

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

Facultad de Ciencias Biológicas

Escuela académico profesional de biología



**Correlación morfológica entre el cráneo y el esternón  
de algunas especies de las Subfamilias  
Phaethornithinae y Trochilinae (Aves, Apodiformes,  
Trochilidae)**

Tesis para optar el título profesional de Licenciada en Biología

Bachiller Sheila Antoinette Figueroa Ramírez

**- Lima, 2011-**

## *Dedicatoria*

Dedicado al esfuerzo de mis padres y a su constante motivación para emprender los primeros pasos en la culminación de varios de mis objetivos en la vida.

A mis hermanos por su incondicional apoyo moral y motivación durante el desarrollo de mi carrera.

Al profesor Víctor Morales por su asesoramiento y constante apoyo durante el proceso de la elaboración de la presente Tesis.

## **Agradecimientos**

A Lic. Mercedes Gonzales De la Cruz, Directora del Museo de Historia Natural de la Universidad Ricardo Palma Museo, por permitirme el acceso y uso de las colecciones óseas depositadas. Al Dr. Feederick H. Sheldon, Director del Louisiana Museum of Natural History, por su ayuda y cooperación en el uso de una de las colecciones más grandes en aves del Perú. A James V. Remsen y Richard E. Gibbons por su invaluable apoyo y acertados cometarios al desarrollo del proyecto de la Tesis. Al Dr. Thomas Valqui, Director del Centro de Ornitología y Biodiversidad, CORBIDI, por permitirme la revisión de las colecciones y por su apoyo durante el desarrollo de la tesis. A los profesores Pedro Huamán, Edgar Patrón y Nicolás Arzola, como miembros del jurado de mi tesis por sus acertadas correcciones y bien dirigidos cometarios. A mis amigos del Museo de Historia Natural de la Universidad Ricardo Palma y CORBIDI, quienes siempre estuvieron dándome buenos consejos, ideas y ánimos para la culminación de la presente.

## Resumen

El óptimo desarrollo de las adaptaciones para la obtención de los alimentos en los colibríes, se caracteriza por la correlación de sus estructuras morfológicas, las cuales definen así su ecomorfología. Se analizaron algunas medidas morfológicas del cráneo y el esternón de 79 especímenes de colibríes de la subfamilia Phaethornithinae: *Phaethornis superciliosus*, *P. hispidus*, *P. philippi*, *P. bourcieri*, *Eutoxeres condamini*, *Glaucis hirsutus* y *Threnetes leucurus* y 36 especímenes de la subfamilia Trochilinae: *Campylopterus largipennis*, *Florisuga mellivora*, *Thalurania furcata*, *Leucippus chlorocercus* y *Amazilia lactea*, procedentes de la cuenca amazónica peruana; algunos especímenes estuvieron depositados en la colección Ornitológica del Museo de Historia Natural de la Universidad Ricardo Palma (MHNURP-O) (Lima-Perú), otros depositados Centro de Ornitología y Biodiversidad – CORBIDI (Lima-Perú) y otros en el Louisiana Museum of Natural History (LMNHZ) (Louisiana-Estados unidos de Norte América). El Análisis de Componentes Principales de las variables mostró diferencias y similitudes en los índices de correlación entre las medidas del cráneo, del esternón y entre las medidas de estas dos estructuras morfológicas. Así, se evidenció que la variable del ángulo del pico, en Phaethornithinae, está fuertemente correlacionada con las medidas del cráneo, pero no en Trochilinae; en cambio, la variable largo de pico, en Trochilinae, se correlaciono fuertemente con las medidas del cráneo y esternón pero no en Phaethornithinae. Además, Phaethornithinae mostró un alto índice de correlación entre las medidas post-orbital con pre-orbital, pre-orbital con altura de la *carina sterni* y largo de la base de la *carina sterni* con ancho de la *carina sterni*; mientras que, Trochilinae mostró mayor índice de correlación entre post-orbital con inter-orbital, inserción del pico con el ancho del *foramen sterni* y largo de la base de la *carina sterni* con ancho de la *carina sterni*. El análisis de estas variables ayudó a entender las diferencias y similitudes entre ambas subfamilias, así mismo el entorno y rol ecológico para su adaptación.

## Summary

The optimal development of the adaptations of hummingbirds to obtain their food, is characterized by the correlation of their morphological structures, which define their eco-morphology. They were analyzed some morphological measurements of the skull and sternum from 79 specimens of the subfamily Phaethornithinae: *Phaethornis superciliosus*, *P. hispidus*, *P. philippii*, *P. bourcieri*, *Eutoxeres condamini*, *Glaucis hirsutus* and *Threnetes leucurus* and 36 specimens of the subfamily Trochilinae: *Campylopterus largipennis*, *Florisuga mellivora*, *Thalurania furcata*, *Leucippus chlorocercus*, and *Amazilia lactea*, from the Peruvian Amazon, some of which are deposited in the collection of the Museo de Historia Natural de la Universidad Ricardo Palma (MHNURP) (Lima-Peru), others in the Centro de Ornitología y Biodiversidad - CORBIDI (Lima-Peru) and others deposited at the Louisiana Museum of Natural History (LMNHZ) (Louisiana-USA). The ACP of the morphological measurements showed differences between the correlations of the skull and sternum between subfamilies and sexes. The variable angle of bill was the one that strongly influenced the correlations of the others variables of the skull for all the species of Phaethornithinae sub-family but strongly in their females, meanwhile the variable length of bill influenced on the correlations of other variables from the skull and sternum for all the species of Trochilinae sub-family, and the length and angle of bill characterized strongly for their females. Males of both subfamilies were strongly characterized by the sternum measurements, and even they showed strong correlations between the length of the *carina sterni* basis and its area, indicating that this correlation is a strong characteristic for all the Trochilidae Family. The influence of these variables allowed the development of osteo-morphological differentiation, which were determined by their environment and some other evidences on their ecological role studies.

# INDICE

INDICE .....	6
INDICE DE FIGURAS .....	8
INDICE DE TABLAS .....	11
I. Introducción .....	14
II. Antecedentes .....	17
III. Material y Métodos.....	20
3.1. Osteometría del Cráneo y Esternón.....	20
3.1.1. Medidas del Cráneo.....	20
3.1.2. Medidas del Esternón.....	22
3.2. Análisis Estadísticos de las medidas .....	24
3.2.1. Análisis de los Componentes Principales (ACP) para las especies, subfamilias Phaethornithinae, Trochilinae y familia Trochilidae:.....	24
IV. Resultados .....	26
4.1. Análisis de las Especies de la Sub-Familia Phaethornithinae: .....	26
4.1.1. <i>Glaucis hirsutus</i> (Gmelin, 1788):.....	26
4.1.2. <i>Threnetes leucurus</i> (Linnaeus, 1766):.....	28
4.1.3. <i>Eutoxeres condamini</i> (Bourcier, 1851):.....	30
4.1.4. <i>Phaethornis superciliosus</i> (Linnaeus, 1766):.....	32
4.1.5. <i>Phaethornis hispidus</i> (Gould, 1846):.....	33
4.1.6. <i>Phaethornis bourcieri</i> (Lesson, 1832):.....	35
4.1.7. <i>Phaethornis philippii</i> (Bourcier, 1847): .....	37
4.2. Análisis de las Especies de la Sub-Familia Trochilinae: .....	39
4.2.1. <i>Campylopterus largipennis</i> (Boddaert, 1783): .....	39
4.2.2. <i>Florisuga mellivora</i> (Linnaeus, 1758):.....	42
4.2.3. <i>Thalurania furcata</i> (Gmelin, 1788):.....	44
4.2.4. <i>Leucippus chlorocercus</i> (Gould, 1866):.....	46
4.2.5. <i>Amazilia láctea</i> (Lesson, 1829):.....	48
4.3. Análisis Total de la Sub-familia Phaethornithinae .....	50
4.3.1. Análisis total de la Sub-familia Phaethornithinae .....	50
4.3.2. Análisis de las medianas de la Sub-familia Phaethornithinae .....	53

4.4.	Análisis Total de la Sub-familia Trochilinae .....	57
4.4.1.	Análisis total de la Sub-familia Trochilinae .....	57
4.4.2.	Análisis de las medianas de la Sub-familia Trochilinae .....	60
4.5.	Análisis Total de la Familia Trochilidae .....	63
4.5.1.	Análisis total de la Familia Trochilidae .....	63
4.5.2.	Análisis de las medianas de la Familia Trochilidae .....	66
V.	Discusión .....	70
VI.	Conclusiones .....	75
VII.	Recomendaciones .....	76
<b>VIII.</b>	<b>Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>77</b>
IX.	Anexos.....	83

# INDICE DE FIGURAS

<i>Fig.1A y B. Estructuras craneales consideradas en el presente trabajo: a: mandíbula superior, b: mandíbula inferior, c: narinas, d: proceso supra-orbital lacrimal, e: proceso orbital lacrimal, f: zona inter-orbital, g: proceso post-orbital, h: foramen magnum. Phaethornis superciliosus (MHNURP 119)</i>	21
<i>Fig.2A y B. Patrón general de las medidas del cráneo y pico para los Trochilidae a) Medidas del cráneo en vista dorsal: Largo del pico (LP), distancia entre Narinas (Nr), Pre-orbital (PrO), Inter-orbital (IO) y Post-orbital (PsO); b) Medidas del cráneo en vista lateral: Angulo del Pico (AP) y la Inserción del Atlas (IA) en cráneo de Phaethornis superciliosus (MHNURP 119)</i>	21
<i>Fig.3A y B. Estructuras esternales consideradas en el presente trabajo: a: manobrium sterni, b: ápice de la carina sterni, c: carina sterni, d: base posterior caudal de la carina sterni, e: trabécula lateral del foramen sterni, AFs: foramen sterni. A) Threnetes leucurus (LSU 89720) y B) Phaethornis superciliosus (MHURP 119).</i>	22
<i>Fig.4a y b. Patrón general de las medidas del esternón para los Trochilidae a) Medidas del esternón en vista lateral: Largo de la base de la carina sterni (LBCs), altura de la carina sterni (HCs), largo de la carina sterni (LCs), área de la carina sterni (ACs) en Threnetes leucurus (LSU 89720) b) Vista dorsal del esternón: Ancho del foramen sterni (AFs) en Phaethornis superciliosus (MHNURP 119).</i>	23
<i>Figura 6a y b: Distribución de los 11 especímenes de Threnetes leucurus en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H); b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por sexos. Las hembras se vincularon fuertemente al ángulo de pico y los machos a las variables del esternón.</i>	28
<i>Figura 7a y b: Distribución de los 11 especímenes de Eutoxeres condamini en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H); b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por sexos. Las hembras se vincularon al ángulo de pico y los machos a las variables del esternón.</i>	30
<i>Figura 8a y b: Distribución de los 16 especímenes de Phaethornis superciliosus en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H); b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por sexos. Las hembras se vincularon al ángulo de pico y los machos a las variables del esternón.</i>	32
<i>Figura 9 a y b: Distribución de los 10 especímenes de Phaethornis hispidus en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H); b) ACP a partir de las variables morfológicas según</i>	

discriminación por sexos. Las hembras se vincularon al ángulo de pico y los machos se vincularon a las variables del esternón. \_\_\_\_\_ 34

Figura 10 a y b: Distribución de los 12 especímenes de *Phaethornis bourcierii* en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H); b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por sexos. Las hembras se vincularon al ángulo de pico y los machos se vincularon a las variables del esternón. \_\_\_\_\_ 36

Figura 11 a y b: Distribución de los 12 especímenes de *Phaethornis philippii* en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H); b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por sexos. Las hembras se vincularon al ángulo de pico y los machos a las variables del esternón. \_\_\_\_\_ 38

Figura 12 a y b: Distribución de los 6 especímenes de *Campylopterus largipennis* en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H) y sexos no definidos (S); b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por sexos. Las hembras se vincularon al largo y ángulo de pico y los machos a las variables del esternón. \_\_\_\_\_ 40

Figura 13 a y b: Distribución de los 4 especímenes de *Florisuga mellivora* en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H) y sexos no definidos (S); b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por sexos. Las hembras se vincularon a la inserción del pico y distancias de narinas y los machos a las variables del esternón área de carina esternal y largo de pico. Probablemente la falta de especímenes no ayudó a definir adecuadamente las vinculaciones para la presente especie. \_\_\_\_\_ 43

Figura 14 a y b: Distribución de los 4 especímenes de *Thalurania furcata* en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H) y sexos no definidos (S); b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por sexos. Las hembras se vincularon al ángulo del pico y los machos a las variables del esternón. \_\_\_\_\_ 45

Figura 15 a y b: Distribución de los 10 especímenes de *Leucippus chlorocercus* en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H); b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por sexos. Las hembras se vincularon al largo de pico y a la distancia inter-orbital, los machos se vincularon a las variables del esternón. \_\_\_\_\_ 47

Figura 16 a y b: Distribución de los 10 especímenes de *Amazilia lactea* en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H); b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por sexos. Las hembras se vincularon al ángulo del pico y el macho a las variables del esternón. \_\_\_\_\_ 49

Figura 17 a y b: Distribución de los 80 especímenes de la Sub-familia Phaethornithinae en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando las 7 especies; b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por especies. La mayoría de especies y variables se vincularon a la variable ángulo de pico. \_\_\_\_\_ 51

Figura 18 a y b: Distribución de las medianas de los 80 especímenes de la Sub-familia Phaethornithinae en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando las medianas de las 7 especies; b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por medianas de especies. La mayoría de las variables morfológicas se vincularon a la variable ángulo de pico y las correlaciones de estas agruparon a las especies según sus vinculaciones morfológicas \_\_\_\_\_ 54

Figura 19 a y b: Distribución de los 36 especímenes de la Sub-familia Trochilinae en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando las 5 especies; b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por especies. La mayoría de especies y variables se vincularon a la variable largo de pico \_\_\_\_\_ 57

Figura 20 a y b: Distribución de las medianas de los 36 especímenes de la Sub-familia Trochilinae en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando las medianas de las 5 especies; b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por medianas de especies. La mayoría de las variables morfológicas se vincularon a la variable largo del pico y las correlaciones de estas agruparon a las especies según su morfología. \_\_\_\_\_ 60

