



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**MODELOS ALOMÉTRICOS DE FETOS DE MURCIÉLAGOS
DE LAS FAMILIAS Phyllostomidae y Vespertilionidae.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**B I Ó L O G O
P R E S E N T A:**

EDGAR ALAN ARRIAGA RUIZ

**DIRECTORA DE TESIS:
DOCTORA GABRIELA SÁNCHEZ FABIOLA
LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA,
EDO. DE MÉXICO. 2022.**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Índice.

INTRODUCCIÓN.....	6
El estudio científico.....	10
La matematización en la descripción de estructuras biológicas.....	10
Objeto de estudio para la investigación científica.....	11
Modelos de sistemas biológicos.....	12
Imagen 1. Medidas morfométricas consideradas en murciélagos (Orden Chiroptera).....	13
Niveles de organización biológica.....	14
Antecedentes de estudios de diafanización.....	15
La ecuación alométrica en biología.....	16
Planteamiento del problema.....	16
Justificación.....	16
Objetivo.....	17
MÉTODO.....	17
Imagen 2: Fetos de murciélagos diafanizados.....	17
Etapas de desarrollo embrionario.....	17
RESULTADOS.....	20
Tabla 1. Comparación de las medidas morfométricas (MM) fetos de ambas familias, en cuanto a valores mínimos y máximos en mm.....	20
Tabla 2. Razones geométricas o por cociente de las medias morfométricas de fetos de murciélagos de las familias Vespertilionidae y Phyllostomidae.....	21
Tabla 3. Comparación de medidas morfométricas de fetos entre familia Vespertilionidae y Phyllostomidae, (t student $\alpha = 0.05$).....	21
Tabla 4. Correlación entre medidas morfométricas de fetos de murciélagos de las familias Vespertilionidae y Phyllostomidae.....	22
Tabla 5. Modelos alométricos entre medidas morfométricas de fetos de murciélagos de las familias Vespertilionidae con base en el modelo $y = aX^{b1}$	23
Tabla 6. Modelos alométricos entre medidas morfométricas de fetos de murciélagos de las familias Phyllostomidae con base en el modelo $y = aX^{b1}$	24
Ejemplos de imágenes obtenidas en laboratorio.....	25
DISCUSIÓN.....	25
CONCLUSIONES.....	28
PERSPECTIVAS.....	28
LITERATURA CITADA.....	28
ANEXO FOTOGRÁFICO.....	31

AGRADECIMIENTOS.

A mis padres, **Edgar Arriaga** y **Martha Ruiz**, por darme la vida, por estos años a mi lado, por sus cuidados, desvelos, apoyo y sacrificios. Por acompañarme día y noche, por darme la educación y las herramientas que me han llevado hasta este momento, y por sus decisiones, que directa o indirectamente, han influido en mi vida.

A **Daniela Arriaga**, mi hermana. Por enseñarme desde un ángulo diferente a vivir, a pensar y a enfrentar la vida, aun siendo menor que yo, y demostrando que la edad no es sinónimo de madurez, sino las experiencias vividas.

A mis abuelos, **Elizabeth Sánchez**, **Héctor Arriaga** y **Juana Jaime**. Por su tiempo, por alimentarme literal y anímicamente, por su cariño y por cada momento junto a ustedes. Por ser parte de este camino.

A **Jacqueline Sánchez**, mi tía, por sus enseñanzas, su apoyo, sus consejos y por compartir su visión particular de la vida. Por los pensamientos que me ha permitido conocer y contrastara durante estos años.

A **Fernando Ruiz**, mi tío, por dedicar parte de su tiempo cuando nos vemos, por su actitud y su visión sobre distintos asuntos en que lo he visto tomar decisiones. Por ser el padre de mis primas, Fernanda y Renata.

A **Claudia Arriaga** y **Tonatiú Gómez**, tíos, amigos y humanos admirables. Que me inspiran confianza y en quienes sé que puedo obtener el apoyo y las palabras de aliento necesarias si algo me pasa. Por ser padres de Santi y Ángel, y hacer su existencia realidad en nuestro día a día.

A **Emmanuel Arriaga** y **Noemí Castillo**, tíos que siempre han tenido fuertes y grandes consejos, palabras de ánimo y me han dado una visión más amplia de la vida. Por darme un nuevo primo, Maxi, que será un amigo y compañero de aventuras más, aun con la gran diferencia de edad que tenemos.

A mis bisabuelos, **Elizabeth Silva** y **Gilberto Sánchez**, a mi tío **Ramón Sánchez**, y a mi padrino **Héctor Arriaga**, pues, aunque ya no están físicamente conmigo, siguen siendo lo que fueron en vida, consejeros, guías, compañeros, amigos, maestros en cada día.

A **Verlaine**, compañero de desvelos, de aprendizaje y de estrés, pero también de éxitos y proveedor de ánimo.

A la **UNAM**, punto central en esta historia y la institución que hizo posible cada uno de mis logros académicos.

A la **ENP**, donde inició la historia y decisión de este biólogo por elegir el camino de la ciencia para toda mi vida.

A la **FES Iztacala**, por brindarme el espacio para desarrollar mis habilidades y crear aún más. Por cada día y noche que se volvió parte de mí, y mi segundo hogar.

A mis tutores, **Gabriela Sánchez** y **Roberto Moreno**, que me han adoptado como uno más en su laboratorio y en su vida, por estar siempre pendientes de mi desarrollo personal, por ayudarme en momentos donde la salud de mi familia estuvo comprometida. Por sus conocimientos, por todas las horas que han acompañado este proceso y sido parte de él.

A los miembros del sínodo, el doctor **Rodolfo García Collazo**, la maestra **Leticia Adriana Espinosa Ávila** y al profesor **José Ángel Lara Vázquez** por sus importantes aportaciones y observaciones al presente proyecto, así como el ánimo y tiempo otorgado para ello.

Al doctor **Diego de Jesús Chaparro Herrera** y la doctora **Sandra Fabiola Arias Balderas**, quienes me han brindado apoyo académico, emocional y personal a lo largo del tiempo que nos conocemos. Por apoyar cada idea y por permitirme desarrollar mis habilidades y conocimientos en cada espacio que han tenido disponible.

A las maestras **Irma Estrella Beatriz Manuelle Cacheaux** y **Ruth Concepción Márquez Juárez** quienes todo el tiempo resolvieron mis dudas académicas dentro y fuera de sus materias, volviéndose ejemplos en la facultad, y que despejaron mi panorama en momentos difíciles.

A los doctores **Omar Alfredo Barrera Moreno** y **César Gabriel Durán Barrón**, que han sido apoyo académico y personal, que se han vuelto grandes amigos en estos años de aprendizaje. Por animarme a cumplir ideas y ser ejemplo de emprendimiento en el día a día.

Para la maestra **María Teresa Domínguez Magallón**, quien formó en prepa 7 un bebé biólogo, el cual nunca pensó recorrer este camino. Por formarme especialmente para esta carrera, otorgarme más tiempo de lo normal para que mis conocimientos quedaran claros, aún después de terminar su curso. Por mostrarme que la biología es el camino más bello que se pueda elegir, y que, sin duda, es el camino que siempre debí seguir.

A la maestra **Ceyde Silva Madrid**, quien ha sido un apoyo en momentos de incertidumbre, y que siempre ha resuelto mis dudas sin importar que no fui su alumno. Por brindarme su tiempo y sus conocimientos cada vez que lo he necesitado, y ayudarme a crecer como profesional.

A la maestra **Martha Millán Toledo**, quien hizo crecer en gran medida mi parte artística, me enseñó de música e instruyó mi voz durante años, así como por su amistad, por tomarse el tiempo para saber de mí y por todas las experiencias que pude vivir gracias a ella y por unirme al Coro de la Vega.

A **Omar y Elizabeth**, mis mejores amigos durante toda la carrera. Por cuidarme en campo, por apoyar mis ideas para proyectos y por unir nuestras habilidades y conocimientos trabajando en equipo cada vez que fue necesario. Por disfrutar la carrera conmigo y con todos nosotros, y ser la parte del equipo que siempre estaba para relajar y aliviar el estrés.

A **Marcela y Gabriel** por volverse de mis amigos más cercanos y parte indiscutible del equipo. Por apoyarme personalmente y también por todo lo que pudimos aprender juntos en cada semestre y nuestras metas cumplidas. Por los días de diversión en campo y en el laboratorio, por las horas de comida llenas de alegría y de relajación.

