mata Atlántica, desde los pantanos o manglares de la costa del Golfo Mexicano y el Caribe a los páramos andinos o las cadenas volcánicas mesoamericanas (Cayuela & Granzow-de la Cerda, 2012). Sin embargo, para esta monografía me centro en las formaciones boscosas.

Los bosques tropicales y subtropicales incluyen cuatro biomas: bosque tropical húmedo, el bosque tropical seco, el bosque tropical de coníferas, y el manglar. Pero por su vasta riqueza de especies de vertebrados terrestres y gran número de especies endémicas que en total suman más que todas las especies endémicas de los demás biomas juntos, el bosque tropical húmedo es el que recibe mayor atención (Cayuela & Granzow-de la Cerda, 2012).

El Neotrópico es especialmente diverso, tanto en lo que respecta a heterogeneidad de formaciones vegetales como a número de especies, región identificada entre las más diversas del planeta. Debiendo su gran diversidad principalmente la heterogeneidad de climas como a su historia geológica. Dicha heterogeneidad ha dado lugar a la actual riqueza de floras, la distribución de la fauna y la complejidad de ecosistemas y vegetaciones diversas y singulares que sólo se llega a apreciar en esta región.

Sin embargo, toda esa enorme diversidad y endemidad que presenta los bosques neotropicales están siendo amenazadas por la conversión de hábitats naturales a tierras agrícolas y pastos, y la degradación de los bosques como consecuencia de la sobre explotación de la caza y la extracción de madera (Laurance y Peres, 2006). En Latinoamérica la expansión e intensificación de monocultivos para exportación que han sido disparados por la demanda de biocombustibles ha generado un acelerado avance de la frontera agrícola.



Figura 5: Región neotropical ubicado entre los trópicos de Cáncer y Capricornio

FUENTE: Guariguata & Kattan (2002)

3.4. USO DE HÁBITAT Y CONSERVACIÓN DE BOSQUES

Es fundamental determinar el uso del hábitat en murciélagos, en especial los lugares que son usados como refugios, puesto que es un componente de hábitat vital para estos animales ya que allí es donde pasan todo el día y buena parte de la noche. Esto significa que la disponibilidad y permanencia del refugio determina en gran medida las probabilidades de supervivencia de las especies (Rodríguez-Herrera *et al.*, 2007) y debido a la pérdida de dichos

espacios vitales es que se mellaría tanto la comunidad de murciélagos así como los servicios que brindan al ecosistema.

Lo murciélagos desempeñan un papel primordial en la dinámica de los ecosistemas tropicales, al tener especies en todos los niveles tróficos y al establecer relaciones muy estrechas con especies vegetales (López, 2013) ya que cerca de 859 especies de plantas dependen de los murciélagos para su polinización o dispersión de semillas en el Neotropico (Geiselman *et al.*, 2002). Pero no sólo es este el único rol que cumplen. También presentan otros servicios ambientales gratuitos que no sólo beneficia a la naturaleza sino también a la humanidad que disfruta de ella. Entre los servicios se encuentran el control de plagas de insectos que pueden perjudicar tanto los cultivos así como la salud humana, como es el caso del dengue (López, 2013) y por ende la economía de los humanos. Otro servicio es la polinización de flores de plantas comerciales y no comerciales, entre ellas la Ceiba, el agave entre otros, por parte de los murciélagos nectarívoros dengue (López, 2013). Pero sin duda el servicio más importante para conservación de bosques es el de la dispersión de semillas ya que contribuyen a la regeneración de hábitats naturales y a cuantiosos beneficios para la agricultura. Murciélagos asociados a la frugivoría en el neotropico pertenecen a la familia Phyllostomidae, de los cuales 22 de los 56 géneros o 90 de 173 especies descritos para esta familia se alimentan de frutos (Lopez, 2013), lo que se corrobora en la información recopilada por Michuy & Tananta, (2013) en donde registran que la familia y el gremio más representativo de murciélagos en la región del Neotropico es la Phyllostomidae y los frugívoros respectivamente, lo que no dista para el caso particular de Perú en donde la investigación realizada por Pacheco et al. (2009) demuestra que la familia más representativa es la de los filostómidos. Además este grupo es considerado como indicadores de alteración de hábitat, puesto que se comprueba en estudios que la alteración en la composición de sus comunidades está directamente relacionada con el tipo de hábitat donde obtienen sus recursos alimenticios y refugio, es decir que la alteración en la composición de comunidad de estos murciélagos es causada por las alteraciones en los refugios así como de sus recursos alimenticios (López, 2013).