Figura 21 a y b: Distribución de los 116 especímenes de la Familia Trochilidae en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando las especies; b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por especies. La mayoría de las variables morfológicas se correlacionaron entre sí, mientras que la variable largo de pico se separó del resto por la baja correlación con el resto de las variables. Las especies se vincularon a la mayoría de las variables morfométricas, donde el largo fue la variable largo que agrupó a la mayoría de los Phaethornis spp. \_\_\_\_\_ 63

Figura 22 a y b: Distribución de las medianas de los 116 especímenes de la Familia Trochilidae en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando las medianas de las 12 especies; b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por medianas de especies. La mayoría de las variables morfológicas se correlacionaron entre sí, mientras que la variable largo de pico se separó del resto por la baja correlación con el resto de las variables. Las especies se vincularon a la mayoría de las variables morfométricas, donde el largo fue la variable largo que agrupó a la mayoría de los Phaethornis spp. \_\_ 67

# INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.</i>	27
<i>Tabla 2: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.</i>	29
<i>Tabla 3: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.</i>	31
<i>Tabla 4: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.</i>	33
<i>Tabla 5: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.</i>	35
<i>Tabla 6: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.</i>	37
<i>Tabla 7: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.</i>	39
<i>Tabla 8: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.</i>	41
<i>Tabla 10: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.</i>	46
<i>Tabla 11: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor. * Ver abreviaturas en Anexo II.</i>	48
<i>Tabla 12: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.</i>	50

<i>Tabla 13: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.</i>	53
<i>Tabla 14: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.</i>	56
<i>Tabla 15: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.</i>	58
<i>Tabla 16: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.</i>	62
<i>Tabla 17: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.</i>	66
<i>Tabla 18: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.</i>	69
<i>Cuadro 1: Lista de las especies revisadas para la Sub-familia Phaethornithinae</i>	83
<i>Cuadro 2: Lista de especies por sexos para la Sub-familia Trochilinae</i>	84
<i>Cuadro 3: Medidas morfométricas de los especímenes analizados por especies para el total de la Familia Trochilidae. (115 especímenes)</i>	85
<i>Tabla A-1 : Matriz de Correlación Spearman (<math>r_s</math>) para <i>Glaucis hirsutus</i> (11 especímenes)</i>	90
<i>Tabla A-2: Matriz de Correlación Spearman (<math>r_s</math>) para <i>Threnetes leucurus</i> (11 especímenes)</i>	91
<i>Tabla A-3: Matriz de Correlación Spearman (<math>r_s</math>) para <i>Eutoxeres condamini</i> (10 especímenes)</i>	92
<i>Tabla A-4: Matriz de Correlación Spearman (<math>r_s</math>) para <i>Phaethornis superciliosus</i> (16 especímenes)</i>	93
<i>Tabla A-5: Matriz de Correlación Spearman (<math>r_s</math>) para <i>Phaethornis hispidus</i> (10 especímenes)</i>	94
<i>Tabla A-6: Matriz de Correlación Spearman (<math>r_s</math>) para <i>Phaethornis bourcierii</i> (11 especímenes)</i>	95
<i>Tabla A-7: Matriz de Correlación Spearman (<math>r_s</math>) para <i>Phaethornis philippii</i> (10 especímenes)</i>	96
<i>Tabla B-1: Matriz de Correlación Spearman (<math>r_s</math>) para <i>Campylopterus largipennis</i> (06 especímenes)</i>	97
<i>Tabla B-2: Matriz de Correlación Spearman (<math>r_s</math>) para <i>Florisuga mellivora</i> (04 especímenes)</i>	98
<i>Tabla B-3: Matriz de Correlación Spearman (<math>r_s</math>) para <i>Thalurania furcata</i> (11 especímenes)</i>	99
<i>Tabla B-5: Matriz de Correlación Spearman (<math>r_s</math>) para <i>Leucippus chlorocercus</i> (10 especímenes)</i>	100
<i>Tabla B-4: Matriz de Correlación Spearman (<math>r_s</math>) para <i>Amazilia láctea</i> (05 especímenes)</i>	101
<i>Tabla C-1: Matriz de Correlación Spearman (<math>r_s</math>) para Sub-familia Phaethornithinae (80 especímenes)</i>	102
<i>Tabla C-2: Matriz de Correlación Spearman (<math>r_s</math>) para Medianas de la Sub-familia Phaethornithinae (80 especímenes)</i>	103
<i>Tabla D-1: Matriz de Correlación Spearman (<math>r_s</math>) para Sub-familia Trochilinae (36 especímenes)</i>	104

<i>Tabla D-2: Matriz de Correlación Spearman (rs) para Medianas de la Sub-familia Trochilinae (36 especímenes)</i>	105
<i>Tabla E-1: Matriz de Correlación Spearman (rs) para Familia Trochilidae (116 especímenes)</i>	106
<i>Tabla E-2: Matriz de Correlación Spearman (rs) para Medianas de la Familia Trochilidae (116 especímenes)</i>	107

# I. Introducción

La correlación adaptativa de las aves entre su morfofisiología y su entorno, se hizo evidente por el tipo de estructuras que desarrollan para adaptarse a los nichos ecológicos que desempeñan, los cuales son necesarios para la continuidad de sus especies (Figuroa & Morales, 2007) y de los beneficios ecológicos que estas desarrollan, tales como el control de plagas, dispersión de semillas, polinización, etc., asegurando el mantenimiento de la comunidad biótica del bosque a largo plazo.

La estructura craneal de las aves está adaptada a la forma del pico y este está determinado por el tipo de alimentos que estas consumen, así mismo guarda relación con otras estructuras morfológicas, determinándolas así para un hábitat específico (Figuroa & Morales, op.cit.).

En los colibríes, el cráneo se ha adaptado en longitud, ancho, ángulo del pico, inserción del pico en el cráneo, etc., para ser eficiente en la obtención de sus recursos alimenticios (Figuroa y Morales, op.cit.). Por otro lado, la presión competitiva intra e interespecífica en los colibríes permitió que haya una mejor repartición de los recursos alimenticios entre las especies, e incluso entre sexos, por las variaciones en el largo y curvatura del pico (Temeless & Kress 2003).

Por la gran diversidad de especies de aves que hay en el mundo, es que se observa la capacidad de estas para poder migrar, dispersarse, colonizar y explotar los recursos naturales de diversos tipos de hábitats, esto es posible mediante el desarrollo de diferentes adaptaciones en el vuelo. Las adaptaciones morfológicas para el vuelo se encuentran caracterizadas, principalmente, por la forma alar, por la forma del esternón y por las inserciones musculares asociados al vuelo. Así, el esternón es un hueso importante para el vuelo de las aves porque es plano, alargado y curvo, el cual, posee una proyección vertical plana y conspicua denominada carina o quilla, en donde se insertan los principales músculos del vuelo: el *pectoralis* y el *supracoracoideus* (De Iuliis & Pulerà, 2007).

Los principales músculos de vuelo en los colibríes representan aproximadamente el 27% de su masa corporal. El músculo *pectoralis* es dos veces más grande que el músculo *supracoracoideus* en colibríes. La relación entre estos músculos representa en los Passeriformes (ej. *Passer domesticus*) el 18% de su peso corporal y donde el músculo *pectoralis* es 12 veces más grande que el músculo *supracoracoideus*, estas relaciones nos muestran la existencia diferencial entre el tipo de vuelo y las formas de cada grupo de aves (Videler. 2005).

La familia Trochilidae incluye más de 300 especies distribuidas en dos subfamilias: Phaethornithinae y Trochilinae, las cuales se encuentran principalmente en la región Neotropical. (Rodríguez & Stiles, 2005). En el Perú se cuenta con más de 100 especies de colibríes, lo cual representa aproximadamente el tercio del total de especies de colibríes para el Mundo (Schulenberg *et al.* 2007).

Los colibríes son el mayor grupo de vertebrados polinizadores en los neotrópicos, los cuales polinizan entre el 10 y 15 % de especies vegetales de los bosques neotropicales (Sazima *et al.*, 1995). Durante la toma del néctar, los colibríes actúan como agentes polinizadores de diversas especies vegetales, las cuales pertenecen especialmente a las familias Acanthaceae, Bromeliaceae, Gesneriaceae, Musaceae, Rubiaceae, Zingiberaceae, Maranthaceae, Fabaceae, Lobeliaceae, Malvaceae, Onagraceae e Solanaceae, estas se encuentran principalmente en los bosques tropicales, donde además se encuentran la mayoría de especies ornitófilas (Abreu & Vieira, 2004).

La polinización de las especies vegetales depende básicamente de vectores polinizadores, tales como los colibríes, los cuales aseguran la continuidad y productividad del bosque. La pérdida de polinizadores afecta el equilibrio biológico de los bosques y su mantenimiento (Abreu & Vieira. 2004).

La importancia del material óseo en el estudio sistemático de las aves es fundamental para el desarrollo de los estudios de filogenia y clasificación de las aves. El estudio morfométrico de los esqueletos en aves, nos brindan información sobre la adaptación que estas deben de adquirir para poder sobrevivir en su hábitat, la cual demanda especializaciones en la morfología para el vuelo, forrajeo, etc. (Olson, 2003).

Los objetivos generales y específicos del presente trabajo buscan identificar las correlaciones morfométricas de algunas medidas del cráneo y esternón de los Phaethornithinae y Trochilinae, para, así, ser inferidos a las adaptaciones sobre su ecología. También, identificar las correlaciones morfológicas entre las estructuras óseas de los colibríes en relación al tipo de ambiente.

## II. Antecedentes

Las aves juegan un rol importante en la reproducción de plantas de los biomas tropicales, como dispersores de semillas o polinizadores (Snow, 1981). La estrecha correspondencia que existe entre morfología y ecología del comportamiento permite describir la estructura de las comunidades ornitológicas a partir de análisis ecomorfológicos (Ricklets & Miles, 1994). Varios estudios en aves han indagado sobre la relación entre morfología, ecología y organización a nivel de comunidades (Rodríguez & Gary, 2005).

La polinización biótica, representa un importante recurso de intercambio recíproco entre plantas y animales (Wilson et al. 1996). Así, durante el tiempo evolutivo, la interacción ha contribuido a modelar muchas características tanto en las flores como en los polinizadores (Faegri & van der Pijl, 1979; Baker & Baker, 1983; Johnson & Steiner, 2000). Para atraer a los polinizadores, las plantas ofrecen diferentes tipos de recompensas. Sin embargo, el néctar floral representa la principal recompensa de la planta para muchos polinizadores y es nutricionalmente importante para ellos (Labare et al. 2000).

En los bosques Neotropicales, los picaflores son los principales vertebrados polinizadores de las comunidades de plantas, comprendiendo del 10 al 15% de las especies de angiospermas de un bosque (Feinsinger 1983, Morellato & Sazima 1992).

La dieta básica de los colibríes se basa en un 90% de néctar y en un 10% restante en artrópodos (Stiles, 1995). Este tipo de forrajeo demanda una estructura corporal especializada, con adaptaciones muy particulares a nivel morfológico, fisiológico y de comportamiento (Brown & Bowers 1985, Rosero 2003).

Las preferencias alimenticias de los colibríes pueden ser influenciadas por varias características del recurso floral, tales como el color de la flor (Stiles 1976, Miller et al. 1985), la posición de la flor (Miller et al. 1985), la composición de azúcares del néctar (Martinez del Rio 1990), la viscosidad del néctar (Stromberg & Johnsen 1990), la tasa de secreción del néctar (Pyke & Waser 1981, Gill 1988, Stiles & Freeman 1993) y la forma del pico del ave dentro de la corola de la flor (Stiles 1975).

En los colibríes la presión competitiva es intra e interespecífica (favorecida por las similitudes corporales), y es atenuada entre las especies y entre los sexos por las variaciones en el comportamiento de forrajeo y en el largo y curvatura del pico (Temeles & Kress 2003).

Los colibríes ermitaños de la subfamilia Phaethornithinae tienen en general picos más largos y curvos que los colibríes no ermitaños de la subfamilia Trochilinae, son ruteadores del sotobosque (Stiles & Wolf 1979, Stiles 1981, Cotton 1998, Hilty & Brown 2001) y alcanzan su máxima dominancia y diversidad a nivel comunitario en los bosques húmedos de tierras bajas a menos de 1000 metros de elevación, especialmente en la Amazonia (Stiles 1981).

Los colibríes de la subfamilia Trochilinae incluyen casi el 90% de las especies de la familia Trochilidae, su mayor diversidad se presenta a alturas medias en los Andes y es el único grupo presente en elevaciones altas. (Stiles 1981).

Las aves representan una gran diversidad no solo en cuanto a especies, si no también, a la diversidad adaptativa del vuelo que han desarrollado para adaptarse a su hábitat (De Iuliis et al., 2007). Las características anatómicas del esternón varían entre las especies de las aves, de acuerdo al hábitat donde se desarrollaron y a su capacidad de vuelo, ya sean estas aves voladoras, nadadoras o caminadoras. (Düzler, 2006).

El esternón es una de las estructuras principales para el vuelo en aves, a la vez, difiere entre estas de acuerdo a los movimientos y, particularmente, según la capacidad de vuelo en su hábitat. Sin embargo no existen muchos estudios sobre la correlación entre el esternón y los tipos de movimiento y de vuelos relacionados al hábitat. (Düzler, 2006).

El estudio de la morfología comparada del esternón ocupó la atención de varios ornitólogos franceses, donde L'Herminier's en 1827 realizó un estudio para la clasificación de las aves basándose sobre la morfología del esternón (Olson, 2003).

El esternón está dividido en tres partes principales: el *corpus sterni*, el *rostrum sterni* y la *carina sterni*. La cresta esternal (carina o crista sterni) está localizada en la superficie ventral del cuerpo esternal y se encuentra tendido en una dirección craneo-caudal. Una

característica de la carina que posee la inserción de los fuertes músculos de vuelo (*m. pectoralis* y *m. supracoracoideus*) (Düzler, 2006).

En general, la altura de la carina sterni se relaciona con la capacidad de vuelo. La altura será mayor para aquellas aves de vuelo fuerte y continuo como las palomas y será menor o ausente en aves caminadoras, como la avestruz. Las características anatómicas del esternón en las especies de aves varían, dependiendo de la especie, hábitat, y principalmente la capacidad de vuelo. (Düzler, op.cit.).