A **Luis**, que desde donde se encuentre, nos contagió a todos, su gusto por la carrera y por los dinosaurios, recordándonos esa etapa de la infancia donde queríamos ser paleontólogos, y que él logró vivir.

A **Esteban**, compañero de aventuras desde hace años, por darme ánimos, por crecer juntos en cada aprendizaje, en cada reto. Por darme el impulso necesario cuando me sentía indeciso en algún momento, por ser parte de este equipo y unir su conocimiento con el mío en toda ocasión.

A **Carla**, por su ánimo de participar en este proyecto, mejorando ampliamente la calidad de las fotografías obtenidas. Por su calidez, su amistad, su cariño, y por acompañarme en buenos y malos momentos desde que nos conocimos.

A **Montserrat, Rodrigo y Eduardo**, con quienes, desde que los conocí, hemos compartido muchísimas cosas en común, disfrutado de aprender, de compartir lo que cada uno ha vivido en nuestras carreras, por estar presente a pesar de la distancia o el tiempo. Por poder contar con ustedes, aunque nos veamos pocas veces.

A **Diana, Vanessa y Mariana**, por apoyarme, por compartir proyectos, resolver dudas más cercanas a su campo que al mío, por estar pendientes de mí cada vez que lo he necesitado, aún sin pedirlo. Por sus conocimientos y por su amistad desde hace años. Por recordarme que siempre se puede encontrar una nueva amistad donde menos se espera.

A **Jennifer Y Lizeth**, alumnas del primer grupo en el que di clases, y que, hasta la fecha, siguen pidiéndome consejos, opiniones o tomándome en cuenta para sus dudas tanto académicas como personales.

Al **Laboratorio de Anatomía de Vertebrados y Educación Científica (LAVEC)**, por acogerme en los últimos semestres de la carrera y permitirme hacer tesis y servicio social en este lugar. Por encaminarme en la anatomía y hacerme sentir parte de un lugar de forma totalmente natural. Porque pude encontrar ahí, todo lo que hoy puedo hacer respecto a esta rama de la Biología.

A **Sarita y Elisa**, hijas de los doctores y quienes me han incluido desde el inicio de mi estancia en LAVEC, por darme su cariño, su tiempo y por enseñarme todo lo que saben para crecer como biólogo.

A **Sarahí, Fernando, Diana, Leonor y Génesis**, los primeros integrantes de LAVEC con quienes hice amistad y me apoyaron a aprender lo necesario de este laboratorio. Por el ánimo que transmiten y por todo su conocimiento sobre los organismos a los que se dedican y los cuales aman profundamente.

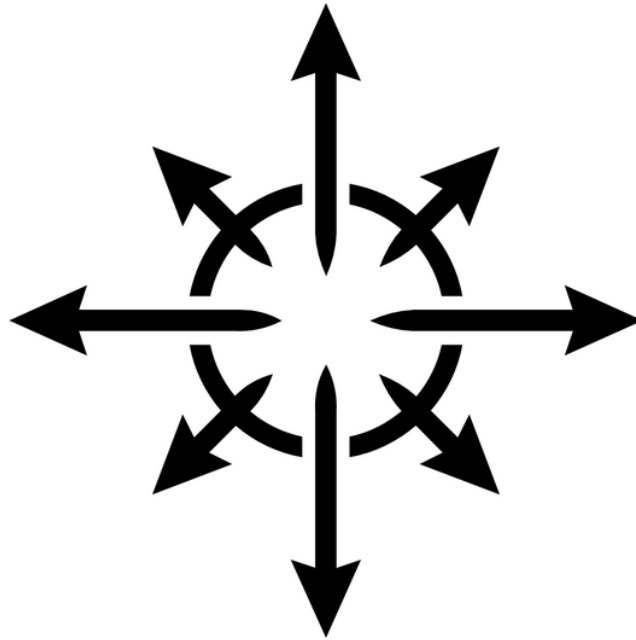
A **Dafne, Anel, Arantxa, Carolina, Dagny y Daniel**, el último equipo del laboratorio con el que pude convivir, con quienes he compartido el conocimiento que obtuve en este tiempo y por todas las distintas visiones que tiene cada uno de ellos. Por volverse en poco tiempo, grandes amigos con los que he podido coincidir.

A **la vida**, el más grande misterio de la existencia, que me ha permitido estudiarla, tratar de comprenderla, y que he podido concluir de ella, es que ha estado durante millones de años, y seguirá aquí aún después de la era humana.

A **mí**. Por no rendirme, por seguir adelante aun cuando dudaba de mis capacidades, por seguir creciendo, investigando, conociendo, y retándome a dejar atrás los miedos, prejuicios, las críticas propios y ajenos, para ser una persona distinta a lo que he conocido de mí mismo, para lograr ser un mejor biólogo.

No creo en nada, yo sé lo que yo sé, y postulo teorías que pueden o no, entrar en mi sistema de creencias adoptadas, cuando han sido probadas. No hay dioses o demonios, excepto aquellos a los que he sido condicionado para conocer, y los que he creado para mí.

Creo y destruyo creencias según su utilidad; en las palabras de los sabios, nada es verdad. Mientras no se dañe a otros, todo está permitido.



“La Ciencia no es solo compatible con la espiritualidad. Es la fuente de la espiritualidad”.

- Carl Sagan.

“Nunca acepto a un estudiante obediente. Un verdadero científico tiende a ser crítico, y en algún momento, tuvo que rebelarse ante sus maestros”.

- Lynn Margulis.

“La Magia es la Ciencia y el Arte de hacer que el Cambio ocurra conforme a la Voluntad”.

- Aleister Crowley.

“El espacio, el tiempo, la materia y la energía se originan en el Caos, tienen su ser en el Caos, y a través de la agencia del éter, son movidos por el Caos a las múltiples formas de existencia. Dejemos que la mente se convierta en una llama, o en un estanque de aguas tranquilas”.

- Peter Carroll.

“Es importante recordar que la biología, a diferencia de la física, no es una ciencia exacta, si bien Stephen Jay Gould creador de la teoría del equilibrio puntuado creía firmemente que al menos la teoría de la evolución sí lo era. No tiene leyes ni axiomas, sino que se basa en hechos, observaciones y preceptos que conducen a hipótesis, más o menos verificables sobre la base del mismo registro fósil y de lo que podemos deducir a partir de lo que sabemos de las especies vivas. Uniendo la experiencia geológica y el conocimiento geográfico, y lo que en los últimos decenios ha agregado la genética. Pero lo que han hecho los biólogos, desde Aristóteles hasta Darwin y todos los postdarwinistas, incluidos sus opositores, los creacionistas, ha sido pronunciar hipótesis. Y éstas se apoyan en la capacidad para descifrar lo visto, traducirlo en un texto escrito y convencer a los demás de que así son (y fueron) las cosas en materia viva”

Carlos Chimal, Armonía y saber. 2004.

Tomado de Ochoa, H. E., et al (2010) Biología de sistemas. Una mirada a lo más profundo de nuestro origen, evolución y funcionamiento. México, ANUIES/SINED/UMSNH.

INTRODUCCIÓN.

Los biólogos estudian la vida, un fenómeno muy peculiar, que, hasta hoy en día, aun no existe una definición que le dé una cobertura satisfactoria. La biología se define como la ciencia que estudia los seres vivos, muertos y sus versiones sintéticas” (Biología de sistemas ANUIES, 2010).

Cuando el biólogo estudia los sistemas vivos, puede realizarlo a través de la investigación experimental, la descriptiva o ambas. La investigación descriptiva utiliza el método de observación, la cual puede ser cuantitativa o cualitativa, también pueden utilizarse los estudios de caso o las encuestas.

La descripción de los seres vivos con enfoque científico, implica que se logren descripciones objetivas, que superen las creencias que existan sobre los mismos, tales descripciones tienen implícita la verificación como criterio científico, las descripciones que se hagan se sustentan en la deducción como un componente de la lógica de la ciencia.

Las descripciones de los sistemas vivos implican la capacidad de observación del científico que las lleva a cabo; la observación es un elemento fundamental en la investigación científica, resaltando que el observador científico observa un objetivo claro, sabe qué es lo que quiere observar y con qué fin lo quiere hacer, trasciende la observación común, no científica. No se puede exceptuar lo planteado por Hanson (1977), citado en Tudela (1985), quien señaló en su momento que “toda observación está cargada de teoría”.