Cabe mencionar que una vez establecido el refugio por parte de los murciélagos (ya sea en cueva, hojas, troncos caídos, huecos, hasta estructuras construidas por humanos) estos animales son muy fieles al lugar que seleccionaron. Por último, los refugios no se encuentran en cualquier lugar, lo murciélagos escogen lo refugios, el cual está influenciado por la cantidad de la refugios disponibles, lo cuales deben estar cerca de la comida y el agua, para que puedan sobrevivir (López, 2013). Por lo que resulta de suma importancia la determinación del uso del hábitat de los murciélagos para la toma de decisiones en el manejo de del hábitat que lleve a la conservación de bosques dados los servicios que brindan a los ecosistemas de bosques tropicales.

A continuación se ejemplifican dos estudios en donde se determinan la importancia de la composición del ensamblaje de murciélagos y el uso del hábitat:

En un estudio realizado en Brasil donde evaluaron la actividad de murciélagos insectívoros a través de del uso de detectores de sonido, compraron las principales características del hábitat en términos de actividad de murciélagos el cual era contabilizado como número de pases cada tres minutos entre cinco tipos de hábitats: cultivos forestales de eucalipto plantados como cortavientos, en un cauce, un bosque ribereños, en un humedal y un pastizal, encontrando evidencias estadísticas que había una mayor actividad tanto en las plantaciones forestales eucaliptos como en canal o cauce, seguido en menor medida de los bosques ribereños y los humedales, siendo la pradera el hábitat donde hubo menor actividad. Este patrón se debió por las características de los hábitats y disponibilidad de refugio y alimento que tuvieron ambos hábitats (plantaciones forestales de eucaliptos y cauces o canales), por ejemplo se tiene evidenciando la asociación de los bordes de los bosques con los murciélagos insectívoros y en este caso en particular el cultivo forestales de eucaliptos se comportaba como un borde de bosque esto le daba una ventaja sobre otro tipos de hábitat como el bosque ribereño, además al tener el dosel tres veces más alto le confiere características de protección, refugio y son probablemente estas plantaciones de eucaliptos favorecían a los murciélagos en la orientación espacial, además de que presentaron diámetros más grandes con grietas y separaciones razonables entre los árboles lo que favorecía como refugios en horarios diurnos que en comparación con el bosque ribereños que era más pequeños y muy densos

características que correlacionadas negativamente con la actividad de estos murciélagos. Por otro lado, el canal puede significar una importante fuente de agua, y se conoce que los murciélagos insectívoros usan los cursos de agua como orientación espacial así como ruta de vuelo (Barros *et al.*, 2014). Esta investigación sugiere entonces que los bordes de bosque y los cursos de agua sean hábitats prioritarios para la conservación de murciélagos insectívoros en esa región de Brasil.