La masa corporal, el tamaño y forma de las alas, la frecuencia de aleteo, y la amplitud de movimiento del ala son importantes parámetros morfológicos para la ejecución del vuelo sostenido en colibríes y las diferencias entre estos parámetros influirían en la distribución de las especies a lo largo de un gradiente altitudinal. Los Costos energía para el vuelo demuestran que existen grandes diferencias en las estrategias de vuelo, lo cual explica la diversificación y dispersión de especies en los diferentes tipos de hábitats. (Altshuler, 2004).

### III. Material y Métodos

#### 3.1. Osteometría del Cráneo y Esternón

Se realizaron medidas morfométricas del cráneo y el esternón de 80 especímenes de la subfamilia Phaethornithinae: *Phaethornis superciliosus*, *P. hispidus*, *P. philippi*, *P. bourcieri*, *Eutoxeres condamini*, *Glaucis hirsutus* y *Threnetes leucurus* y 36 especímenes de la subfamilia Trochilinae: *Campylopterus largipennis*, *Florisuga mellivora*, *Thalurania furcata*, *Leucippus chlorocercus* y *Amazilia lactea* algunas de ellas depositados en la colección del Museo de Historia Natural de la Universidad Ricardo Palma (MHNURP) (Lima-Perú), en el Centro de Ornitología y Biodiversidad – CORBIDI (Lima-Perú) y en el Louisiana Museum of Natural History (LMNHZ) (Louisiana-USA). (Anexo I)

Para la obtención de las medidas se usó el vernier SPI 2000 con 0.010mm de precisión.

##### 3.1.1. Medidas del Cráneo

Se tomaron seis medidas morfométricas para el cráneo, siguiendo a Zusi (1993), y estas fueron: Longitud del pico, desde el proceso supra-orbital del lagrimal hasta el final de la maxila (LP); Inserción del pico, desde el extremo del proceso supra-orbital lagrimal izquierdo al derecho (IP); distancia entre narinas, desde la zona interna de la cavidad de la narina izquierda a la derecha (Nr); distancia entre los pre-orbitales, desde el proceso orbital del lagrimal izquierdo al derecho (PrO); distancia inter-orbital, desde el inter-orbital izquierdo al derecho (IO); distancia entre los pos-orbitales, desde el proceso post-orbital izquierdo al derecho (PsO), ángulo del pico, ángulo comprendido entre el angular de la mandíbula y el *foramen magnum* (AP) y la inserción del atlas, es decir el diámetro del foramen mágnum (IA). (Fig. 1A y B y Fig. 2A y B).



Fig.1A y B. Estructuras craneales consideradas en el presente trabajo: a: mandíbula superior, b: mandíbula inferior, c: narinas, d: proceso supra-orbital lacrimal, e: proceso orbital lacrimal, f: zona inter-orbital, g: proceso post-orbital, h: *foramen magnum*. *Phaethornis superciliosus* (MHNURP 119)

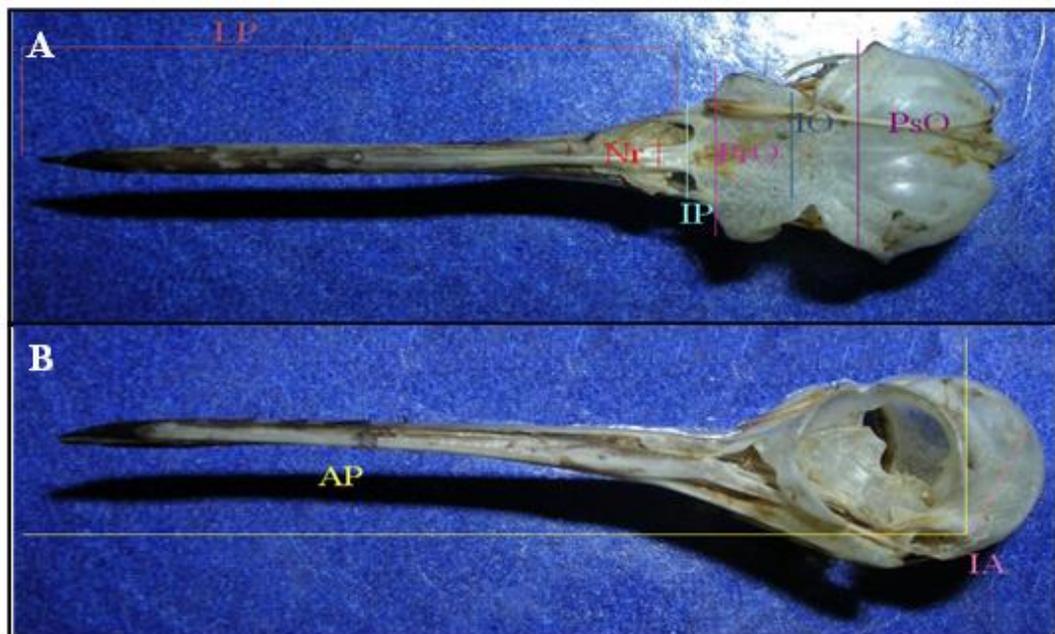


Fig.2A y B. Patrón general de las medidas del cráneo y pico para los Trochilidae **a)** Medidas del cráneo en vista dorsal: Largo del pico (LP), distancia entre Narinas (Nr), Pre-orbital (PrO), Inter-orbital (IO) y Post-orbital (PsO); **b)** Medidas del cráneo en vista lateral: Angulo del Pico (AP) y la Inserción del Atlas (IA) en cráneo de *Phaethornis superciliosus* (MHNURP 119)

### 3.1.2. Medidas del Esternón

Para el esternón se tomaron las siguientes medidas morfométricas, siguiendo a Moreno (1985): Largo de la base de inserción de la *carina sterni*, desde el *manobrium sterni* hasta la base posterior – caudal de la *carina sterni* (LBCs); altura de la *carina sterni*, desde el *manobrium sterni* hasta el ápice de la *carina sterni* (HCs); largo de la *carina sterni*, desde el ápice de la *carina sterni* hasta la base posterior – caudal de la *carina sterni* (LCs); Área de la *carina sterni*, el área total de la *carina sterni* (ACs); ancho del *foramen sterni*, desde la trabécula lateral izquierda hasta la trabécula lateral derecha (AFs). (Fig. 3 A y B y Fig. 4a y b).

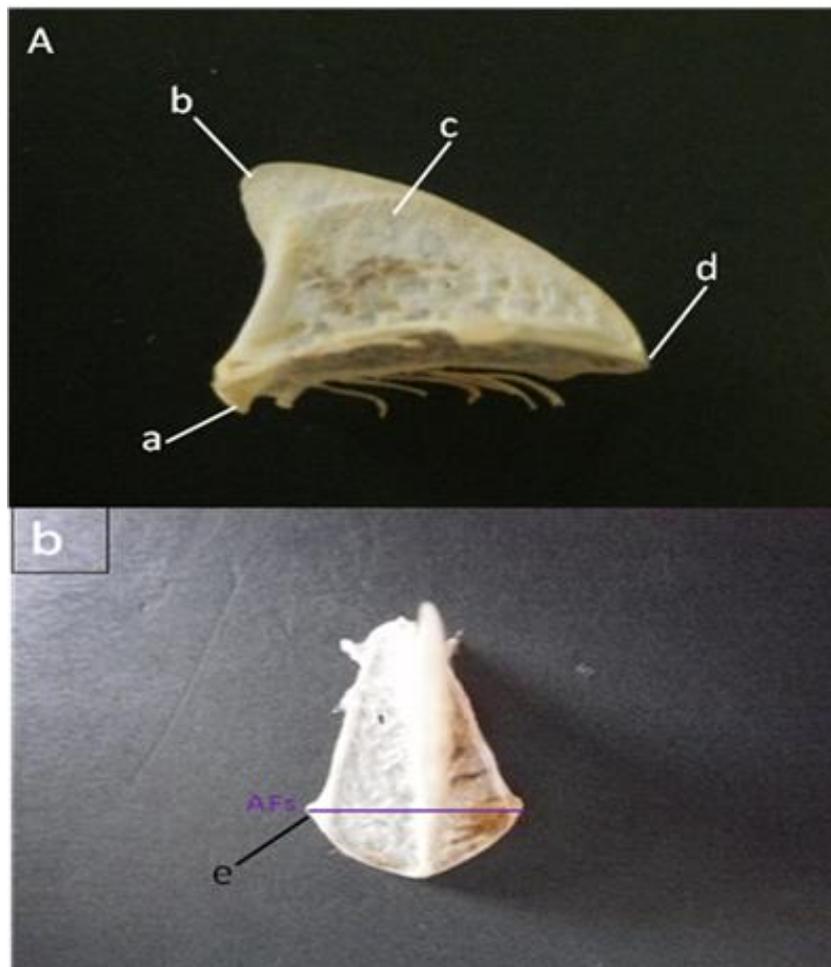


Fig.3A y B. Estructuras esternales consideradas en el presente trabajo: a: *manobrium sterni*, b: ápice de la *carina sterni*, c: *carina sterni*, d: base posterior caudal de la *carina sterni*, e: trabécula lateral del *foramen sterni*, AFs: *foramen sterni*. A) *Threnetes leucurus* (LSU 89720) y B) *Phaethornis superciliosus* (MHURP 119).

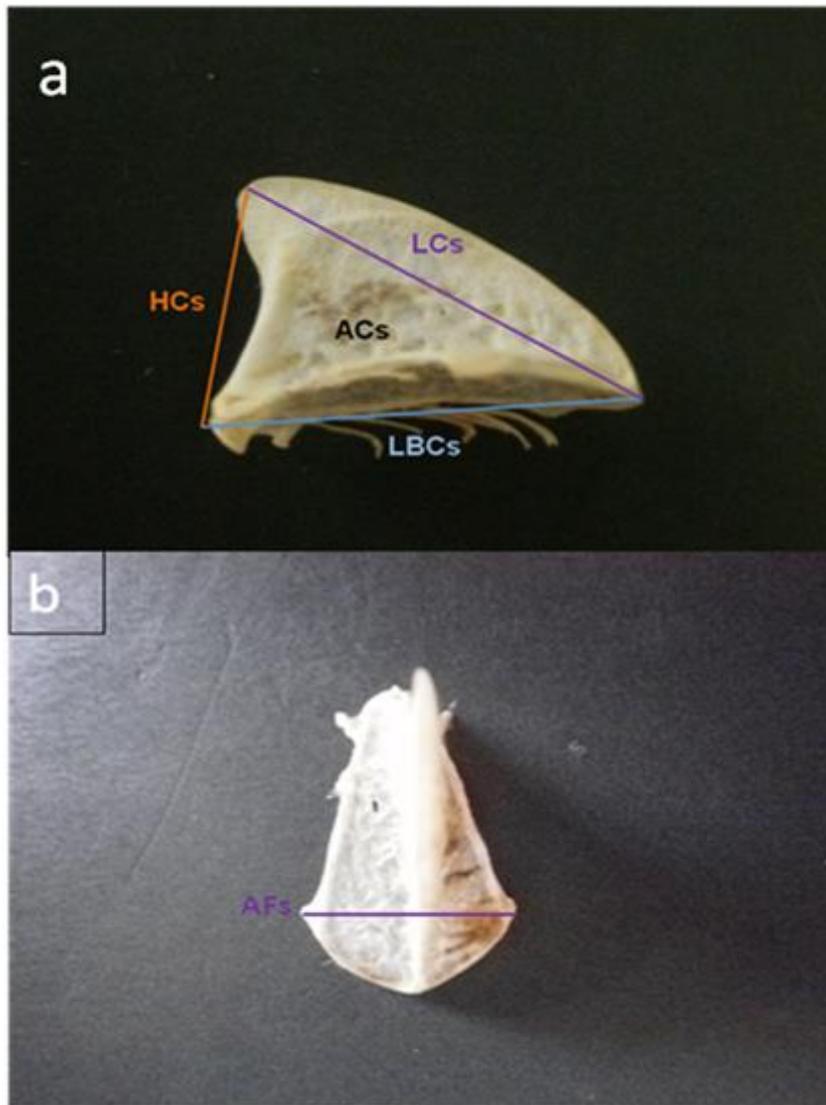


Fig.4a y b: Patrón general de las medidas del esternón para los Trochilidae **a)** Medidas del esternón en vista lateral: Largo de la base de la *carina sterni* (LBCs), altura de la *carina sterni* (HCs), largo de la *carina sterni* (LCs), área de la *carina sterni* (ACs) en *Threnetes leucurus* (LSU 89720) **b)** Vista dorsal del esternón: Ancho del *foramen sterni* (AFs) en *Phaethornis superciliosus* (MHNURP 119).

## **3.2. Análisis Estadísticos de las medidas**

### **3.2.1. Análisis de los Componentes Principales (ACP) para las especies, subfamilias Phaethornithinae, Trochilinae y familia Trochilidae:**

Con la finalidad de explorar la correlación entre las medidas del cráneo y el esternón para las Subfamilias Phaethornithinae y Trochilinae, se usó el método de Análisis de Componentes Principales (ACP), dentro del programa XLSTAT versión 2010.2.03 (Addinsorfl, 2010). Las variables serán ordenadas en una matriz de columnas correspondientes a las medidas morfológicas y en filas correspondientes a los especímenes, siguiendo el modelo de la matriz de Leslie. Así, el ACP contrastará los datos de las columnas con los datos de las filas, para obtener los datos que da valor correlativo, estos puntos serán graficados como dimensiones de X e Y.

El Método de Componentes principales consiste en encontrar transformaciones ortogonales de las variables (medidas de los cráneos y esternones) originales para conseguir un nuevo conjunto de variables incorreladas, denominadas Factores (F1, F2, F3,...Fx), que se obtienen en orden decreciente de importancia.

El ACP selecciona Factores que contienen la mayor variabilidad de los datos, estos factores van decreciendo por la cantidad de datos redundantes, es decir, los que no están correlacionados. Los factores que resultan del ACP están valorados por los cósenos cuadrados, que es la posición exacta del punto de una variable en el plano bidimensional. La correlación entre las variables se calculó con el índice de Spearman ( $r_s$ ), que es una medida de relación lineal entre dos variables. El coeficiente de correlación de Spearman corresponde de + 1 a - 1, donde cero significa ausencia de correlación entre las variables estudiadas, mientras que los otros valores denotan la correlación positiva o negativa.