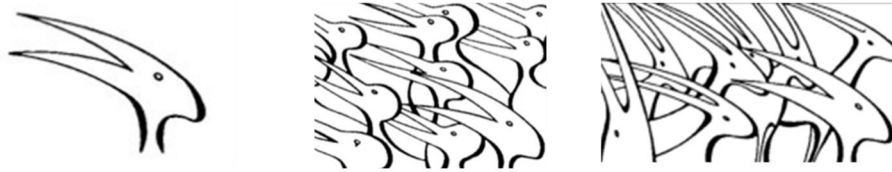


Fig. A ¿Qué vemos?

Tomado de http://homepages.ed.ac.uk/ajbird/teaching/Philosophy_of_Science/Hanson_from_Kuhn.html

En la figura A, se muestra cómo en la descripción que hagamos de un sistema vivo, muerto o de una versión sintética de él, depende de varios aspectos. Por ejemplo, puede sesgarse hacia que es un antílope o un ave, y lo anterior llevaría que en cuanto a lo que podemos medir varía también con el tipo de organismo. El científico, para describir un sistema vivo, puede utilizar diferentes herramientas, entre ellas las matemáticas, pero es evidente que puede encontrarse con situaciones donde no “vea” lo que otros si “ven”. Feyerabend (1986) permite entrever cómo cualquier conocimiento es válido para contrastar diversos conocimientos, lo que conlleva a la construcción de teorías, que sean a su vez sustento para observar más detalles del objeto de estudio en cuestión.

En el caso del estudio de los organismos vertebrados, se busca generar modelos que representen de la manera más aproximada al objeto de estudio en cuestión. Tales modelos se sustentan en la información que se genera a partir de los datos obtenidos de dichos organismos.

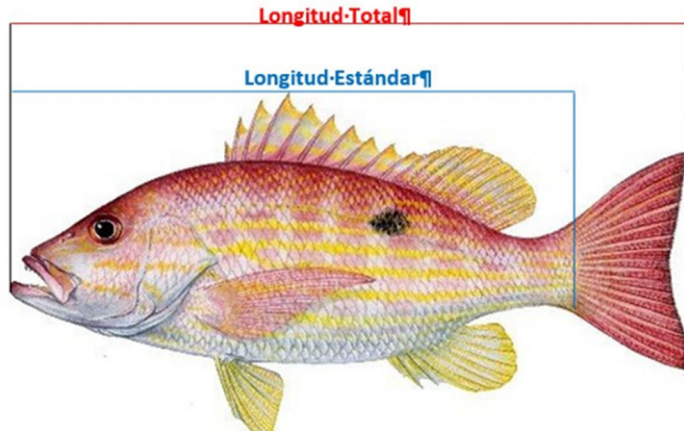


Fig. B Ejemplo de medidas morfométricas de un pez

Tomado de: <https://www.guiarecursospesqueros.org/peces-oseos/>

El registro de observaciones y datos pueden ser desde pocos datos, como se ve en la figura B, hasta una búsqueda por mostrar la mayor cantidad de estructuras, como se observa en la figura C.

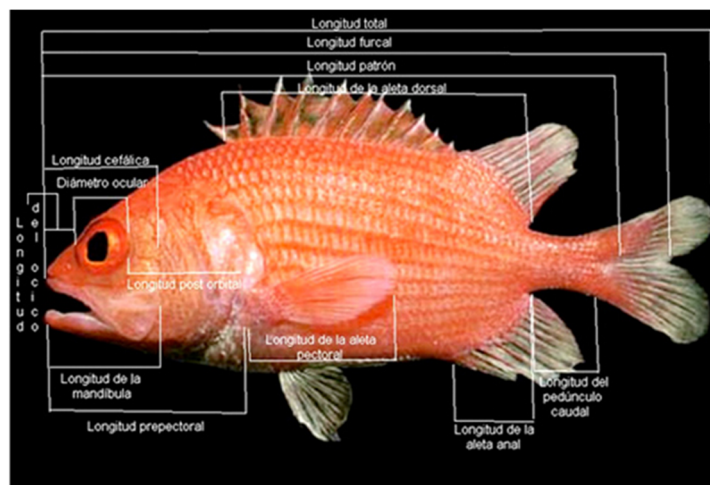


Fig. C. Ejemplo de medidas morfométricas de un pez

<http://www.ib.unam.mx/cnpe/informacion/oseos/anatomia/>

Los casos que se ejemplifican aluden a la morfología y con ello a las posibles relaciones que es factible encontrar con las diferentes medidas consideradas. Ello nos lleva al estudio de la morfometría. La cuestión es estudiar las partes que conforman a un organismo en un marco de plano corporal, que permita hacer desde un “boceto” que inicie la

caracterización del sistema biológico hasta lograr aproximaciones de la estructura, buscando llegar a la representación más próxima. (Fig. D).

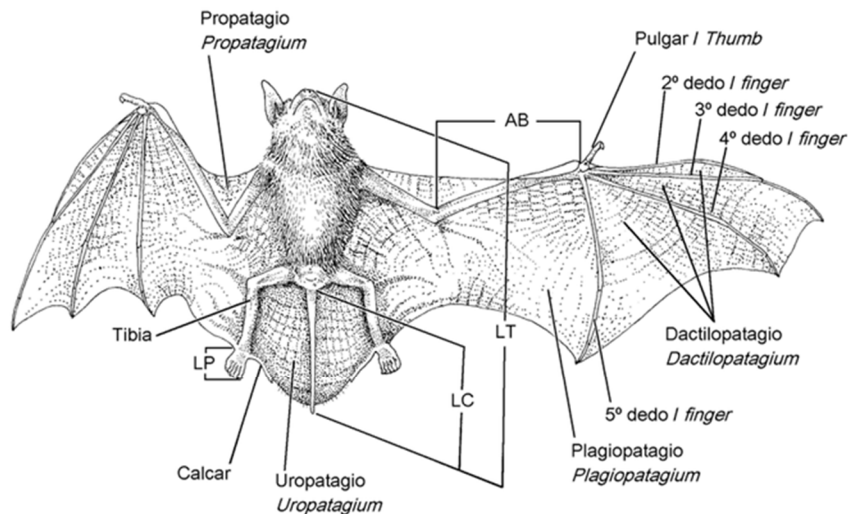


Fig. D. Ejemplo de medidas morfométricas de un murciélago y las estructuras anatómicas.

Tomado de: https://www.researchgate.net/figure/Morfologia-y-morfometria-externa-ver-descripciones-en-el-texto-External-morphology_fig1_259475280

En la figura D se muestran las medidas morfométricas para realizar con ellas la aplicación de algunos modelos matemáticos para distintos fines, como las regresiones matemáticas.

Las observaciones que se llevan a cabo de los sistemas vivos generan datos, los cuales representamos con símbolos que implican la existencia de conceptos, tales datos se trabajan con herramientas como la Bioestadística, la cual en su definición “es el estudio científico de datos numéricos basados en fenómenos naturales”, integra aspectos como los siguientes (Sokal, 2003):

1. Estudio científico.
2. Datos.
3. Numéricos.
4. Fenómeno natural.

El estudio científico.

Es común el criterio de validez basado en la evidencia científica, basado en la objetividad y evaluación de los datos. Estos últimos presentan una mayor validez, cuando trascienden de la muestra a la población y se enfatiza el que los datos sean numéricos (variables cuantitativas), sin que se descarte en la estadística las variables cualitativas.

Es factible caracterizar estadísticamente aspectos de la morfología de los murciélagos y generar modelos de relación entre las magnitudes de varias medidas morfométricas (MM) de su esqueleto, utilizando la ecuación alométrica ($y=aX^{b1}$), lo que permite correlacionar el tamaño de las estructuras que conforman al organismo, permitiendo diseñar modelos que permiten determinar relaciones alométricas de este, donde se pueden mostrar diferentes relaciones que muestren la proporcionalidad que existe entre el tamaño de un quiróptero, su forma y crecimiento (Durán, et al, 2017). Dichos patrones se evidencian en las claves de identificación taxonómica, donde las estructuras externas son sustanciales para su determinación a diferentes niveles taxonómicos. (Álvarez T.; Álvarez-Castañeda S. T.; López-Vidal J. C., 1994). La alometría es una herramienta que permite describir las diferencias morfológicas entre individuos, especies, sexos, o etapas ontogénicas (Polly et al, 2016). Con la información que se puede obtener de ella, es posible obtener correlaciones de forma y función, así como términos y relaciones entre el tamaño y la forma de los organismos analizados. Es factible caracterizar estadísticamente con enfoque descriptivo e inferencial, los fetos de murciélagos que pertenecen a las familias Phyllostomidae y Vespertilionidae, así como comparar las medidas morfométricas (MM) entre ambas familias y generar modelos alométricos correspondientes, utilizando la ecuación alométrica ($y=aX^{b1}$).