En otro estudio realizado en el bosque húmedo premontano en el Perú cerca de la zona de amortiguamiento del Santuario Nación Pampa Hermosa (Aguilar, 2017) se evaluaron la estructura comunitaria de murciélagos y los diferentes grupos tróficos en dos plantaciones de cafetales que presentaban diferentes características, una de ellas se encontraba dentro del área de influencia del santuario bordeado de bosque y el segundo cafetal recibía mayor presión antrópica y se encontraba fuera del santuario. Reportando mayor presencia de grupos tróficos como los frugívoros señalando a nivel global que la familia Phyllostomidae estaba más representada en este estudio, coincidiendo con Kofoky *et al.* (2006) que afirmaba que la región de Sudamérica se encuentra dominada por esta familia de murciélagos. Además, especies con mayores abundancias relativas en todas las muestras fueron *Carollia brevicauda*, *Carollia perspicillata* y *Sturnira lilium* lo que concuerda con estudios como el de Carrasco (2011) reportando similares resultados para la misma zona. Estas especies responden positivamente a las perturbaciones (Willig *et al.*, 2007), siendo para este caso los cafetales. Finalmente, con valores de diversidad moderada de los murciélagos filostómidos en este estudio, Aguilar (2017) considera que dicho ecosistema de cafetales bordeado por bosque contribuye a la conservación de los murciélagos, sin que este cultivo se expanda reemplazando bosques. Además, los grupos tróficos encontrados en el estudio confirman que conservar los murciélagos en los cafetales tales como frugívoros y nectarívoros beneficiaría a la dispersión de semillas, introduciendo estas a zonas externa perturbadas manteniendo la diversidad a través flujo genético de las plantas (Muscarella & Fleming, 2007). Por lo que disponer de árboles dentro de cultivos como el café, les proporcionaría de recursos alimenticios con diferentes tiempos de fructificación y floración para sostener a esta comunidad que al final terminaría beneficiando a una posible restauración ecológica a futuro.

IV. CONCLUSIONES

El presente trabajo monográfico permitió conocer más sobre los diferentes gremios tróficos o categorías tróficas que presenta los murciélagos en esta región del globo: El Neotropico, con 10 gremios tróficos clasificando a los murciélagos según la dieta, forma de forrajeo y hábitat. Siendo el más dominante para esta zona el frugívoro

Existen diferentes protocolos de monitoreo para los murciélagos, sin embargo el que más se utiliza en la región neotropical es captura de murciélagos por redes de neblina, debido a que la familia dominante es la Phyllostomidae, la cual al no utilizar la emisiones de ecolocación para orientarse espacialmente lo que las hacen vulnerables a las capturas por estas redes.

Para utilizar los receptores de ultrasonido como método de identificación de especies se requiere contar con una biblioteca acústica con los diferente sonogramas de las especies, sin embargo el Perú no cuenta con dicho repertorio de llamadas de ecolocación de las especies de murciélagos.

Para realizar un muestreo representativo se requiere de cinco a 18 noches para áreas pequeñas con vegetación homogénea para registrar el 90 por ciento del total de murciélagos de la familia Phyllostomidae y Mormoopidae en el Neotrópico.

Mantener un sistema agroforestal, como por ejemplo cultivos de cafetales sin mayor expansión, en donde alberguen especies de árboles del bosque, ayudaría a mantener y conservar al ensamblaje de murciélagos ya que le dan a estos animales recurso alimenticios y refugio y estos a su vez proporcionan una buena salud al ecosistema del cafetal debido su rol de controlador de plagas.

Es importante determinar el uso de hábitat de los quirópteros en los bosques neotropicales del Perú. Dentro del hábitat, se encuentran los refugios, que son establecidos por los animales de acuerdo a la disponibilidad tanto de alimentos como agua. La presencia de refugios dentro del hábitat es un indicativo de la posibilidad de supervivencia de los murciélagos y de los servicios que brindan al complejo ecosistema. Por lo tanto, en el ámbito de la conservación, se torna imprescindible la determinación de la composición del ensamblaje de quirópteros y uso del hábitat en los bosques neotropicales del Perú.