Además, con el fin de encontrar las relaciones morfológicas entre las variables de las especies de colibríes estudiadas, se realizó el análisis de las medianas de las Subfamilias Phaethornithinae y Trochilinae y para todos los especímenes de la familia Trochilidae, analizados en el presente estudio. La mediana es el valor de la tendencia central de los datos de las variables analizadas, que se ordenan según sus valores

numéricos, si el total de números de datos ( $n$ ) es impar; la mediana es el dato ( $x$ ) que ocupa la posición central y si  $n$  es par la mediana es la media o promedio de las dos  $x$  centrales. El análisis de las medianas de las subfamilias y familia de las especies de colibríes estudiados, elimina los valores extremos de los datos de las variables analizadas, quedándonos tan solo con el valor central para cada variable de cada especie analizada, permitiendo así una mejor ubicación y visualización de las correlaciones morfológicas para todos los especímenes de dichas especies.

## IV. Resultados

El presente estudio se ejecutó durante el periodo de un año (2009 – 2011), el cual dio como resultado el análisis de las correlaciones de las variables del cráneo y el esternón para 115 especímenes de colibríes pertenecientes a siete especies (79 especímenes) de la sub-familia Phaethornithinae y cinco especies (36 especímenes) de la sub-familia Trochilinae de la Amazonia Peruana. (Anexo I). A continuación se menciona el Análisis de Componentes Principales y las correlaciones ( $r_s$ ) (Anexo II) de las medidas de los especímenes de cada especie de colibrí estudiada (observaciones), de los individuos sexados de cada especie, las subfamilias Phaethornithinae, Trochilinae y la familia Trochilidae.

### **4.1. Análisis de las Especies de la Sub-Familia Phaethornithinae:**

#### **4.1.1. *Glaucis hirsutus* (Gmelin, 1788):**

Comúnmente distribuido en la Amazonia Peruana hasta los 1000 msnm, en bosques inundables y secundarios, asociados a parches de *Heliconia spp* cercanos a pequeñas quebradas. Esta especie se identifica por poseer un pico largo y curvo, con mandíbula superior negra y mandíbula inferior amarilla. Los machos presentan garganta rufa y abdomen gris más oscuros que en las hembras, pero ambos sexos con el dorso verde iridiscente. Las rectorices le dan una forma ancha y redondeada a la cola, presentan un rojizo extenso pero con puntas blancas al final para ambos sexos.

Las variables morfométricas de *Glaucis hirsutus* mostraron correlación en algunas de ellas (Fig.5 a y b), indicándonos así que no son redundantes ya que mostraron valores independientes una de las otras. El análisis de los Componentes Principales (ACP) de las medidas morfométricas del cráneo y el esternón dio como resultado trece factores (F13) con una acumulación total del 100% de varianza para cada medida morfométrica, donde el F1 y el F2 representaron el porcentaje acumulado de 58.444% ( $F= 0.50$ ,  $p>0.01$ ) de las variables correlacionadas; es decir, las medidas morfométricas de estos

factores representan más del 50% del total acumulado en la variabilidad de las correlaciones morfométricas de *G. hirsutus* y por ende las que más influyen en su morfología. Así el F1 presentó un valor propio de 5.220 con 40.150 % de acumulación de variabilidad y para el F2 el valor propio fue de 2.378 con 18.294 % de acumulación de variabilidad.

El F1 estuvo vinculado a una variable del cráneo: Distancia pre-orbital (PrO) y a cinco variables del esternón: largo de la base de inserción de la *carina sterni* (LBCs), altura de la *carina sterni* (HCs), largo de la *carina sterni* (LCs), área de la *carina sterni* (ACs) y ancho del *foramen sterni* (AFS), las cuales fueron las variables con alto índice de correlación. Estas medidas mostraron una mayor correlación entre sí, lo cual nos indica que son las que más influyen en la morfología de *G. hirsutus*. (Tabla 1).

Para el caso del F2, dos variables del cráneo: Distancia post-orbital (PsO) y largo de Pico (LP) fueron las que influenciaron en su variación, las cuales mostraron un alto índice de correlación. De igual manera se correlacionaron fuertemente con el resto de las medidas, influyendo atenuadamente sobre la morfología de *G. hirsutus*. (Tabla 1).

Tabla 1: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.

Medidas*	F1*	F2*
PsO	0.208	<b>0.304</b>
IO	0.000	0.346
PrO	<b>0.549</b>	0.217
IP	0.008	0.106
Nr	0.032	0.026
LP	0.041	<b>0.661</b>
AP	0.159	0.378
IA	0.016	0.129
LBCs	<b>0.931</b>	0.010
HCs	<b>0.892</b>	0.013
LCs	<b>0.830</b>	0.082
Acs	<b>0.954</b>	0.003
AFs	<b>0.600</b>	0.103

\* Ver abreviaturas en Anexo II.

#### 4.1.2. *Threnetes leucurus* (Linnaeus, 1766):

Se distribuye en la Amazonia hasta los 1800 msnm, en sotobosque húmedo, asociados a parches densos de cobertura vegetal a lo largo de pequeñas quebradas, bordes de bosque y bosques secundarios. Esta especie posee pico curvo de color negro; sexos no conspicuos, ambos con el dorso color verde, pero la hembra más opaca. Las rectrices del macho son predominantemente blancas con bordes verde en las hembras los bordes verdes son más extensos.

Las variables morfométricas estudiadas en *Threnetes leucurus* han mostrado correlación en algunas de ellas (Fig. 6a y b), indicándonos así que no son redundantes ya que mostraron valores independientes una de las otras. El análisis de los Componentes Principales (ACP) de las medidas morfométricas del cráneo y el esternón dio trece factores (F13) con una acumulación total del 100% de varianza para cada medida morfométrica, donde el F1 y el F2 representaron el porcentaje acumulado de 60.301% ( $F= 0.50$ ,  $p>0.01$ ) de las variables correlacionadas; es decir, las medidas morfométricas de estos factores representan más del 60% del total acumulado en la variabilidad de las correlaciones morfométricas de *T. leucurus* y por ende las que mas influyen en su morfología. Así el F1 presento un valor propio de 5.628 con 43.293 % de acumulación de variabilidad y para el F2 el valor propio fue de 2.211 con 17.008 % de acumulación de variabilidad.

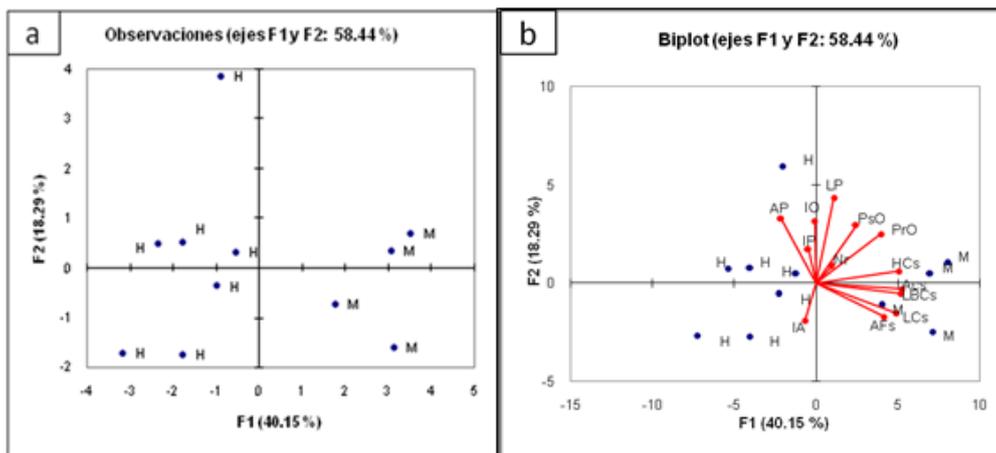


Figura 6a y b: Distribución de los 11 especímenes de *Threnetes leucurus* en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H); b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por sexos. Las hembras se vincularon fuertemente al ángulo de pico y los machos a las variables del esternón.

El F1 estuvo vinculado por una variable de cráneo: largo del pico (LP) y por cinco de las variables de esternón: largo de la base de inserción de la *carina sterni* (LBCs), altura de la *carina sterni* (HCs), largo de la *carina sterni* (LCs), área de la *carina sterni* (ACs) y ancho del *foramen sterni* (AFS), las cuales representaron las variables con alto índice de correlación. Estas medidas mostraron una mayor correlación entre sí, lo cual nos indica que son las que más influyen en la morfología de *T. leucurus*. (Tabla 2).

Para el caso del F2, tres de las variables del cráneo: Distancia Pre-Orbital (PrO), distancia entre las narinas (Nr) y el diámetro de la inserción del atlas (IA) fueron las que influenciaron en su variación, las cuales se mostraron positivamente correlacionadas, es decir el crecimiento de estas medidas mostraron alometría, las cuales aumentarían su tamaño si alguna de estas o todas aumentan su tamaño. Además, las variables del cráneo largo de pico (LP) y ángulo de pico (AP) se encontraron negativamente correlacionadas, dando un valor de correlación Spearman ( $r_s$ ) entre ellas de -0.503, es decir mostraron correlación inversa; es decir, si el largo del pico aumenta entonces el ángulo del pico disminuye en casi un 50% de la longitud del pico, influyendo así sobre la morfología de *T. leucurus*. (Tabla 2).

Tabla 2: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.

Medidas*	F1*	F2*
PsO	0.064	0.002
IO	0.035	0.155
PrO	0.215	<b>0.390</b>
IP	0.017	0.256
Nr	0.017	<b>0.490</b>
LP	<b>0.584</b>	0.127
AP	0.331	0.073
IA	0.002	<b>0.651</b>
LBCs	<b>0.956</b>	0.005
HCs	<b>0.837</b>	0.008
LCs	<b>0.840</b>	0.023
Acs	<b>0.952</b>	0.003
AFs	<b>0.778</b>	0.030

\* Ver abreviaturas en Anexo II.

### 4.1.3. *Eutoxeres condamini* (Bourcier, 1851):

Se encuentra en los bosques húmedos al pie de la vertiente este de los Andes colindando con la Amazonia hasta los 2800 msnm. El dicromatismo entre los sexos es atenuado, poco conspicuo. Esta especie posee picos notablemente muy curvos, de mandíbula superior negra y mandíbula inferior amarilla. El dorso es color verde y el pecho y vientre son listados. Posee un parche azul-verde en los lados del cuello. Las rectrices son rufas con puntas blancas.

Las variables morfométricas estudiadas en *Eutoxeres condamini* han mostrado correlación en algunas de ellas (Fig. 7a y b), indicándonos así que no son redundantes, ya que mostraron valores independientes una de las otras. El análisis de los Componentes Principales (ACP) de las medidas morfométricas del cráneo y el esternón dio trece factores (F13) con una acumulación total del 100% de varianza para cada medida morfométrica, donde el F1 y el F2 representaron el porcentaje acumulado de 69.863% ( $F= 0.50$ ,  $p>0.01$ ) de las variables correlacionadas; es decir, las medidas morfométricas de estos factores representan más del 60% del total acumulado en la variabilidad de las correlaciones morfométricas de *Eutoxeres condamini* y por ende las que mas influyen en su morfología. Así el F1 presento un valor propio de 6.678 con 51.367 % de acumulación de variabilidad y para el F2 el valor propio fue de 2.404 con 18.496 % de acumulación de variabilidad.

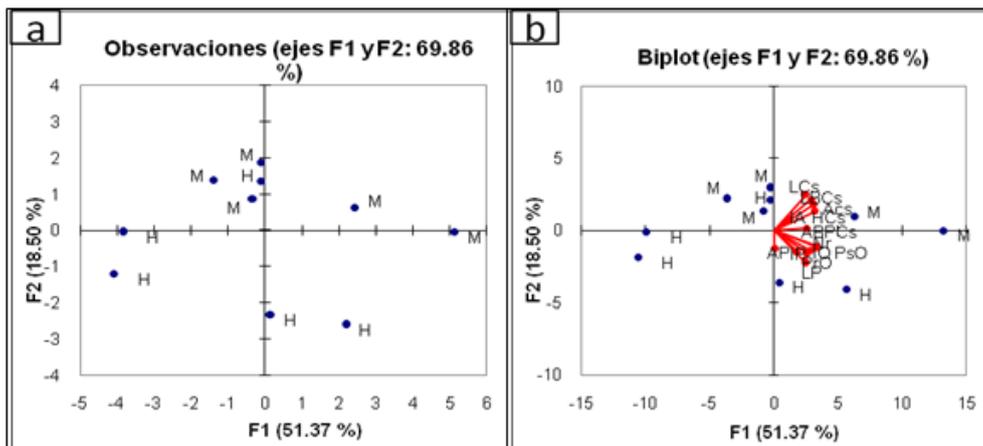


Figura 7a y b: Distribución de los 11 especímenes de *Eutoxeres condamini* en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H); b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por sexos. Las hembras se vincularon al ángulo de pico y los machos a las variables del esternón.

El F1 estuvo vinculado por cinco de las variables del cráneo: post-orbital (PsO), distancia inter-orbital (IO), pre-orbital (PrO), distancia de las narinas (Nr) y largo del pico (LP), y por cinco de las variables del esternón: largo de la base de inserción de la *carina sterni* (LBCs), altura de la *carina sterni* (HCs), largo de la *carina sterni* (LCs), área de la *carina sterni* (ACs) y ancho del *foramen sterni* (AFS). Estas variables presentaron un alto índice de correlación entre si, indicándonos que son las medidas que más influyeron para la morfología de *E. condamini*. (Tabla 3).

Para el caso del F2, no se encontraron cosenos cuadrados de los valores propios vinculados a las variables. La única y mayor acumulación de valores propios se dio en el F1 y F3. (Tabla 3).

El F3 estuvo influenciado por tres de las variables del cráneo: inserción del pico (IP), ángulo del pico (AP) y el diámetro de la inserción del atlas (IA), las cuales se mostraron correlacionadas entre si, influyendo atenuadamente sobre la morfología de *E. condamini*. (Tabla 3).

Tabla 3: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.