La matematización en la descripción de estructuras biológicas.

Las estructuras biológicas pueden ser analizadas desde distintas posturas, entre las cuales se destacan en el mundo macroscópico como:

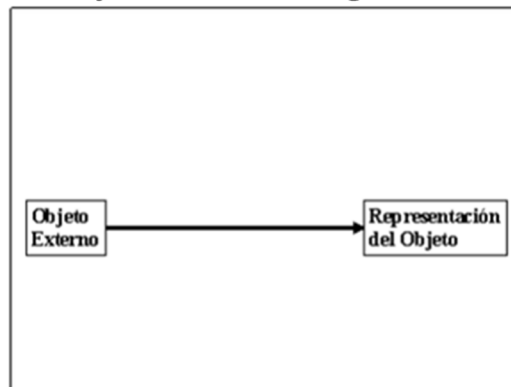
1. Objeto de estudio para la investigación científica.
2. Modelos de sistemas biológicos.

3. Niveles de organización biológica.
4. Biodiversidad.

Objeto de estudio para la investigación científica.

En la investigación biológica, se busca representar los sistemas vivos o parte de ellos con representaciones que permitan caracterizar de manera lo más completa posible a los mismos (Fig. 1); en el caso de los fetos, su representación puede implicar un trabajo de integración.

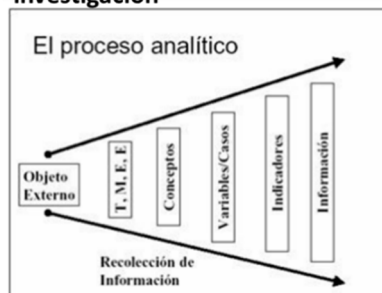
El objeto de la investigación



Henríquez, G. y Barriga, O. 2005.

En palabras de Henríquez y Barriga (2005): “existe, fuera de nosotros, algo que nos interesa conocer, describir, explicar, o interpretar. Por tanto, es lo que el investigador quiere saber”. Para ello es factible que se integren la fase analítica y sintética de la investigación respectivamente.

La fase analítica de la investigación



Henríquez, G. y Barriga, O. 2005.

En el proceso de análisis, la investigación de los fetos de murciélagos, se pretende descomponerlo hasta sus mínimas unidades, características a observar, enfatizando los aspectos que interesa estudiar, como la morfometría, dónde se reflexiona y búsqueda de relaciones entre los diferentes componentes de la estructura viva. Lo anterior nos proporciona elementos que nos permiten determinar lo que sabemos y no sabemos sobre nuestro objeto de estudio (fetos de murciélagos), qué antecedentes existen sobre ellos y los supuestos que implica.

Modelos de sistemas biológicos.

El biólogo, como científico, contextualiza el estudio de los seres vivos con el uso de modelos. Los modelos son representaciones de la realidad, cuyo propósito es mostrar cómo es ésta. Los mejores modelos de una realidad determinada son aquellos que muestran una amplia gama de similitudes. Rosenblueth (2000), decía que: “El mejor modelo de un gato, es otro gato. O mejor aún, el gato mismo”, lo cual nos dice que se puede aproximar mucho a la realidad, pero es muy probable que no se llegue a ella. Lo confirmaba con una frase famosa en su laboratorio, que decía: “En este lugar, el único que tiene la razón es el gato”. Evidentemente, no debemos olvidar que hay procesos de esa realidad, los cuales son eminentemente dialécticos. Los modelos dan fortaleza a vertientes trabajadas por los científicos, como el positivismo, en el cual las evidencias son fundamentales, es decir: en un modelo planteado, en este caso, el modelo matemático, es necesario mostrar con medidas las aproximaciones que predice un modelo. (Fig. E).



Fig. E. Modelo de un animal plastinado.
<https://discover-in.com/organos-plastinados-para-museos/>

Al trabajar con modelos, se encuentra sustento en el positivismo, que marca los siguientes aspectos: se aboca a los “hechos”, es empírico, es descriptivo, es unilateral, ahistórico, antidialéctico, considera los objetos como estáticos, se basa en la lógica formal (García, 1997).

El positivismo posee criterios de cientificidad (Ledesma, 1993), que embonan con lo anteriormente planteado. Al elaborar los modelos matemáticos sobre los organismos, no obstante, también posee debilidades, relacionadas con el mismo punto. Cuando se diseñan modelos, en este caso modelos matemáticos, se debe considerar que los sistemas vivos son muy complejos, que en ellos intervienen una amplia gama de variables y que los hechos que se trabajen no deben ser unilaterales, no se debe olvidar que los organismos manifiestan un proceso de desarrollo donde seguramente habrá cambios con alta probabilidad de cambios en las estructuras que los conforman y por tanto, en las mediciones que se realicen. En biología, todo es cambio.

En la configuración de modelos alométricos para el estudio de murciélagos, es común la toma de medidas como las indicadas en la imagen 1.

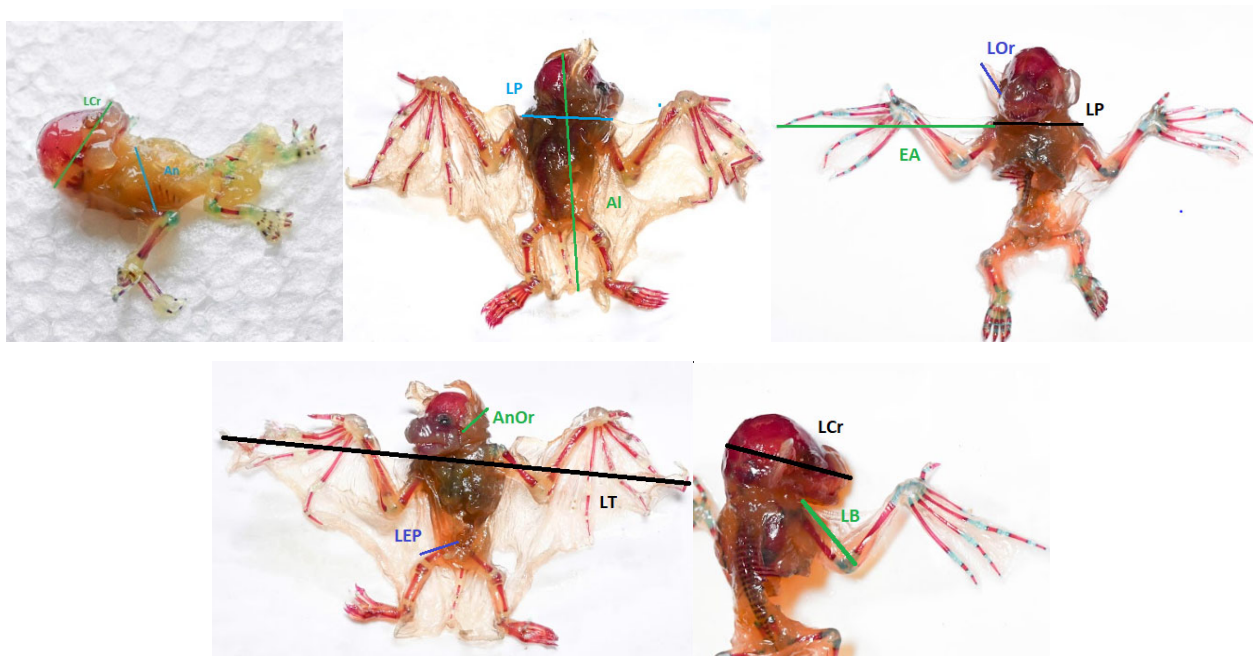


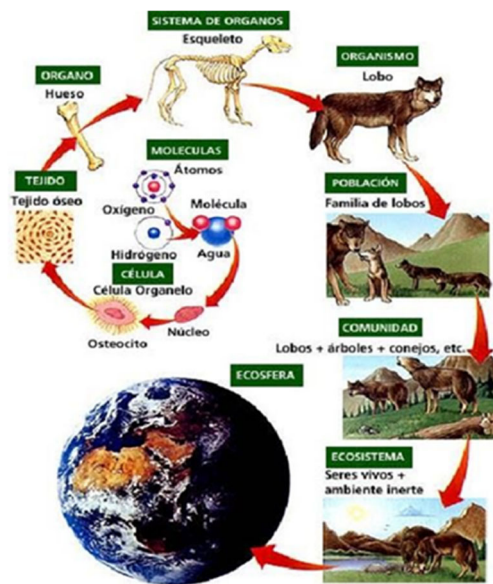
Imagen 1. Medidas morfométricas consideradas en murciélagos (Orden Chiroptera).