V. RECOMENDACIONES

Este trabajo evidencia la escasa literatura que cuente el Perú con información sobre las emisiones acústicas de los murciélagos conocidos como ecolocación que según las investigaciones son características de cada especie. Se recomienda por tanto realizar investigaciones en el tema con el fin de llenar los vacíos que aún existentes.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. Aguilar, A. 2017. Estructura de la Comunidad de Murciélagos en cafetales próximos al Santuario Nacional Pampa Hermosa, Junín, Perú. Tesis para optar por el título profesional de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina.
2. Angelici, F.M., Wariboko, S.M., Luiselli, L. & Politano, E. 2000. A long-term ecological survey of bats (Mammalia: Chiroptera) in the Eastern Niger Delta, Nigeria. *Ital J Zoo* 67: 169-174
3. Arias E., V. Pacheco, K. Cervantes, A. Aguilar, J. Álvarez. 2016. Diversidad y composición de murciélagos en los bosques montanos del Santuario Nacional Pampa Hermosa, Junín, Perú. *Revista peruana de biología* 23(2): 103 - 116
4. Ascorra, C. nd. Áreas importantes de diversidad de quirópteros en el Perú. 79-81
5. Ayen, M. 2013. Relaciones de los ensambles de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) y el uso de la tierra en el noreste de la región pampeana de Argentina. Tesis Doctoral de La Universidad Nacional de La Plata.
6. Barros, M., Pessosa, D. & Rui, A.M. 2014. Habitat use and seasonal activity of insectivorous bats (Mammalia: Chiroptera) in grasslands of Southern Brazil. *Zoología* 31(2): 153-161.
7. Bejarano-Bonilla, D.A., Yate-Rivas, A., Bernal-Bautista, M.H. 2007. Diversidad y distribución de la fauna quiróptera en un transecto altitudinal en el departamento de Tolima, Colombia. *Caldesia* 29 (2): 297-308.

8. Begon, M; Harper, JL; Townsend, CR. 1999. *Ecología: individuos, poblaciones y comunidades*. 3 ed. Barcelona, ES, Omega. 886 p.
9. Bernard, E. & Fenton, M.B. 2002. Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in central Amazonía, Brazil. *Biotropica* 35: 262-277
10. Bolaños Arrieta, N. 2013. *Diversidad, riqueza y abundancia de especies de murciélagos en el Corredor Biológico Regional Nogal – La Selva*. Tesis de Licenciatura en Biología con énfasis en Zoología de la Universidad de Costa Rica.
11. Bonaccorso, FJ. 1975. *Foraging and reproductive ecology in a community of bats in Panama*. PhD. Thesis, dissertation. Gainesville, US, University of Florida. 122pp.
12. Calderón, W. y Rengifo, V. 2009. *Diversidad y uso de hábitat por micromamíferos en la cuenca del río Itaya*. Tesis para optar el título de Profesional de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 73pp.
13. Carrasco, F. 2011. *Diversidad y distribución de especies de quirópteros en relictos de bosque de la provincia de Chanchamayo, Junín*. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae en Conservación de Recursos Forestales.
14. Carvalho, F., Fabián, M. & Menegheti, JO. 2013. Vertical structure of an assemblage of bats (Mammalia: Chiroptera) in a fragment of Atlantic Forest in Southern Brazil. *Zoologia* 30 (5): 491-498.
15. Cayuela, L., Granzow-de la Cerda, I. (2012). Biodiversidad y conservación de bosques neotropicales. *Ecosistemas* 21(1-2):1-5
16. Curtis, H; Barnes, NS; Schnek, A; Massarini, A. 2008. *Biología*. 7 ed. Buenos Aires, AR, Médica Panamericana. 1160 p.