Medidas*	F1*	F2*	F3*
PsO	<b>0.850</b>	0.099	0.003
IO	<b>0.598</b>	0.143	0.007
PrO	<b>0.503</b>	0.181	0.017
IP	0.241	0.157	<b>0.337</b>
Nr	<b>0.812</b>	0.088	0.010
LP	<b>0.466</b>	0.387	0.032
AP	0.000	0.113	<b>0.790</b>
IA	0.103	0.039	<b>0.696</b>
LBCs	<b>0.642</b>	0.347	0.009
HCs	<b>0.774</b>	0.134	0.057
LCs	<b>0.476</b>	0.470	0.005
Acs	<b>0.722</b>	0.244	0.026
AFs	<b>0.491</b>	0.001	0.027

\* *Ver abreviaturas en Anexo II.*

#### 4.1.4. *Phaethornis superciliosus* (Linnaeus, 1766):

Ampliamente distribuido en la Amazonia, en los sotobosques de tierras bajas hasta los 1300 msnm. “Ermitaño” grande, de pico largo y curvo con mandíbula superior negra y mandíbula inferior roja-anaranjada, mejillas oscuras bordeadas por encima y por debajo por listas claras. Dorso color verde ocre. Las supracaudales escamadas y de color canela.

Las variables morfométricas estudiadas en *Phaethornis superciliosus* mostraron correlación en algunas de ellas (Fig. 8a y b), indicándonos así que no son redundantes ya que mostraron valores independientes una de las otras. El análisis de los Componentes Principales (ACP) de las medidas morfométricas del cráneo y el esternón dio trece factores (F13) con una acumulación total del 100% de varianza para cada medida morfométrica, donde el F1 y el F2 representaron el porcentaje acumulado de 59.236% ( $F= 0.50$ ,  $p>0.01$ ) de las variables correlacionadas; es decir, las medidas morfométricas de estos factores representan más del 50% del total acumulado en la variabilidad de las correlaciones morfométricas de *P. superciliosus* y por ende las que más influyen en su morfología. Así el F1 presentó un valor propio de 4.509 con 34.684 % de acumulación de variabilidad y para el F2 el valor propio fue de 3.192 con 24.552 % de acumulación de variabilidad.

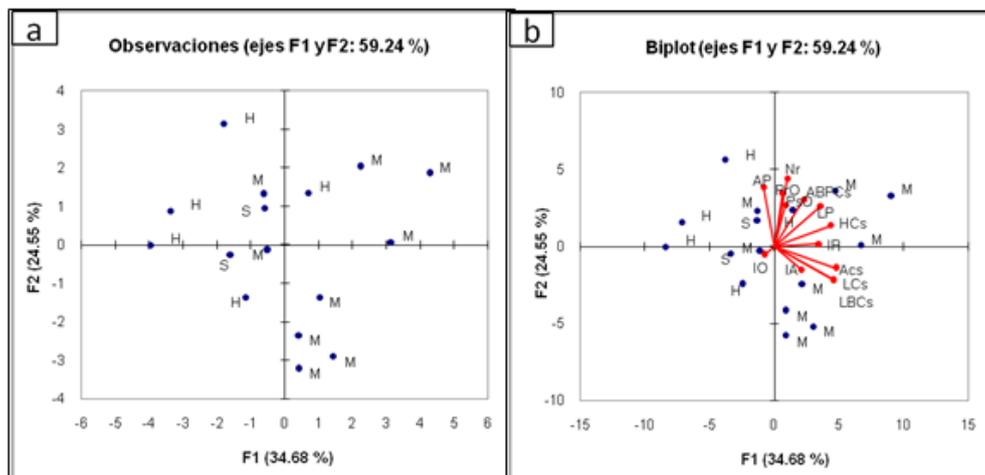


Figura 8a y b: Distribución de los 16 especímenes de *Phaethornis superciliosus* en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H); b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por sexos. Las hembras se vincularon al ángulo de pico y los machos a las variables del esternón.

El F1 estuvo vinculado por dos de las variables del cráneo: inserción de pico (IP) y largo de pico (LP) y por cuatro de las variables de esternón: largo de la base de inserción de la *carina sterni* (LBCs), altura de la *carina sterni* (HCs), largo de la *carina sterni* (LCs) y área de la *carina sterni* (ACs), estas variables mostraron un alto índice de correlación entre sí, indicándonos que estas medidas fueron las que más influyeron en la morfología de *P. superciliosus*. (Tabla 4)

Para el caso del F2, este se vinculó con tres de las variables del cráneo: Distancia pre-orbital (PrO), distancia entre las narinas (Nr), ángulo del pico (AP) y con la única variable del esternón: ancho del *foramen sterni* (AFs), estas medidas se mostraron con alto índice de correlación e influenciaron en la variación morfológica de *P. superciliosus*. (Tabla 4).

Tabla 4: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.

Medidas*	F1*	F2*
PsO	0.028	0.271
IO	0.022	0.011
PrO	0.013	<b>0.452</b>
IP	<b>0.445</b>	0.001
Nr	0.038	<b>0.721</b>
LP	<b>0.482</b>	0.262
AP	0.025	<b>0.556</b>
IA	0.161	0.083
LBCs	<b>0.775</b>	0.168
HCs	<b>0.708</b>	0.071
LCs	<b>0.772</b>	0.172
Acs	<b>0.845</b>	0.073
AFs	0.196	<b>0.351</b>

\*Ver abreviaturas en Anexo II.

#### 4.1.5. *Phaethornis hispidus* (Gould, 1846):

Ampliamente distribuido en sotobosques de hábitat de varzea y bosques inundables y en bordes de bosque con parches de vegetación densa hasta los 850 msnm. “Ermitaño” de tamaño grande, con dicromatismo sexual atenuado. Pico medianamente largo y

ligeramente curvo, de mandíbula superior negra y mandíbula inferior con base amarilla y punta negra. Ambos sexos presentan una franja blanca bien definida en el centro de la garganta, el pecho y vientre muy gris. Las supracaudales son grises.

Las variables morfométricas estudiadas en *Phaethornis hispidus* mostraron correlación en algunas de ellas (Fig. 9 a y b), indicándonos que no son redundantes pues mostraron valores independientes una de las otras. El análisis de los Componentes Principales (ACP) de las medidas morfométricas del cráneo y el esternón dio trece factores (F13) con una acumulación total del 100% de varianza para cada medida morfométrica, donde el F1 y el F2 representaron el porcentaje acumulado de 60.763% ( $F= 0.50$ ,  $p>0.01$ ) de las variables correlacionadas; es decir, las medidas morfométricas de estos factores representan más del 60% del total acumulado en la variabilidad de las correlaciones morfométricas de *P. hispidus* y por ende las que mas influyen en su morfología. Así el F1 presento un valor propio de 5.130 con 39.460 % de acumulación de variabilidad y para el F2 el valor propio fue de 2.769 con 21.303 % de acumulación de variabilidad.

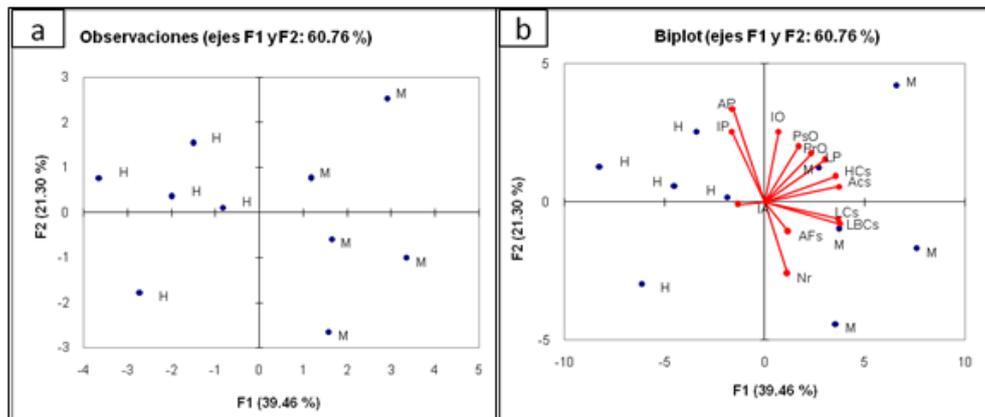


Figura 9 a y b: Distribución de los 10 especímenes de *Phaethornis hispidus* en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H); b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por sexos. Las hembras se vincularon al ángulo de pico y los machos se vincularon a las variables del esternón.

El F1 estuvo vinculado por dos variables del cráneo: distancia pre-orbital (PrO) y largo de pico (LP) y por cuatro variables del esternón: largo de la base de inserción de la *carina sterni* (LBCs), altura de la *carina sterni* (HCs), largo de la *carina sterni* (LCs) y el área de la *carina sterni* (ACs). Estas variables mostraron un alto índice de

correlación, indicándonos que estas medidas fueron las de mayor influencia en las correlaciones morfológicas de *P. hispidus*. (Tabla 5).

Para el caso del F2, estuvo vinculado tan solo por cuatro variables del cráneo: distancia inter-orbital (IO), inserción del pico (IP), distancia entre las narinas (Nr) y el ángulo del pico (AP) fueron las que influenciaron en su variación, las cuales se mostraron correlacionadas. Además, las variables del cráneo Nr y AP se encontraron negativamente correlacionadas, dando un valor de correlación Spearman ( $r_s$ ) entre ellas de -0.612. Esto nos indica que la distancia entre las narinas disminuirá en un 61.2% cuando el ángulo del pico aumente y viceversa. (Tabla 5).

Tabla 5: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.

<b>Medidas*</b>	<b>F1*</b>	<b>F2*</b>
<b>PsO</b>	<b>0.177</b>	<b>0.250</b>
<b>IO</b>	<b>0.030</b>	<b>0.413</b>
<b>PrO</b>	<b>0.338</b>	<b>0.190</b>
<b>IP</b>	<b>0.171</b>	<b>0.408</b>
<b>Nr</b>	<b>0.081</b>	<b>0.430</b>
<b>LP</b>	<b>0.566</b>	<b>0.146</b>
<b>AP</b>	<b>0.159</b>	<b>0.722</b>
<b>IA</b>	<b>0.115</b>	<b>0.001</b>
<b>LBCs</b>	<b>0.889</b>	<b>0.040</b>
<b>HCs</b>	<b>0.789</b>	<b>0.053</b>
<b>LCs</b>	<b>0.855</b>	<b>0.025</b>
<b>Acs</b>	<b>0.869</b>	<b>0.019</b>
<b>AFs</b>	<b>0.088</b>	<b>0.074</b>

\* *Ver abreviaturas en Anexo II.*

#### **4.1.6. Phaethornis bourcierii (Lesson, 1832):**

Distribución común en tierras bajas del Norte de la Amazonia hasta los 120 msnm, también hacia la zona más sur del departamento de Ucayali. “Ermitaño” grande de pico no muy largo y recto, mandíbula superior negra mandíbula inferior amarilla. Ambos sexos con el dorso verde pero con tonos opacos. La cola larga con timoneras centrales blancas más largas que el resto de las rectrices.

Las variables morfométricas estudiadas en *Phaethornis bourcieri* han mostrado correlación en algunas de ellas (Fig. 10 a y b), indicándonos así que no son redundantes ya que mostraron valores independientes una de las otras. El análisis de los Componentes Principales (ACP) de las medidas morfométricas del cráneo y el esternón dio trece factores (F13) con una acumulación total del 100% de varianza para cada medida morfométrica, donde el F1 y el F2 representaron el porcentaje acumulado de 57.528% ( $F= 0.50$ ,  $p>0.01$ ) de las variables correlacionadas; es decir, las medidas morfométricas de estos factores representan más del 50% del total acumulado en la variabilidad de las correlaciones morfométricas de *P. bourcieri* y por ende las que mas influyen en su morfología. Así el F1 presento un valor propio de 5.145 con 39.580 % de acumulación de variabilidad y para el F2 el valor propio fue de 2.333 con 17.948 % de variabilidad.

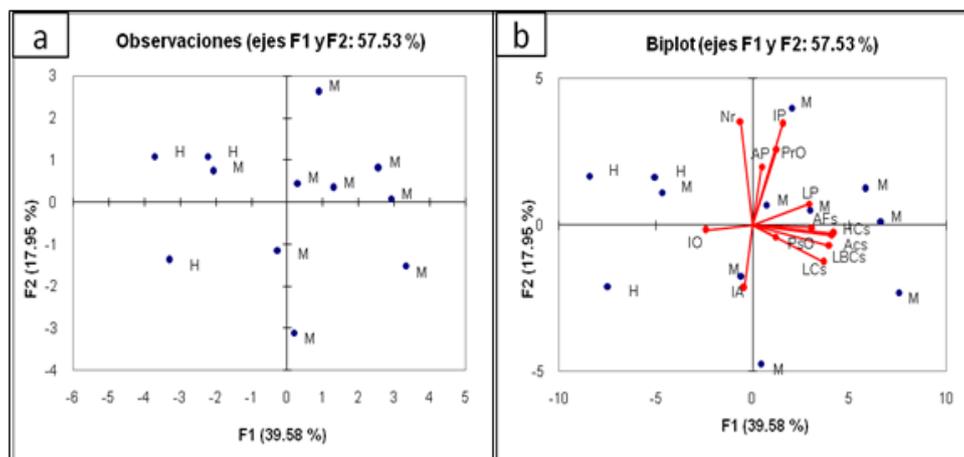


Figura 10 a y b: Distribución de los 12 especímenes de *Phaethornis bourcieri* en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H); b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por sexos. Las hembras se vincularon al ángulo de pico y los machos se vincularon a las variables del esternón.

El F1 estuvo vinculado por una variable del cráneo: largo del pico (LP) y por cinco variables del esternón: largo de la base de inserción de la *carina sterni* (LBCs), altura de la *carina sterni* (HCs), largo de la *carina sterni* (LCs), el área de la *carina sterni* (ACs) y ancho del *foramen sterni* (AFs). Estas variables mostraron un alto índice de correlación entre si e indicándonos que estas medidas fueron las de mayor influencia en

las correlaciones morfológicas de la especie *P. bourcierii*. Además, las variables del cráneo IA y AP se encontraron negativamente correlacionadas, dando un valor de correlación Spearman ( $r_s$ ) entre ellas de -0.712, esto nos indica que el diámetro de la inserción del atlas disminuirá en un 71.2% cuando el ángulo del pico aumente. (Tabla 6)

Para el caso del F2, estuvo vinculado únicamente por tres de las variables del cráneo: distancia pre-orbital (PrO), inserción del pico (IP) y la distancia entre las narinas (Nr) fueron las que influenciaron en su variación, las cuales se mostraron correlacionadas. (Tabla 6).

Tabla 6: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.