Los modelos que se realicen consideran aspectos como el proporcionar información sobre las características morfológicas, haciendo la consideración de que son demasiado complejos para ser estudiados matemáticamente en su totalidad; no obstante, los modelos matemáticos que se diseñen consideran el mínimo de variables interaccionando, pero que muestran potenciales medios para ampliar la descripción de un sistema.

Niveles de organización biológica.

La descripción de los organismos puede hacerse desde el modelo de niveles de organización, en donde es factible diseñar modelos matemáticos desde el nivel célula hasta el geosistema. Estos niveles nos permiten ubicar las características propias del mismo y las posibilidades de abordaje matemático de diferentes variables.

Sin excepción, podemos afirmar que se elaboran modelos matemáticos en todos los niveles, donde queda implícito el nivel organismo.



Niveles de organización biológica
<https://sites.google.com/site/biologiageneralmar/3-niveles-de-organizacion-biologica>

Antecedentes de estudios de diafanización.

En cuanto a la diafanización de fetos de murciélago, podemos decir que son muy escasos, sin embargo, hay estudios que se han realizado respecto a la morfometría, entre los cuales se pueden mencionar:

El trabajo de Blancas *et al* (por publicar), en el cual se tomaron 16 medidas morfométricas de 98 tortugas *Lepidochelys olivacea* de un nido, de 4 a 8 horas después de la eclosión, en Playa Ventura, en el municipio de Copala, en el estado de Guerrero, con las cuales se realizaron estudios morfométricos de regresión, con la



TORTUGA GOLFINA *Lepidochelys olivacea*

finalidad de analizar e impulsar la evaluación de los cambios morfológicos y contribuir al conocimiento sobre el desarrollo de estos organismos actualmente en estado vulnerable de acuerdo a la IUCN y en peligro de extinción por la NOM-059-semarnat-2010 en México, obteniéndose resultados como los mostrados en la tabla 1.

VARIABLES CONSIDERADAS EN EL MODELO DE REGRESIÓN	ECUACIÓN DE REGRESIÓN	VALOR DEL COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN
LC vs LT	$LC=1.3103(LT)^{0.6658}$	0.8331
Lc vs LT	$Lc=0.6915(LT)^{0.8226}$	0.8735
Do vs Lc	$Do=0.0857(Lc)^{1.6881}$	0.8324
LP vs Lt	$LP=0.8766(LT)^{1.0481}$	0.9908
LEP vs LEA	$LEP=0.2825(LEA)^{1.5847}$	0.9319
LEA vs LT	$LEA=0.9148(LT)^{0.7719}$	0.9059
LC vs Lc	$LC=1.8434(Lc)^{0.8008}$	0.8868

Tabla 1. Ecuaciones alométricas obtenidas con sus valores de coeficiente de determinación.

Cuadro 4. Medidas Morfométricas Tractos Respiratorios Superiores de Pato (*A. p. domesticus*) Parte 3.

Medida	Tracto 20	Tracto 21	Tracto 22	Tracto 23	Tracto 24	Tracto 25
LL	2.557	2.568	2.356	2.363	2.337	2.496
AL	0.26	0.252	0.37	0.362	0.359	0.389
LW	9.2184	9.3811	9.1088	9.206	9.1658	9.427
AW	8.981	9.553	9.3338	9.6062	9.6423	1.4312
LHD	12.8537	12.2446	9.3688	10.9183	10.5432	12.7345
AHD	0.572	0.7113	0.8027	0.624	0.4765	0.615
LW1	5.5046	5.8481	4.1022	5.8881	4.4385	5.8556
AW1	0.2459	0.3032	0.3083	0.3059	0.2782	0.279
LC1	1.6888	2.0256	2.7423	1.7189	1.0676	2.2064
ACH	1.5471	1.5875	1.4252	0.6431	1.1588	1.8159
Lk4	7.9322	8.0078	7.4196	8.465	7.2798	7.8594
ALA	4.7199	5.6403	4.2428	4.0639	4.4543	4.8859
AK4a (E)	0.2751	0.1859	0.2278	0.2151	0.229	0.2342
Long 1-3 (mm)	0.525	0.565	0.249	0.117	0.226	0.02
LT1(mm)	4.8	0.138	0.864	4.485	4.489	0.587
AT1p	0.27	0.275	0.285	0.275	0.27	0.275
AT1g	0.219	0.244	0.179	0.199	0.207	0.177
AT1c	0.263	0.272	0.25	0.241	0.25	0.255
AA1p (H)	0.3132	0.2896	0.2513	0.2881	0.2811	0.2663
AA1g (H)	0.3545	0.2873	0.2531	0.3359	0.3281	0.414
AA1c (H)	0.3884	0.288	0.4731	0.3652	0.2881	0.3868
LS	0.833	3.4037	3.8073	4.1051	5.2185	7.0827
OSC	2.4041	3.477	2.7933	3.0742	2.8894	3.1731
OSB	3.6665	3.9553	2.8732	3.7489	3.6681	3.8756
OSB	4.476	0.417	4.8218	0.27	4.821	7.8966
AA3c (E)	0.186	0.1859	0.1828	0.2291	0.181	0.241
AA3M (E)	0.2428	0.1452	0.176	0.1826	0.1888	0.3006
AA3B (E)	0.6244	0.4545	0.3892	0.39	0.3672	0.4374
AP1	4.6868	2.8776	1.682	1.2053	0.9638	4.8366
AP1	0.333	0.567	0.8018	0.5483	0.6884	0.3774
AT1a	0.0842	0	0	0	0	0.2714
AT1a	4.817	0	0	0	0	0.1032
AA1Tr	1.0387	0	0	0	0	0.2481
LB	5.5418	7.4119	8.4028	8.5151	8.2481	8.4474
AB	2.4082	2.3725	2.4449	2.4952	1.846	1.8206
ABD	4.6641	2.2537	7.8851	1.08	0.3325	8.2468
ABD	1.8373	2.3586	2.2173	2.2789	2.0143	1.8343
ABD	0.2474	0.3017	0.2142	0.2653	0.2537	0.2725
ABD	0.1729	0.3194	0.2489	0.2876	0.281	0.2697

El trabajo realizado por García E. (2021) titulado "Descripción anatómica de los tractos respiratorios superiores de pollos (*Gallus gallus domesticus*) y patos (*Anas platyrhynchos domesticus*) a través de la técnica de diafanización".

Mandarim-de-Lacerda (2019) realizó una revisión con la intención de mostrar cómo los métodos cuantitativos en morfología (alometría) sean posiblemente importantes, pues demuestran la relación entre el tamaño y la forma, lo cual facilita capacidad crítica y propositiva al morfológico. López (2015) señaló que: “Uno de los estudios más importantes que se ha llevado a cabo desde los inicios de la biología, es la descripción anatómica y morfológica de los seres vivos con la finalidad de analizar diferencias entre especies y dentro de una misma especie (Adams *et al*, 2013). Inicialmente, las descripciones de la forma de un organismo completo o de alguna de sus partes se hacían cualitativamente (Zeldicht *et al*, 2004), es decir, se comparaban con alguna forma fácilmente reconocible, usando términos como en forma de círculo, forma alargada, fusiforme, entre otros”. Boltzan (2015) trabajó “Morfología, craneometría e alometría evolutiva em morcegos nectarívoros neotropicais (Chiroptera, Phyllostomidae)”. O Almeida de Medeiros (2015) estudió: Análise da variabilidade morfométrica de morcegos em habitats fragmentados.

La ecuación alométrica en biología.

El modelo de ecuación alométrica considera la ecuación $y=boX^{b1}$, lo cual si se compara con Durán *et al* (2017), corresponde a la regresión potencial, donde $b0$ y $b1$ son constantes. Para estos autores “Si se desea comprobar que la función potencial es adecuada para las observaciones (datos), se deben obtener los logaritmos naturales de ambas variables (tanto la dependiente como la independiente) y realizar la gráfica correspondiente. Si ésta representa una línea recta, entonces es posible afirmar que la función potencial es un buen ajuste para los datos”.

La ecuación permitirá estimar el nivel de confianza con la cual se estiman las predicciones, esto es considerando el valor del coeficiente de determinación R^2 .

Planteamiento del problema.