17. Escalante, T. 2003. ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos* 52: 53-56.
18. Estrada-Villegas, S., Pérez-Torres, J. & Stenvenson, P. 2010. Ensamblaje de murciélagos en un bosque subandino colombiano y análisis sobre la dieta de algunas especies. *Mastozoología Neotropical*, 17 (1): 31-41.
19. Fauth, JE., Bernardo, J., Camara, M., Resetais, WJ, Van Buskirk, J. & McCollun, SA. 1996. Simplifying the Jargon of Community Ecology: A Conceptual Approach. *American Naturalist*, Vol 47(2): 282-286.
20. FAO. 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010: Informe Principal
21. Fenton, M.B. & Bell G.P. 1981. Recognition of species of insectivorous bats by their echolocation calls. *Journal of Mammology* 62(2): 233-243.
22. Fenton, M.B., Acharya, L., Audet, D., Hickey, M.B.C., Merriman, C., Obrist, M.K., Syme, D.M. and Adkins, B. 1992. Phyllostomid Bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as Indicators of Habitat Disruption in the Neotropics. *Biotropica* 24 (3): 440-446.
23. Geiselman, C., Mori, T., Lobova, T. & Blanchard, F. 2002. Onward. Database of Neotropical Bat/Plant. *Online*: http://www.nybg.org/botany/tlobova/mori/batsplants/database/dbase_frameset.htm.
24. Guariguata, M. & Kattan, G. 2002. Ecología y conservación de bosques neotropicales. 1ª ed. Ediciones LUR. 692pp.
25. Hall, L.S., Krausman, P.R. & Morrison, M.L. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildl. Soc. Bull.* 25: 173-182.

26. Hutto, R. L. 1985. Habitat selection by nonbreeding migratory land birds. P. 455-476
In: M.L. Cody (ed). Habitat Selection in Birds. Academic Press, Orlando, Florida
27. Jiménez-Valverde, A., Hortal, J. 2003. La curva de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. Vol 8: 151-161.
28. Jiménez, A.M. 2013. Conocimiento y conservación de los murciélagos filostómidos (Chiroptera: Phyllostomidae) y su utilidad como bioindicadores de la perturbación de los bosques neotropicales. Tesis para optar al grado de Doctor en Ecología y Medio Ambiente. Universidad Autónoma de Madrid
29. Jones, J. 2001. Habitat Selection Studies in Avian Ecology: A Critical Review. *The Auk* 118(2): 557-562
30. Kalko, E.V.K., Handely, C.O. & Handely, D. 1996. Organization, diversity, and long-term dynamics of a neotropical bat community. *Academyc Press*: 503-553
31. Kingston, T. 2009. Analysis of species diversity of bat assemblages. In Kunz, TH; Parsons, S. eds. *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. 2 ed. Baltimore, US, The Johns Hopkins University Press. p. 195-215
32. Krausman, P. 1999. Some Basic Principles of Habitat Use. Presented in "Grazing Behavior of Livestock and Wildlife". *Idaho Forest, Wildlife & Range Exp. Sta. Bull* 70: 85-90.
33. Kofoky, A., Adrianfidison, D., Ratrimomanarivo, F., Razafimanahaka, J., Rakotondravony, D., Racey, P and Jenkins R. 2006. Habitat use, roost selection and conservation of bats in Tsingy de Bemaraha National Park, Madagascar. *Sprincer Science+Business Media*.

34. Korine, K. & Kalko E.V.K. 2005. Fruit detection by small fruit-eating bats (Phyllostomidae): echolocation call design and olfaction. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 59 (1): 12-23.
35. Lopez, J. 2013. Efectos de la manipulación de los patrones de dispersión de semillas como mecanismo para potenciar el rol de los murciélagos frugívoros en la regeneración del bosque: Implicaciones en la restauración ambiental y captación de carbono atmosférico. Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología. Universidad San Carlos de Guatemala. 64pp.
36. Malo de Molina J.A., Velazco, S., Pacheco, V. y Robledo, J.C. 2011. Análisis de vocalización de murciélago longirrosto peruano *Platalina genovesium* Thomas, 1928 (Chiroptera: Phyllostomidae). *Revista Peruana de Biología* 18(3): 311-318.
37. Magurran, AE. 2004. *Measuring biological diversity*. Oxford, Blackwell Publishing. 256 p.
38. Mena, J. 2010. Respuesta de los murciélagos a la fragmentación del bosque en Pozuzo, Perú. *Revista peruana de Biología* 17(3): 277- 284. *Online:* <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/biologiaNEW.htm>
39. MINAM (Ministerio del Ambiente). 2015. *Guía de Inventario de la Fauna Silvestre*. Lima, Perú: Dirección General de Evaluación, Valorización y Financiamiento del Patrimonio Natural del MINAM
40. Muchuy, NE & Tananta, LG. 2013. Estructura comunitaria de la familia phyllostomidae (Mammalia: Chiroptera) en el bosque inundable y no inundable de la estación biológica Madre Selva – río Orosa, Loreto-Perú. Tesis para optar por el título profesional de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 112pp.