Medidas*	F1*	F2*
PsO	0.076	0.009
IO	0.325	0.002
PrO	0.086	<b>0.367</b>
IP	0.132	<b>0.649</b>
Nr	0.021	<b>0.682</b>
LP	<b>0.470</b>	0.028
AP	0.012	0.216
IA	0.010	0.254
LBCs	<b>0.863</b>	0.026
HCs	<b>0.923</b>	0.007
LCs	<b>0.739</b>	0.088
Acs	<b>0.968</b>	0.004
AFs	<b>0.521</b>	0.000

\* Ver abreviaturas en Anexo II.

#### 4.1.7. *Phaethornis philippii* (Bourcier, 1847):

Común en el este de la Amazonia, de mayor rango de distribución hacia el centro, hasta los 500 msnm. Especie con dicromatismo sexual atenuado. El pico recto no es muy largo, con mandíbula superior negra y mandíbula inferior roja. La garganta es color crema oscuro. La zona ventral es rufa y anteada. El dorso es color verde y cambiando a rufo hacia la zona de la rabadilla.

Las variables morfométricas estudiadas en *Phaethornis philippii* mostraron correlación en algunas de ellas (Fig. 11a y b), indicándonos así que no son redundantes ya que mostraron valores independientes una de las otras. El análisis de los Componentes Principales (ACP) de las medidas morfométricas del cráneo y el esternón dio trece factores (F13) con una acumulación total del 100% de varianza para cada medida morfométrica, donde el F1 y el F2 representaron el porcentaje acumulado de 66.983% ( $F= 0.50$ ,  $p>0.01$ ) de las variables correlacionadas; es decir, las medidas morfométricas de estos factores representan más del 50% del total acumulado en la variabilidad de las correlaciones morfométricas de *P. philippii* y por ende las que mas influyen en su morfología. Así el F1 presento un valor propio de 6.949 con 53.457 % de acumulación de variabilidad y para el F2 el valor propio fue de 1.758 con 13.527 % de acumulación de variabilidad.

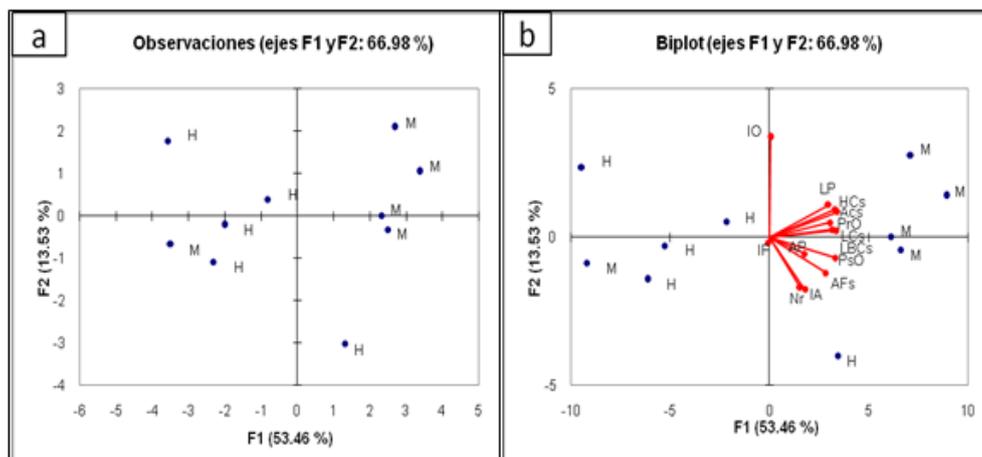


Figura 11 a y b: Distribución de los 12 especímenes de *Phaethornis philippii* en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H); b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por sexos. Las hembras se vincularon al ángulo de pico y los machos a las variables del esternón.

El F1 estuvo vinculado por tres de las variables del cráneo: pre-orbital (PrO), largo del pico (LP) y por el diámetro de la inserción del atlas (IA) y también por cinco variables del esternón: largo de la base de inserción de la *carina sterni* (LBCs), altura de la *carina sterni* (HCs), largo de la *carina sterni* (LCs), el área de la *carina sterni* (ACs) y ancho del *foramen sterni* (AFs), las cuales mostraron un índice alto de correlación entre si. Estas variables mostraron un alto índice de correlación entre si e indicándonos que estas

medidas fueron las de mayor influencia en las correlaciones morfológicas de *P. philippii*. (Tabla 7).

Para el caso del F2, la variable del cráneo inter-orbital (IO) fue la única que influyó en su variación. (Tabla 7).

Tabla 7: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.

Medidas*	F1*	F2*
PsO	0.241	0.025
IO	0.000	<b>0.873</b>
PrO	<b>0.719</b>	0.019
IP	0.247	0.242
Nr	0.186	0.223
LP	<b>0.684</b>	0.091
AP	0.001	0.003
IA	<b>0.618</b>	0.113
LBCs	<b>0.871</b>	0.004
HCs	<b>0.860</b>	0.067
LCs	<b>0.788</b>	0.005
Acs	<b>0.895</b>	0.056
AFs	<b>0.838</b>	0.038

\* Ver abreviaturas en Anexo II.

## 4.2. Análisis de las Especies de la Sub-Familia Trochilinae:

### 4.2.1. *Campylopterus largipennis* (Boddaert, 1783):

Se distribuye en los bosques húmedos de la Amazonia, hasta los 1300 msnm, usualmente en bordes de bosques, márgenes de río y lagos y otras áreas abiertas de bosque. Especie medianamente grande, con pico relativamente grueso y largo y ligeramente curvo. La mandíbula superior es de color negro y la mandíbula inferior puede ser roja o negra para ambos sexos. El dorso color verde y presentan un punto post-ocular blanco muy prominente. Los machos tienen los raquis de las remeras

primarias externas engrosados y curvos. La superficie inferior de las timoneras con puntas blancas y anchas.

Las variables morfométricas estudiadas en *Campylopterus largipennis* han mostrado correlación en algunas de ellas (Fig. 12a y b), indicándonos así que no son redundantes ya que mostraron valores independientes una de las otras. El análisis de los Componentes Principales (ACP) de las medidas morfométricas del cráneo y el esternón dio trece factores (F13) con una acumulación total del 100% de varianza para cada medida morfométrica, donde el F1 y el F2 representaron el porcentaje acumulado de 73.635% ( $F= 0.50$ ,  $p>0.01$ ) de las variables correlacionadas; es decir, las medidas morfométricas de estos factores representan más del 70% del total acumulado en la variabilidad de las correlaciones morfométricas de *C. largipennis* y por ende las que mas influyen en su morfología. Así el F1 presento un valor propio de 5.858 con 45.058 % de acumulación de variabilidad y para el F2 el valor propio fue de 3.715 con 28.578 % de acumulación de variabilidad.

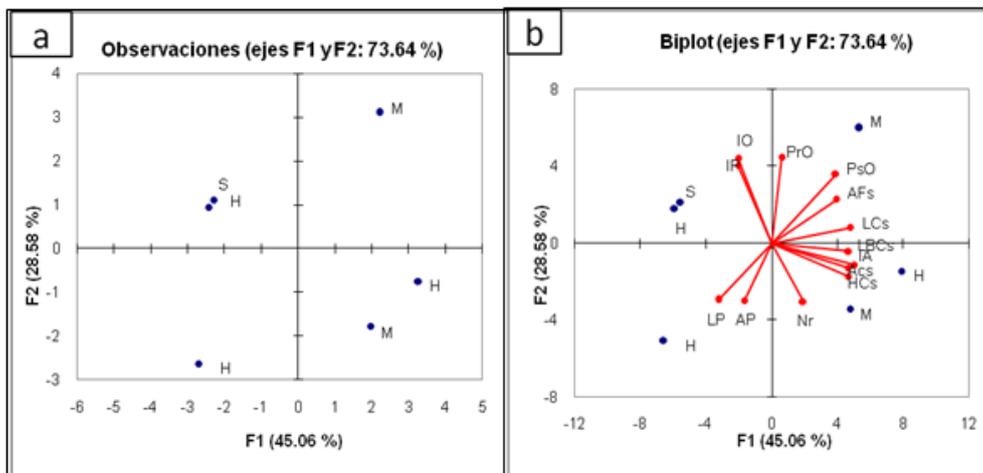


Figura 12 a y b: Distribución de los 6 especímenes de *Campylopterus largipennis* en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H) y sexos no definidos (S); b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por sexos. Las hembras se vincularon al largo y ángulo de pico y los machos a las variables del esternón.

El F1 estuvo vinculado por tres variables del cráneo: distancia post-orbital (PsO), largo del pico (LP) y el diámetro de la inserción del atlas (IA) y también por todas las variables del esternón: largo de la base de inserción de la *carina sterni* (LBCs), altura de

la *carina sterni* (HCs), largo de la *carina sterni* (LCs), el área de la *carina sterni* (ACs) y ancho del *foramen sterni* (AFs), las cuales mostraron un alto índice de correlación entre sí, indicándonos que estas medidas fueron las de mayor influencia en las correlaciones morfológicas de *C. largipennis*. Las variables del cráneo PsO y LP mostraron estar correlacionadas negativamente dando un valor de correlación Spearman ( $r_s$ ) entre ellas de -0.893, indicándonos que la distancia post-orbital disminuirá en un 89.3% cuando el largo de pico aumente. (Tabla 8).

Para el caso del F2, cuatro de las variables del cráneo: distancia inter-orbital (IO), distancia pre-orbital (PrO), inserción del pico (IP) y el ángulo del pico (AP), fueron las que influenciaron en su variación. Las variables inter-orbital (IO), pre-orbital (PrO) y la inserción del pico (IP) mostraron un alto índice de correlación. Además, las variables del cráneo IP y Nr se encontraron negativamente correlacionadas, dando un valor de correlación Spearman ( $r_s$ ) entre ellas de -0.616. (Tabla 8), lo cual nos indica que la distancia entre las narinas disminuirá en un 61.6% cuando el ancho del pico aumente. (Tabla 8).

Tabla 8: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.

Medidas*	F1*	F2*
PsO	0.177	<b>0.539</b>
IO	0.144	<b>0.560</b>
PrO	0.096	<b>0.828</b>
IP	0.001	0.006
Nr	0.113	0.004
LP	<b>0.767</b>	0.036
AP	<b>0.761</b>	0.020
IA	0.067	<b>0.458</b>
LBCs	<b>0.869</b>	0.035
HCs	<b>0.801</b>	0.001
LCs	<b>0.727</b>	0.124
Acs	<b>0.834</b>	0.001
AFs	0.350	0.101

\*Ver abreviaturas en Anexo II.

#### **4.2.2. *Florisuga mellivora* (Linnaeus, 1758):**

Se distribuye a lo largo de la Amazonia hasta los 1200 msnm, se encuentran asociados al dosel de bosques húmedos, pero puede estar en estratos mas bajos en los bordes de bosque. Colibrí mediano, de pico negro, corto y casi recto. El macho de cabeza azul que se extiende hasta la garganta y con un collar blanco en la zona de la nuca, el dorso color verde y el vientre blanco. Presentan color blanco a lo largo de las rectrices. Los machos inmaduros (y algunas hembras inmaduras) son similares al macho adulto, pero de pecho mas opaco, con bordes escamados color gris muy conspicuo en la garganta y/o en el pecho. El plumaje “estándar” de la hembra presenta abundantes ornamentaciones escamadas en la garganta y las rectrices son predominantemente oscuras.

Las variables morfométricas estudiadas en *Florisuga mellivora* mostraron correlación en algunas de ellas (Fig. 13a y b), indicándonos así; que no son redundantes, ya que mostraron valores independientes una de las otras. El análisis de los Componentes Principales (ACP) de las medidas morfométricas del cráneo y el esternón dio trece factores (F13) con una acumulación total del 100% de varianza para cada medida morfométrica, donde el F1 y el F2 representaron el porcentaje acumulado de 76.138 % (F= 0.50,  $p>0.01$ ) de las variables correlacionadas; es decir, las medidas morfométricas de estos factores representan más del 70% del total acumulado en la variabilidad de las correlaciones morfométricas de *F. mellivora* y por ende las que mas influyen en su morfología. Así el F1 presento un valor propio de 5.140 con 39.535 % de acumulación de la variabilidad y para el F2 el valor propio fue de 4.758 con 36.603 % acumulación de la variabilidad.

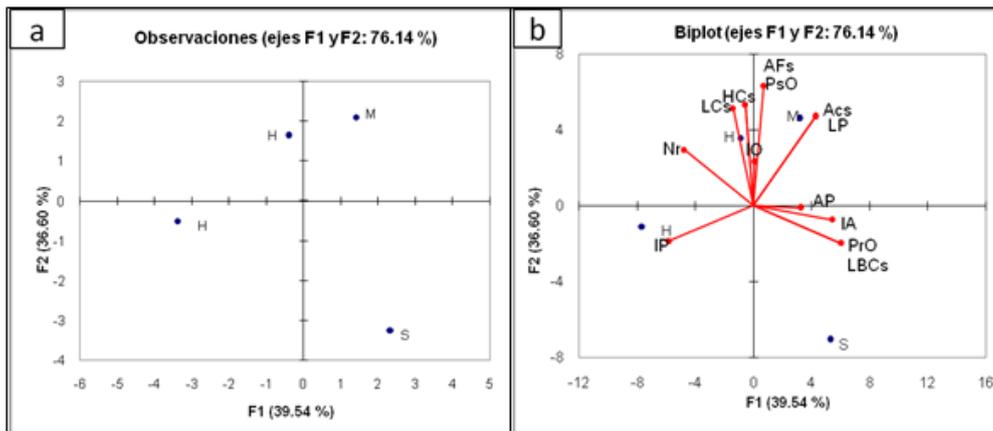


Figura 13 a y b: Distribución de los 4 especímenes de *Florisuga mellivora* en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H) y sexos no definidos (S); b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por sexos. Las hembras se vincularon a la inserción del pico y distancias de narinas y los machos a las variables del esternón área de carina esternal y largo de pico. Probablemente la falta de especímenes IA a yudo a definir adecuadamente las vinculaciones para la presente especie.