La descripción de los murciélagos en sus diferentes etapas de desarrollo puede mostrar las relaciones matemáticas que existen entre las diferentes partes que conforman su plan estructural. Teóricamente, el organismo es producto de la evolución biológica, y su manifestación corporal es resultado de un genotipo, manifestado en un fenotipo, todo integrado para ser un sistema adaptado a su entorno. Sin embargo, surgen varias posibles preguntas. ¿Qué relación existe entre el esqueleto axial y el esqueleto apendicular de los murciélagos?, la estructura de su bauplan permite generar modelos matemáticos que nos permitan predecir variables elegidas para su estudio, como la longitud total (LT), la longitud patrón (LP), el tamaño de la porción cefálica, las extremidades anteriores, etc.

Justificación.

Existe carencia de estudios que muestren las posibles relaciones entre los componentes anatómicos, expresados con la ecuación alométrica, existiendo por ella espacios cognitivos no cubiertos en los quirópteros.

Objetivo.

Generar modelos de las relaciones entre diferentes medidas morfométricas, utilizando la ecuación alométrica ($y=aX^{b1}$) como base.

MÉTODO.

El estudio fue exploratorio y descriptivo, con 65 fetos de murciélagos diafanizados pertenecientes a dos familias: Phyllostomidae (22) y Vespertilionidae (43) (Fig. 1). Se identificaron taxonómicamente utilizando las Claves para murciélagos mexicanos de Álvarez Ticul, Álvarez-Castañeda Sergio Ticul y López Vidal (1994). Se obtuvieron 12 medidas morfométricas (MM) con Vernier digital, precisión de 0.01 mm.

El tratamiento estadístico fue con el programa Excel, considerando: las razones a/b de las MM, medidas de tendencia central y de dispersión, prueba de t student ($\alpha=0.05$) para comparar entre ambas familias, análisis de correlación, de regresión potencial utilizando la ecuación alométrica ($y=ax^{b1}$).

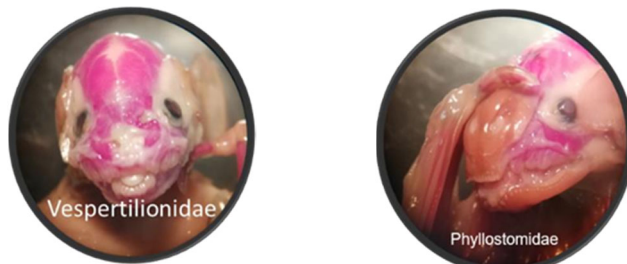
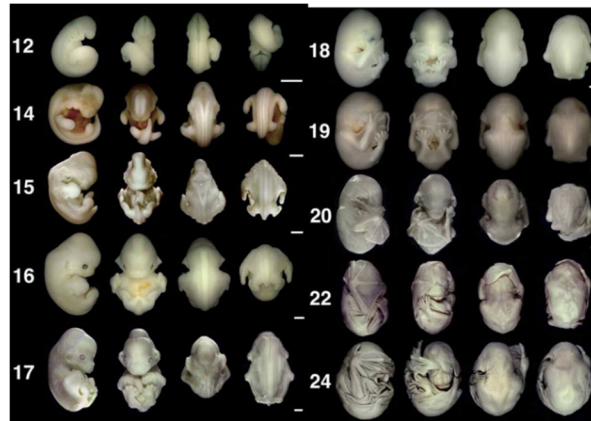


Imagen 2: Fetos de murciélagos diafanizados.

La elección del objeto de estudio (feto), fue considerando en términos generales el desarrollo embrionario, como se menciona en el siguiente párrafo.

Etapas de desarrollo embrionario.

Una de las formas en que se puede estudiar el desarrollo de los embriones y fetos, es catalogando por semanas el crecimiento de dichos organismos, así como sus estructuras. Esto evidencia visualmente en qué etapa se encuentran los individuos al momento de su análisis.



Entre las estructuras con cambios más notables, se encuentran la cabeza, las alas y la cola (en caso de tenerla). Se puede observar que, aunque algunos individuos tienen cierto desarrollo del cráneo bastante evidente, contrasta que las alas no están desarrolladas hasta las últimas semanas, previas al parto.

En la siguiente secuencia, se observan algunos de los cambios estructurales más evidentes en el desarrollo embrionario de ambas familias, asignándoles el número aproximado de semanas al que pertenecerían en el momento de la colecta. Cabe resaltar que, en cada caso, las semanas de gestación pueden llegar a variar.

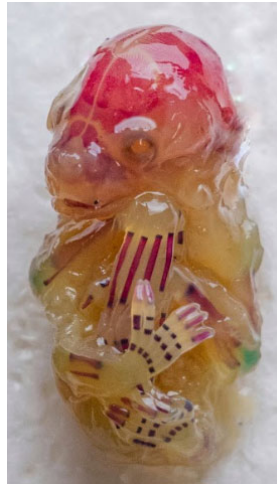
Vespertilionidae



Phyllostomidae



Semanas aproximadas: 18 a 19.



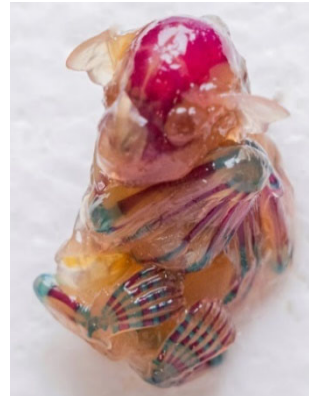
Semanas aproximadas: 20 a 21.



Semanas aproximadas: 20 a 21.



Semanas aproximadas: 21 a 22.



Semanas aproximadas: 23 a 24.



Semanas aproximadas: 23 a 24.

RESULTADOS.

Se presentan en secuencia: a) datos estadísticos de las Medidas Morfométricas (MM) de los fetos de murciélagos, b) las razones geométricas, c) comparación de la diferencia MM entre familias, d) correlación entre tales medidas, e) modelos alométricos entre las MM por familia y ejemplo de los fetos revisados en el laboratorio.

Tabla 1. Comparación de las medidas morfométricas (MM) fetos de ambas familias, en cuanto a valores mínimos y máximos en mm.

Familia	LT		LP		Al		An		Lcr		Ancr		Pe(g)	
	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
Vespertilionida	8.5	56.6	4.7	18.2	10.3	52.8	2.8	9.2	5.3	17.6	1.2	11.2	0.2	6.1
Phyllostomidae	22.3	92.4	5.7	20.8	19.4	55.5	3.7	11.4	7.5	20.2	5.3	13.2	0.5	9.4

Abreviaturas: LT=Longitud Total, LP= Longitud Patrón, Al=Altura; An=Anchura, Lcr=Longitud del cráneo, Ancr=Anchura del cráneo, Pe=Peso.

La diferencia significativa no rebasa los tres milímetros (tabla 1 y 3).

Tabla 2. Razones geométricas o por cociente de las medias morfométricas de fetos de murciélagos de las familias Vespertilionidae y Phyllostomidae.

Familia Vespertilionidae		Familia Phyllostomidae	
Razón a/b		Razón a/b	
LT/LP	2.9	LT/LP	4.3
Lor/Anor	1.5	Lor/Anor	1.3
LT/EA	2.1	LT/EA	2.2
LB/LEP	0.8	LB/LEP	0.8
Lcr/Ancr	1.6	Lcr/Ancr	1.5
LT/Al	1.1	LT/Al	1.6
Al/An	4.7	l/An	4.7
LT/An	5.1	LT/An	7.5

Fueron obtenidos modelos alométricos de mejores predicciones de las MM en la familia. Los grados de correlación obtenidos de moderada a fuerte (tabla 4).

Tabla 3. Comparación de medidas morfométricas de fetos entre familia Vespertilionidae y Phyllostomidae, (t student $\alpha = 0.05$).

LT, LP, Al, An, Anor, EA, LB, LEP, Lcr, Ancr, Pe	Ho se rechaza	Hay diferencia significativa en las MM comparadas
Lor	Ho se acepta	No hay diferencia significativa en las MM comparadas.

Tabla 4. Correlación entre medidas morfométricas de fetos de murciélagos de las familias Vespertilionidae y Phyllostomidae.