41. Muscarella, R. & Fleming, T. 2007. The Role of frugivorous bats in Tropical Forrest Sucesion. *Biol. Rev.*, 82: 573-590.
42. Neuweiler, G. 2000. The biology of bats. Oxford Univesity Press. 310pp.
43. Noguera-Urbano, E. & Escalante, T. 2014. Datos geográficos de los murciélagos (Chiroptera) en el Neotrópico. *Rev. Biol. Trop.* Vol 62(1): 201-215
44. Pachecho, V., Cadenillas, R., Salas, E., Tello, C. & Zeballos, H. 2009. Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. *Revista Peruana de Biología* 16(1): 5-32. Versión *Online*: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/biologiaNEW.htm>
45. Pendra, J., Isacch, JP. & Bó, MS. 2008. Habitat relationship of diurnal raptors at local and landscape scales in southern temperate grasslands of Argentina. *Emu-Austral Ornithology* 108: 301-310.
46. Petren, K. 2001. Habitat and Niche, Concept of. *Encyclopedia of Biodiversity*. Vol 3: 303-315.
47. Rivera-Parra, P. y Burneo, S. 2013. Primera biblioteca de llamadas de ecolocalización de murciélagos del Ecuador. *THERYA* Vol. 4(1): 79-88.
48. Rodríguez-Herrera, B., Medellín, A. & Timm, R. 2007. Murciélagos neotropicales que acampan en hojas. 1 ed. Instituto Nacional de Biodiversidad. INBio. Costa Rica. 180pp.
49. Rodríguez-San Pedro A., Allendes J.L., Carrasco-Lagos P. & Moreno R.A. 2014. Murciélagos de la Región Metropolitana de Santiago, Chile. *Seremi del Medio Ambiente*.

50. Región Metropolitana de Santiago, Universidad Santo Tomás y Programa para la Conservación de los Murciélagos de Chile (PCMCh). 51 pp.
51. Roncancio, N. y Estéves, J. 2007. Evaluación del ensamblaje de murciélagos en áreas sometidas a regeneración natural y restauración por medio de plantaciones de aliso. *Boletín Científico – Centro de Museos – Museo de Historia Natural* Vol. 11(1): 131-143.
52. Root, RB. 1967. The Niche Exploitation Pattern of the Blue-Gray Gnatcatcher. *Ecological Monographs*, 37(4): 317-350.
53. Smith, TM. & Smith RL. 2007. *Ecología*. 6ta edición, Madrid. Pearson Addison-Wesley. 776pp.
54. Sampaio, EM., Kalko, EK., Bernard, E., Rodríguez-Herrera, B. & Handley, C. 2003. A biodiversity assessment of bats (Chiroptera) in a tropical lowland rainforest of a Central Amazonía, including methodological and conservation considerations. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 38: 17-31.
55. Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G. Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, A.M. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt. Bogota, Colombia. 236pp.
56. Willig, MR; Presley, SJ; Bloch, CP; Hice, CL; Yanoviak, SP; Díaz, MM; Chauca, LA; Pacheco, V; Weaver, SC. 2007. Phyllostomid Bats of Lowland Amazonia: Effects of Habitat Alteration on Abundance. *Biotropica* 39 (6): 737–746.
57. Zortéa, M., Alho, CJR. 2008. Bat diversity of a Cerrado hábitat in central Brazil. *Biodiversity and Conservation* 17(4): 791-805.