El F1 estuvo vinculado por cuatro de las variables del cráneo: distancia pre-orbital (PrO), inserción del pico (IP), distancia entre las narinas (Nr) y diámetro de la inserción del atlas (IA) y también por una variable del esternón: largo de la base de la inserción de la *carina sterni* (LBCs), mostrando un alto índice de correlación entre si, indicándonos que estas medidas fueron las de mayor influencia en las correlaciones morfológicas de *F. mellivora*. Las variables del esternón LBCs con la variable del cráneo PrO mostraron estar altamente correlacionadas de forma positiva dando un valor de correlación Spearman ( $r_s$ ) entre ellas de 1.00, indicándonos que la distancia pre-orbital aumenta en un 100% cuando la longitud de la base de la carina esternal aumente, sin embargo esta estrecha correlación pudiera ser un resultado debido al escaso número de especímenes analizados. (Tabla 9).

Para el caso del F2, estuvo vinculado con dos variables del cráneo: distancia post-orbital (PsO) y largo del pico (LP) y con cuatro variables del esternón: altura de la *carina sterni* (HCs), largo de la *carina sterni* (LCs), el área de la *carina sterni* (ACs) y ancho del *foramen sternal* (AFs) fueron las que influenciaron en su variación. Donde las variables del cráneo PsO y la variable del esternón AFs dieron un valor de correlación

Spearman ( $r_s$ ) entre ellas de 1.00, donde la distancia post-orbital aumentara en un 100% cuando el ancho del foramen esternal aumente; de la misma manera la variable LP con ACs obtuvieron un valor de correlación Spearman ( $r_s$ ) de 1.00, indicándonos que la longitud del pico aumentara en un 100% cuando el área de la carina esternal aumente. Además, las variables del cráneo PrO y Nr se encontraron negativamente correlacionadas, dando un valor de correlación Spearman ( $r_s$ ) entre ellas de -0.800, es decir cuando la distancia pre-orbital aumente la distancia entre las narinas disminuirá en un 80%. (Tabla 9).

Tabla 9: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.

Medidas*	F1*	F2*
PsO	0.008	<b>0.702</b>
IO	0.000	0.131
PrO	<b>0.893</b>	0.095
IP	<b>0.823</b>	0.085
Nr	<b>0.560</b>	0.216
LP	0.452	<b>0.541</b>
AP	0.264	0.000
IA	<b>0.725</b>	0.013
LBCs	<b>0.893</b>	0.095
HCs	0.012	<b>0.987</b>
LCs	0.049	<b>0.651</b>
Acs	0.452	<b>0.541</b>
AFs	0.008	<b>0.702</b>

\* Ver abreviaturas en Anexo II.

#### 4.2.3. *Thalurania furcata* (Gmelin, 1788):

Ampliamente distribuido en los bosques húmedos de la Amazonia hasta los 1400 msnm en los estratos del dosel e interior de los bosques. Ambos sexos con pico de mandíbula superior negra y base de la mandíbula inferior rojiza. Los machos son muy coloreados y más oscuros que las hembras, presentan gorguera verde, abdomen azul intenso o azul púrpureo con la cola en forma ahorquillada de color azul intenso. Las hembras son gris claro en la zona ventral, de dorso verde, la cola es ahorquillada con las puntas de las rectrices blancas.

Las variables morfométricas estudiadas en *Thalurania furcata* mostraron correlación en algunas de ellas (Fig. 14a y b), indicándonos así que no son redundantes ya que mostraron valores independientes una de las otras. El análisis de los Componentes Principales (ACP) de las medidas morfométricas del cráneo y el esternón dio trece factores (F13) con una acumulación total del 100% de varianza para cada medida morfométrica, donde el F1 y el F2 representaron el porcentaje acumulado de 64.761% ( $F= 0.50$ ,  $p>0.01$ ) de las variables correlacionadas; es decir, las medidas morfométricas de estos factores representan más del 60% del total acumulado en la variabilidad de las correlaciones morfométricas de *T. furcata* y por ende las que mas influyen en su morfología. Así el F1 presento un valor propio de 5.706 con 43.894 % de acumulación de variabilidad y para el F2 el valor propio fue de 2.713 con 20.867 % de acumulación de variabilidad.

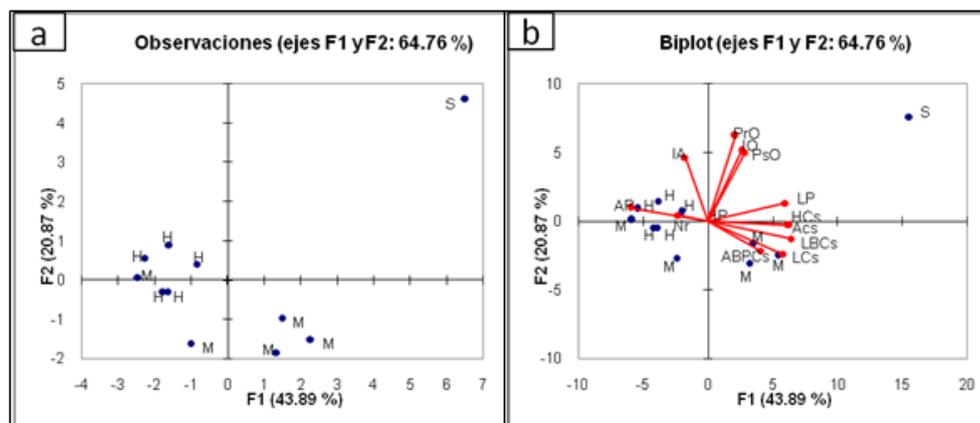


Figura 14 a y b: Distribución de los 4 especímenes de *Thalurania furcata* en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H) y sexos no definidos (S); b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por sexos. Las hembras se vincularon al ángulo del pico y los machos a las variables del esternón.

El F1 estuvo vinculado por dos variables del cráneo: largo del pico (LP) y el ángulo del pico (AP) y por cinco variables del esternón: largo de la base de inserción de la *carina sterni* (LBCs), altura de la *carina sterni* (HCs), largo de la *carina sterni* (LCs), el área de la *carina sterni* (ACs) y ancho del *foramen sterni* (AFs), mostrando un alto índice de correlación entre si e indicándonos que fueron las medidas de mayor influencia en las correlaciones morfológicas de *T. furcata*. Además, las variables del esternón ACs y HCs

se encontraron positivamente correlacionadas, dando un valor de correlación Spearman ( $r_s$ ) entre ellas de 0.982; es decir, que el área de la carina esternal aumentara en un 98.2% cuando la altura de la carina esternal aumente. (Tabla 10).

Para el caso del F2, las variables post-orbital (PsO), inter-orbital (IO), pre-orbital (PrO) y el diámetro de la inserción del atlas (IA) fueron las que influenciaron en su variación, las cuales se mostraron correlacionadas, mostrando una influencia de correlación atenuada, pero importante, sobre el resto de las variables morfológicas de *T.furcata*. (Tabla 10).

Tabla 10: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.

Medidas*	F1*	F2*
PsO	0.177	<b>0.539</b>
IO	0.144	<b>0.560</b>
PrO	0.096	<b>0.828</b>
IP	0.001	0.006
Nr	0.113	0.004
LP	<b>0.767</b>	0.036
AP	<b>0.761</b>	0.020
IA	0.067	<b>0.458</b>
LBCs	<b>0.869</b>	0.035
HCs	<b>0.801</b>	0.001
LCs	<b>0.727</b>	0.124
Acs	<b>0.834</b>	0.001
AFs	0.350	0.101

\* Ver abreviaturas en Anexo II.

#### 4.2.4. *Leucippus chlorocercus* (Gould, 1866):

Se distribuye hacia el Norte de la Amazonia hasta los 1200 msnm, a lo largo de los ríos en áreas abiertas de vegetación arbustiva. Colibrí mediano, de pico color negro, recto y no muy largo. El plumaje para ambos sexos es parduzco, el dorso es verde y el vientre gris claro. La garganta ligeramente moteada y la de cola de color verde.

Las variables morfométricas estudiadas en *Leucippus chlorocercus* han mostrado correlación en algunas de ellas (Fig. 15a y b), indicándonos así que no son redundantes ya que mostraron valores independientes una de las otras. El análisis de los

Componentes Principales (ACP) de las medidas morfométricas del cráneo y el esternón dio trece factores (F13) con una acumulación total del 100% de varianza para cada medida morfométrica, donde el F1 y el F2 representaron el porcentaje acumulado de 61.843% ( $F= 0.50$ ,  $p>0.01$ ) de las variables correlacionadas; es decir, las medidas morfométricas de estos factores representan más del 60% del total acumulado en la variabilidad de las correlaciones morfométricas de *L. chlorocercus* y por ende las que más influyen en su morfología. Así el F1 presentó un valor propio de 5.493 con 42.257 % de acumulación de variabilidad y para el F2 el valor propio fue de 2.546 con 19.587 % de acumulación de variabilidad.

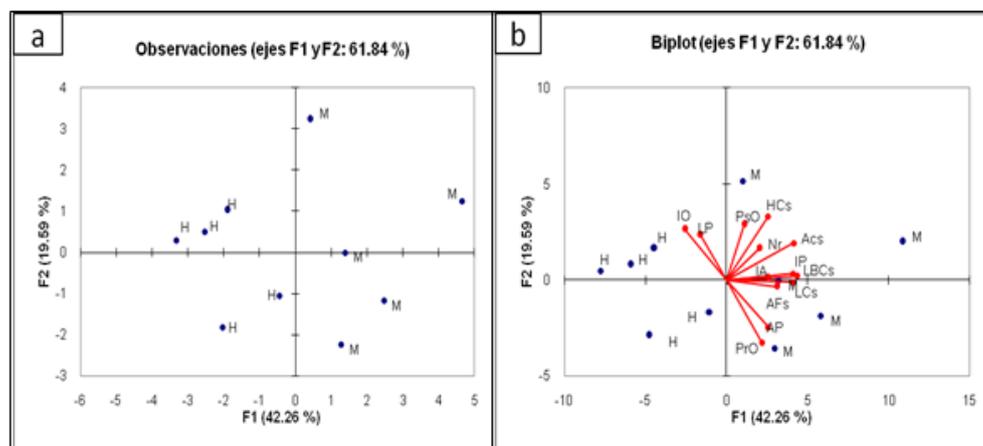


Figura 15 a y b: Distribución de los 10 especímenes de *Leucippus chlorocercus* en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H); b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por sexos. Las hembras se vincularon al largo de pico y a la distancia inter-orbital, los machos se vincularon a las variables del esternón.

El F1 estuvo vinculado por dos variables del cráneo: inserción del pico (IP) y el ángulo del pico (AP) y por cuatro de las variables del esternón: largo de la base de inserción de la *carina sterni* (LBCs), largo de la *carina sterni* (LCs), el área de la *carina sterni* (ACs) y ancho del *foramen sterni* (AFs). Estas variables demostraron un alto índice de correlación entre sí e indicándonos que fueron las medidas de mayor influencia en las correlaciones morfológicas de *L. chlorocercus*. Además, las variables del cráneo ángulo del pico (AP) y la distancia inter-orbital (IO) se encontraron negativamente correlacionadas, dando un valor de correlación Spearman ( $r_s$ ) entre ellas de -0.683, lo

cual nos indica que el la distancia inter-orbital disminuye en un 68.3% cuando el ángulo del pico aumente. (Tabla 11)

Para el caso del F2, las dos variables del cráneo: distancia inter-orbital (IO) y distancia pre-orbital (PrO), y la variable del esternón: altura de la *carina sterni* (HCs) fueron las que influenciaron en su variación, resultando estar altamente correlacionadas. Donde la distancia inter-orbital (IO) con la distancia pre-orbital (PrO) se correlacionaron negativamente dando un valor de correlación Spearman ( $r_s$ ) entre ellas de -0.488, indicándonos que a distancia inter-orbital disminuye en un 48.8% cuando la distancia pre-orbital aumente. (Tabla 11).

Tabla 11: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor. \* Ver abreviaturas en Anexo II.

<b>Medidas*</b>	<b>F1*</b>	<b>F2*</b>
PsO	0.056	0.383
IO	0.305	<b>0.319</b>
PrO	0.222	<b>0.497</b>
IP	<b>0.779</b>	0.005
Nr	0.194	0.123
LP	0.120	0.251
AP	<b>0.306</b>	0.282
IA	0.299	0.001
LBCs	<b>0.880</b>	0.002
HCs	0.305	<b>0.507</b>
LCs	<b>0.783</b>	0.001
Acs	<b>0.797</b>	0.169
AFs	<b>0.449</b>	0.006

#### **4.2.5. Amazilia láctea (Lesson, 1829):**

Se distribuye a lo largo del centro y sur de la Amazonia hasta los 1400 msnm, en bordes de bosques, márgenes de ríos y bosques secundarios. Esta especie presenta el pico recto y no muy largo, de mandíbula superior negra y mandíbula inferior parcialmente rosada o roja. El macho posee la garganta y el pecho de color azul purpureo resplandeciente.

Los costados del pecho son verdes y se dividen por una línea ventral color blanca. La hembra es similar pero más opaca, garganta y pecho con pintas blancas a grisáceas.

Las variables morfométricas estudiadas en *Amazilia lactea* han mostrado correlación en algunas de ellas (Fig. 16a y b), indicándonos así que no son redundantes ya que mostraron valores independientes una de las otras. El análisis de los Componentes Principales (ACP) de las medidas morfométricas del cráneo y el esternón dio trece factores (F13) con una acumulación total del 100% de varianza para cada medida morfométrica, donde el F1 y el F2 representaron el porcentaje acumulado de 70.914 % (F= 0.50,  $p > 0.01$ ) de las variables correlacionadas; es decir, las medidas morfométricas de estos factores representan más del 70% del total acumulado en la variabilidad de las correlaciones morfométricas de *A. lactea* y por ende las que más influyen en su morfología. Así el F1 presentó un valor propio de 5.469 con 42.073 % de acumulación de variabilidad y para el F2 el valor propio fue de 3.749 con 28.842 % de acumulación de variabilidad.