Correlación	R	Grado de correlación (Durán et al, 2017)	R	Grado de correlación (Durán et al, 2017)
Familias	-	Vespertilionidae	-	Phyllostomidae
LT vs LP	0.79	Moderada	0.90	Fuerte
Lor vs Anor	0.80	Moderada	0.77	Moderada
LT vs EA	0.81	Fuerte	0.93	Fuerte
Al vs An	0.75	Moderada	0.90	Fuerte
LB vs LEP	0.81	Fuerte	0.68	Moderada
Lcr vs Ancr	0.89	Fuerte	0.95	Fuerte
LT vs Pe	0.70	Moderada	0.91	Fuerte
LP vs Pe	0.82	Fuerte	0.92	Fuerte

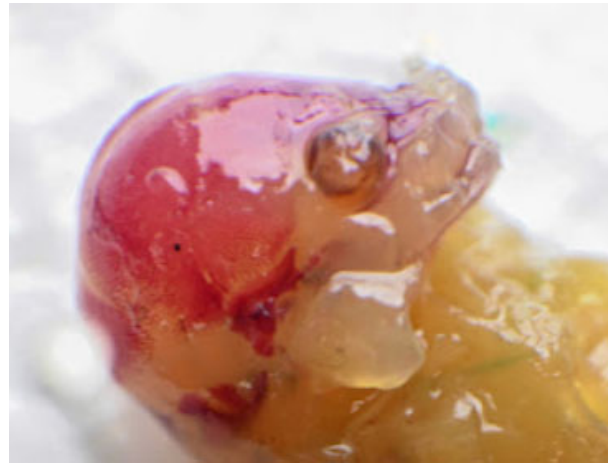
Tabla 5. Modelos alométricos entre medidas morfométricas de fetos de murciélagos de las familias Vespertilionidae con base en el modelo $y=aX^{b1}$

Regresión entre variables	Modelo Alométrico	R²	Valor de Y en los datos de Medidas Morfométricas	Valor de predicción de Y con base en valor elegido de X elegido al azar (variable independiente)	Diferencia en mm (valor absoluto)
LT vs LP	LP = $0.8276LT^{0.7352}$	0.7257	7.3	8.5	1.2
LOr vs Anor	Anor = $1.1211Lor^{0.693}$	0.6712	3.5	3.2	0.3
LT vs EA	EA = $1.3187LT^{0.682}$	0.5518	10.2	10.5	0.3
Al vs An	An = $1.2526Al^{0.4435}$	0.4772	3.5	4.5	1.0
LB vs LEP	LEP = $2.3001LB^{0.6948}$	0.7291	8.0	7.9	0.1
Lcr vs Ancr	Ancr = $0.5782Lcr^{1.0228}$	0.6671	4.6	4.5	0.1
LT vs Pe	Pe = $0.0037LT^{1.792}$	0.5968	0.5	0.8	0.2
LP vs Pe	Pe = $0.0066LP^{2.3835}$	0.7864	0.5	0.9	0.4

Tabla 6. Modelos alométricos entre medidas morfométricas de fetos de murciélagos de las familias Phyllostomidae con base en el modelo $y=aX^b$

Regresión entre variables	Modelo Alométrico	R²	Valor de Y en los datos de Medidas Morfométricas	Valor de predicción de Y con base en valor elegido de X elegido al azar (variable independiente)	Diferencia en mm (valor absoluto)
LT vs LP	LP = $0.4652LT^{0.8262}$	0.8405	7.46	6.1	1.4
LOr vs Anor	Anor = $0.5898Lor^{1.1438}$	0.651	4.45	7.0	2.5
LT vs EA	EA = $0.394LT^{1.0347}$	0.8667	19.8	27.2	7.4
Al vs An	An = $0.2712Al^{0.9267}$	0.8123	6.8	6.7	0.1
LB vs LEP	LEP = $2.4251LB^{0.7221}$	0.58	19.4	17.3	2.1
Lcr vs Ancr	Ancr = $0.8364Lcr^{0.9088}$	0.9186	6.8	7.8	1
LT vs Pe	Pe = $0.0011LT^{2.0231}$	0.9241	8.4	8.9	0.5
LP vs Pe	Pe = $0.0118LP^{2.2263}$	0.9089	0.62	1.0	0.4

Ejemplos de imágenes obtenidas en laboratorio.



DISCUSIÓN.

Las medidas morfométricas en ambas familias, considerando los mínimos y máximos, muestran valores ligeramente mayores en la familia Phyllostomidae. La aplicación del estadístico de prueba t student, muestra las medidas en las que hay diferencia significativa (tabla 1; tabla 3). Aun cuando existen notas alusivas al desarrollo de los murciélagos, éstas son de carácter general, como las que señalan Hernández (2015), Krisna y Dominic (1982).

Las razones a/b muestran que la familia Phyllostomidae posee una columna ligeramente mayor que la familia Vespertilionidae; Phyllostomidae (tabla 2) tiene especies que pueden tener un mayor número de vértebras cervicales, torácicas, lumbares, y, de existir en la especie, caudales, lo cual hace un esqueleto axial mayor que en Vespertilionidae (Gaudioso, 2019).

El estudio de los fetos de ambas familias muestra diferencias en sus MM, lo cual posee cierta lógica, por estar ubicados en taxa diferentes y lo que se confirma estadísticamente con los resultados de la prueba de t aplicada (Durán et al, 2017; Vargas, 2015; Guerra, 2014; Milton, 2007) (Tabla 3).

Los valores del índice de correlación R muestran que en la familia Phyllostomidae la correlación entre las MM LT vs LP, LT vs EA, Al vs An, LT vs Pe es fuerte (Durán et al, 2017), lo que se ve reflejado en los modelos alométricos, donde en esta familia se obtuvieron modelos alométricos con alto nivel de confianza (arriba del 90%), por los valores de R desde 0.89 a 0.95. Scheffler, 1981; Steel y Torrie, 1986.

Dado que la alometría correlaciona el cambio de forma con el cambio de tamaño de las estructuras (Kardong, 2006), es factible suponer o hipotetizar que los modelos obtenidos con diferentes partes anatómicas de los murciélagos de ambas familias permitirán hacer predicciones de cambios de una medida con respecto a otra, suponiendo el crecimiento en el tiempo, como se observa en el desarrollo de humanos, reportados por Beca et al (1989), quien registró el perímetro craneal de recién nacidos, a las 24 y 34 semanas, evidenciando el cambio. El quiróptero crece integralmente, de tal manera que su bauplan al modificarse durante el desarrollo, implica cambios en todas las partes que lo conforman.

La forma de los vertebrados es una manifestación inmanente a la ubicación taxonómica que se les adjudica. Alguna de las maneras de describir la forma es a través de la representación fotográfica, descripciones verbales, esquematización y la descripción por mediciones (Picones, 1983) como las alométricas de los organismos. Se pretende lograr una descripción objetiva de la covariación de la forma relacionada con factores subyacentes. (Toro et al, 2010). La aplicación de técnicas biométricas permite ampliar la descripción de los sistemas vivos, en este caso los fetos de murciélagos (Sokal, 1979). En esta caracterización de los fetos de murciélagos de las Familias Phyllostomidae y Vespertilionidae, se manifiesta una dispersión o variación amplia en sus diferentes medidas morfométricas, reflejadas en el coeficiente de variación el cual indica que, a una mayor dispersión o variación de las medidas morfométricas, mayor es el valor de dispersión (Durán, et al. 2017). Hubo valores de los coeficientes de variación desde 7% hasta 97%, con valor promedio del 40%; congruente tal aspecto con el nivel taxonómico que se compara, pues es una jerarquía a nivel Familia y con desarrollo un tanto diferente. Lo anterior se reafirmó con la aplicación de la prueba de t student, pues los resultados llevaron a diferencias estadísticamente significativas con un $\alpha=0.05$. (Sokal y Rohlf, 2003). El análisis del grado de asociación (correlación) y la posible predicción de las medidas morfométricas (regresión), mostró valores de R que oscilaron entre 0.75 a 0.93, (Tabla 4), que indican un grado de asociación entre moderada y fuerte, predominando esta última (Durán et al, op cit). Sin embargo, los modelos de predicción con valores más altos de R^2 ,

fueron en la Familia Phyllostomidae (R^2 predominando arriba de 0.8, y en Vespertilionidae de 0.7, pero hubo valores bajos como 0.392 y 0.5518. Estos últimos datos son más representativos, porque el tamaño de la muestra es de 43 fetos, mientras que en Phyllostomidae fueron 22, ello tiene un efecto importante, porque a menor tamaño de muestra, los valores de R y R^2 , pueden ser no representativos. (Scheffler, 1981), por lo que surge la sugerencia de incrementar el tamaño de la muestra. Los modelos de predicción alométrica con valores de 0.8 en adelante son aceptables, pues predicen una de las medidas morfométricas con respecto a la otra con un 80 % de confianza, quedando el resto de porcentaje de variabilidad no explicada (Ríus D. F. y Wärnberg J., 2014). Las razones A/B marcan de manera interesante la relación en medidas morfométricas, que dan idea de la forma del organismo, como se ve en los fetos de Vespertilionidae donde la LT/LP es de 2.9 y Phyllostomidae de 4.3 (Schmidt-Nielsen, 1976) (Tabla 5).

Para la familia Vespertilionidae, 4 de las 8 correlaciones entre variables son fuertes y 4 moderadas, mientras que para la familia Phyllostomidae, hubo 6 correlaciones fuertes. Los valores de correlación entre las diferentes medidas morfométricas sugieren una alta asociación entre los pares de variables consideradas (Durán et al, 2017), sin embargo, para evitar el riesgo de una correlación sin sentido, se consideró como valores de realce, cuando al realizar las regresiones alométricas, se obtienen valores de la diferencia entre el valor de "y" y la "y" de predicción bajos, entre 0.1 a 0.3 mm, pues permite obtener valores próximos a los valores reales registrados en los fetos. Los valores de R que se aproximan a 1, considerarían una correlación óptima, un valor de R de 0.9, sugiere que un 90% de una de las variables, está asociado o es explicado por la variación de la otra (Scheffler, op cit).

Lo anterior permite hipotetizar que cuando la Lcr del murciélago de la familia Vespertilionidae fuera de 20mm, su Anchura sería de 12.4 mm, lo cual tiene congruencia, por ejemplo, con valores próximos a 20 mm, como 16.57 mm para la Lcr, a la cual le corresponde 10.79 mm de ancho del cráneo. Por supuesto, cuando las diferencias o residuos son de 0.3 o mayores, para este caso, pueden llegar a predicciones alrededor de 70% de confianza. En el caso de la Familia Phyllostomidae, se obtuvieron valores del coeficiente de determinación bastante altos como el 0.9, hasta 0.92, lo cual indica, que se pueden realizar predicciones con el 90 al 92 % de confianza, por ejemplo, realizando una extrapolación teórica con el modelo $Pe=0.0011LT^{2.0231}$, una $LT=25$ mm, el valor predicho del peso en gramos es de 15.3 (Tabla 6).

En ambos casos, los modelos alométricos, predicen valores aproximados, pero su afinación en cuanto a la confianza de la predicción se logra aumentando el tamaño de la muestra.

CONCLUSIONES.

Fueron caracterizadas estadísticamente en sus medidas morfométricas los fetos de murciélagos de la familia Phyllostomidae y Vespertilionidae.

La comparación de las medidas morfométricas fetos de murciélagos presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Fueron obtenidos modelos alométricos de un nivel de predicción de las medidas morfométricas de fetos de murciélagos aceptable, arriba del 70%.

PERSPECTIVAS.

Aun cuando se sabe de la dificultad de obtener fetos de murciélagos y de la ubicación taxonómica de los mismos, es deseable trabajar a nivel género y especie, para lograr un perfilamiento matemático ad hoc para estos organismos.

LITERATURA CITADA.

- Álvarez Ticul, Álvarez-Castañeda Sergio Ticul y López Vidal (1994), Co-edición No. 2, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. y Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, México
- Birch, JM (1997). Comparación de la forma del ala de los murciélagos: los méritos del análisis de componentes principales y el análisis de deformación relativa. *Journal of Mammalogy*, 78 (4), 1187-1198. doi: 10.2307 / 1383062
- Feyerabend P. (1986). Tratado contra el método. Esquema de una teoría anarquista del conocimiento. Tecnos, Madrid.
- Gutiérrez, E. E., & Molinari, J. (2008). Morphometrics and Taxonomy of Bats of the Genus *Pteronotus* (Subgenus *Phyllodia*) in Venezuela. *Journal of Mammalogy*, 89(2), 292-305. doi:10.1644/06-mamm-a-452r.1
- Hedrick, BP y Dumont, ER (2018). Poniendo los murciélagos de nariz de hoja en contexto: un análisis morfométrico geométrico de tres de las familias más grandes de murciélagos. *Journal of Mammalogy*. doi: 10.1093 / jmammal / gyy101
- Hernández H. A. (2015). Murciélagos. Sombras voladoras. Serie para la docencia, Secretaría de Educación de Veracruz, México.

- Hernández S.R.; Fernández-Collado C.; Baptista L.P. (2007) Metodología de la investigación. México. 4ª. Ed. Compañía Editorial Ultra.
- Kardong K. V. (2006) Vertebrados. Anatomía comparada, función y evolución. Madrid, 4ª edición. McGraw Hill.
- Kunz y Kurta. (1998). Bat Biology and Conservation. Smithsonian Institute. 2.- Medellín, R. et al. (1997). Identificación de los murciélagos de México: Clave de campo. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. 3.- Neuweiler, G. (2000). The Biology of Bats. Zoological Institute Gorard Neuweiler. Oxford University Press. 4.- Barclay. (1995). 5.- Norberg, U.M. (1972a). Bat wing structures important for aerodynamics and rigidity (Mammalia, Chiroptera), Z. Morphol. Tiere.
- Lim, BK (1997). Diferenciación morfométrica y estado de la especie de los murciélagos alopáticos que comen frutas *Artibeus Jamaicensis* and *A.Planirostrisin* Venezuela. Estudios sobre fauna y medio ambiente neotropicales, 32 (2), 65-71. doi: 10.1080 / 01650521.1997.9709606
- Lim, BK y Engstrom, MD (2001). Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in Iwokrama Forest, Guyana, and the Guianan subregion: implications for conservation, 10 (4), 613-657. doi: 10.1023 / a: 1016660123189
- Paz, O. de & Benzal, J., 1990. Clave para la identificación de los murciélagos de la Península Ibérica (Mammalia, Chiroptera). Misc. Zool., 13: 153-176
- Picones M. A. (1983). Estudio de la forma de los seres vivos. México, Ed. CECSA.
- Sandoval*14.- Polly, PD, Stayton, CT, Dumont, ER, Pierce, SE, Rayfield, EJ y Angielczyk, KD (2016). Combinando morfometría geométrica y análisis de elementos finitos con modelos evolutivos: hacia una síntesis. Journal of Vertebrate Paleontology, 36 (4), e1111225. doi: 10.1080 / 02724634.2016.1111225
- Scheffler W.C.:(1981). Bioestadística. México, Fondo Educativo Indoamericano.
- Schmidt-Nielsen K. (1976). Cómo funcionan los animales. Barcelona, Ediciones Omega.
- Sokal R. R.; Lahoz L. M. y Rohlf F. J. (1979). Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. España, Ed. Blume.
- Sokal R.R. y Rohlf F. J., (2003). Introducción a la Bioestadística. Barcelona. Editorial Reverté.

- Timm, RM y Genoways, HH (2004). El murciélago de la Florida, *Eumops floridanus* (Chiroptera: Molossidae): Distribución, morfometría, sistemática y ecología. *Journal of Mammalogy*, 85 (5), 852-865. doi: 10.1644 / brb-205
- Toro, I. M. V.; Manríquez, S. G. & Suazo, G. I. Morfometría geométrica y el estudio de las formas biológicas: de la morfología descriptiva a la morfología cuantitativa. *Int. J. Morphol.*, 28(4):977-990, 2010.
- Willig, MR, Owen, RD y Colbert, RL (1986). Evaluación de la variación morfométrica en poblaciones naturales: la insuficiencia del enfoque univariante. *Biología sistemática*, 35 (2), 195-203. doi: 10.1093 / sysbio / 35.2.195

ANEXO FOTOGRÁFICO.

Se obtuvo un total de 252 fotografías de ambas familias, en vista dorsal, ventral y lateral, así como posiciones extendida y fetal, de las cuales se han seleccionado 10 como ejemplo del presente anexo. Fue utilizada una cámara Nikon z7, para las posiciones fetales se recurrió a un lente de 24-70 mm Nikkor. Todas las fotografías pertenecen a la autoría de García Blanco Carla y Arriaga Ruiz Edgar Alan.

Familia Phyllostomidae.



01: Feto en vista ventral, con extensión de alas.



02: Feto en vista ventral, en posición fetal.



03: Feto en posición dorsal, con extensión de alas.



04: Feto en vista ventral, observación de falanges no desarrolladas por completo.



05: Feto en posición dorsal, con extensión de alas.

Familia Vespertilionidae.



01: Feto en vista ventral, con extensión de alas.



02: Feto en vista ventral, en posición fetal.



03: Feto en posición dorsal, con extensión de alas.



04: Feto en vista lateral derecha, en posición fetal.



05: Feto en posición dorsal, con extensión de alas.