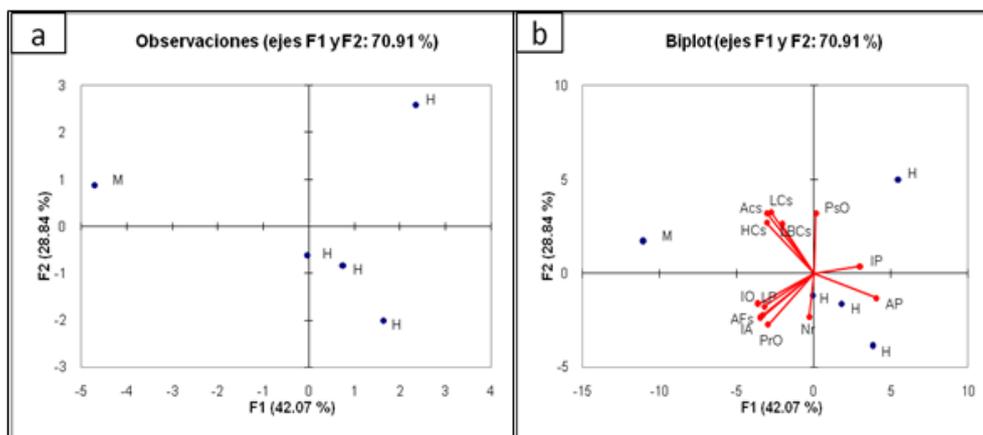


Figura 16 a y b: Distribución de los 10 especímenes de *Amazilia lactea* en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando los machos (M) de las hembras (H); b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por sexos. Las hembras se vincularon al ángulo del pico y el macho a las variables del esternón.

El F1 estuvo vinculado por cinco de las variables del cráneo: distancia inter-orbital (IO), distancia pre-orbital (PrO), largo del pico (LP), ángulo del pico (AP), diámetro de la inserción del atlas (IA) y por dos de las variables del esternón: altura de la *carina sterni*

(HCs) y ancho del *foramen sterni* (AFs). Estas variables mostraron un alto índice de correlación entre si e indicándonos que fueron las medidas de mayor influencia en las correlaciones morfológicas de *A. lactea*. (Tabla 12)

Para el caso del F2, una variable del cráneo: distancia post-orbital (PsO) y dos variables del esternón: largo de la *carina sterni* (LCs) y área de la *carina sterni* (ACs) fueron las que influenciaron en su variación, las cuales se mostraron correlacionadas, mostrando una influencia de correlación atenuada, pero importante, sobre el resto de las variables morfológicas de *A. lactea*. (Tabla 12).

Tabla 12: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.

Medidas*	F1*	F2*
Pso	0.001	<b>0.502</b>
IO	<b>0.647</b>	0.133
PrO	<b>0.431</b>	0.367
IP	0.451	0.007
Nr	0.005	0.268
LP	<b>0.504</b>	0.152
AP	<b>0.809</b>	0.087
IA	<b>0.590</b>	0.283
LBCs	0.208	0.326
HCs	<b>0.459</b>	0.355
LCs	0.454	<b>0.510</b>
Acs	0.375	<b>0.519</b>
AFs	<b>0.536</b>	0.240

\* *Ver abreviaturas en Anexo II.*

### 4.3. Análisis Total de la Sub-familia Phaethornithinae

#### 4.3.1. Análisis total de la Sub-familia Phaethornithinae

Las variables morfométricas estudiadas en las especies de la sub-familia Phaethornithinae mostraron correlación entre algunas de ellas (Anexo I: Tabla C-1), determinando la agrupación de sus especies de acuerdo a las vinculaciones de estas con las variables morfológicas que definieron el mayor porcentaje de la variabilidad del

cráneo y esternón (Fig. 17a y b), esto nos indica que las variables analizadas no son redundantes ya que mostraron valores independientes las unas de las otras (Tabla 13).

El análisis de los Componentes Principales (ACP) de las medidas morfométricas del cráneo y el esternón dio trece factores (F13) con una acumulación de la varianza del 100%, donde el F1 y el F2 mostraron un porcentaje acumulado del 69.805% ( $F= 0.50$ ,  $p>0.01$ ) de las variables correlacionadas; es decir, la acumulación de la variabilidad de las medidas morfométricas por estos factores representan más del 60% del total acumulado en las correlaciones morfométricas de la subfamilia Phaethornithinae y por ende las que más influyeron en la variabilidad de su morfología craneal y esternal en el presente estudio. Así las variables morfométricas del F1 presentaron un valor propio de 7.475 con 57.500 % de acumulación de variabilidad y para las variables del F2 el valor propio fue de 1.600 con 12.305 % de acumulación de variabilidad.

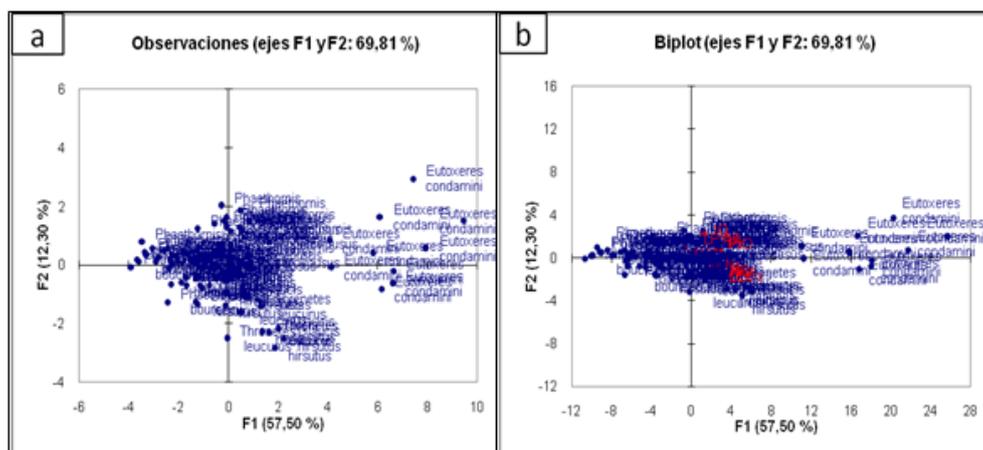


Figura 17 a y b: Distribución de los 80 especímenes de la Sub-familia Phaethornithinae en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando las 7 especies; b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por especies. La mayoría de especies y variables se vincularon a la variable ángulo de pico.

El F1 estuvo vinculado por cinco de las variables del cráneo: distancia post-orbital (PsO), distancia pre-orbital (PrO), inserción del pico (IP), distancia entre narinas (Nr), ángulo del pico (AP) y con todas las variables del esternón: largo de la base de inserción de la *carina sterni* (LBCs), altura de la *carina sterni* (HCs), largo de la *carina sterni* (LCs), el área de la *carina sterni* (ACs) y ancho del *foramen sterni* (AFs). Estas

variables presentaron un alto índice de correlación entre si, indicándonos que estas medidas fueron las de mayor influencia en la variabilidad de las correlaciones morfológicas para el cráneo y esternón de Phaethornithinae.

Para el caso del F2, la variable distancia inter-orbital (IO), fue la única que influyó en su variación, la cual se correlacionó más bajo que el resto de las variables entre si, pero que igual influye morfológicamente en Phaethornithinae. (Tabla 13).

El presente trabajo corrobora que la variable ángulo de pico se vinculó fuertemente a la subfamilia Phaethornithinae, presentando altos índices de correlación ( $r_s$ ) con el resto de las variables del cráneo e influyendo en la morfometría de estos (Anexo I: Tabla C-1), a diferencia de la variable largo de pico, la cual obtuvo los índices de correlaciones más bajas para las variables del cráneo y esternón. Y al correlacionar estas entre si, indican que el ángulo del pico aumenta ligeramente en un 18.1% cuando la longitud de los picos disminuye, sin embargo para las especies *Glaucis hirsutus*, *Eutoxeres condamini* y *Phaethornis superciliosus* estas relaciones fueron alométricas, donde el ángulo del pico aumenta cuando la longitud del pico también aumenta.

También se encontró que la distancia pre-orbital aumenta en un 81.6 % cuando la distancia post-orbital aumenta ( $r_s = 0.816$ ) y a su vez, estas incrementan en más de un 60% ( $r_s=0.619$  y  $r_s=0.637$ ) cuando el ángulo de pico aumenta, las al incrementar ubicaran las cavidades oculares más atrás de la zona occipital del cráneo, permitiéndoles campo visual un poco más amplio (Kaiser 2007). Al correlacionar estas variables con el largo del pico mostraron un bajo índice de correlación ( $r_s = -0.071$  y  $r_s = -0.114$ ). Esto indica una estrecha correspondencia de alometría con el ángulo del pico y que el largo del pico influye muy poco en el tamaño y ubicación de las cavidades oculares.

Así mismo se evidenció que el ancho del pico, caracterizada por la distancia de la inserción del pico, aumenta en un 60.6% cuando el ángulo del pico aumenta ( $r_s = 0.606$ ), lo cual sería un factor atenuante de competencia para aquellas especies que pueden forrajear flores más o igual de curvas que sus picos pero con un diámetro de corola menor que el ancho de sus picos.

Además se encontró que la inserción del atlas, es decir el diámetro del *foramen magnum* incrementa ligeramente en un 38.9% ( $r_s=0.389$ ) cuando el ángulo del pico aumenta en general para Phaethornithinae, pero disminuye para aquellas especies donde el ángulo

del pico disminuye cuando la longitud del pico aumenta, como el caso de *Threnetes leucurus* ( $r_s=-0.503$ ).

De igual manera se obtuvo que la distancia entre las narinas aumenta en un 56.2% cuando el ángulo del pico aumenta ( $r_s=0.562$ ) y disminuye en un 30.4% cuando largo del pico aumentan ( $r_s=-0.304$ ).

La correlación entre el cráneo y el esternón de mayor índice se evidenció cuando la distancia pre-orbital aumenta en un 77.3% al aumentar la altura de la carina esternal ( $r_s=0.773$ ).

Finalmente, entre las variables del esternón, se encontró que el área de la carina esternal aumenta en un 98.8% cuando el largo de la base de la carina esternal aumenta ( $r_s=0.988$ ).

Tabla 13: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.

Medidas*	F1*	F2*
PsO	<b>0.658</b>	0.058
IO	0.158	<b>0.432</b>
PrO	<b>0.792</b>	0.050
IP	<b>0.637</b>	0.085
Nr	<b>0.523</b>	0.008
LP	0.047	0.172
AP	<b>0.418</b>	0.135
IA	0.317	0.231
LBCs	<b>0.819</b>	0.110
HCs	<b>0.859</b>	0.030
LCs	<b>0.735</b>	0.160
Acs	<b>0.867</b>	0.066
AFs	<b>0.644</b>	0.063

\* Ver en el Anexo II.

#### 4.3.2. Análisis de las medianas de la Sub-familia Phaethornithinae

Con el fin de eliminar los valores extremos de los datos de las variables morfológicas analizadas, se realizó el análisis de las medianas de la Sub-familia Phaethornithinae; la mediana representó el valor de la tendencia central de cada variable morfológica del

total de especímenes analizados, permitiendo así una mejor ubicación y visualización de las correlaciones morfológicas para cada especie de la subfamilia.

Las medianas de las variables morfométricas estudiadas en la sub-familia Phaethornithinae mostraron correlación en algunas de ellas (Anexo I: Tabla C-2), determinando la agrupación de sus especies de acuerdo a las vinculaciones de estas con las variables morfológicas que definieron el mayor porcentaje de a variabilidad del cráneo y el esternón (Fig. 18 a y b), esto nos indica que las variables analizadas no son redundantes ya que mostraron valores independientes las unas de las otras. (Tabla 14)

El análisis de los Componentes Principales (ACP) de las medidas morfológicas del cráneo y el esternón dio trece factores (F13) con una acumulación de la varianza del 100%, donde el F1 y el F2 mostraron un porcentaje acumulado de 83.993% (F= 0.50,  $p>0.01$ ) del total de las variables correlacionadas; es decir, la acumulación de la variabilidad de las medidas morfométricas de la subfamilia Phaethornithinae y por ende las que mas influyeron en la variabilidad de su morfología craneal y esternal en el presente estudio. Así el F1 presento un valor propio de 8.894 con 68.417 % de acumulación de variabilidad y para el F2 el valor propio fue de 2.025 con 15.576 % de acumulación de variabilidad.

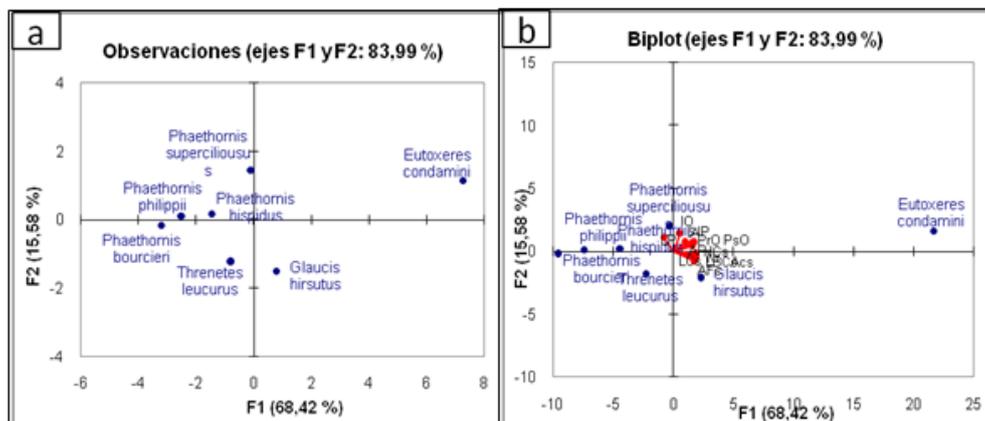


Figura 18 a y b: Distribución de las medianas de los 80 especímenes de la Sub-familia Phaethornithinae en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando las medianas de las 7 especies; b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por medianas de especies. La mayoría de las variables morfológicas se vincularon a la variable ángulo de pico y las correlaciones de estas agruparon a las especies según sus vinculaciones morfológicas

El F1 estuvo vinculado por cinco variables del cráneo: distancia post-orbital (PsO), distancia pre-orbital (PrO), inserción del pico (IP), distancia entre las narinas (Nr), ángulo del pico (AP) y por todas las variables del esternón: largo de la base de inserción de la *carina sterni* (LBCs), altura de la *carina sterni* (HCs), largo de la *carina sterni* (LCs), el área de la *carina sterni* (ACs) y ancho del *foramen sterni* (AFs). Estas variables presentaron un alto índice de correlación entre si, indicándonos que estas medidas fueron las de mayor influencia en la variabilidad de las correlaciones morfológicas para el cráneo y esternón de Phaethornithinae.

Para el caso del F2, las variables del cráneo: la distancia inter-orbital (IO) y el largo del pico (LP) fueron las que influenciaron en su variación, las cuales se correlacionaron mas bajo con el resto de las variables, pero igual influyen morfológicamente en Phaethornithinae. (Tabla 14).

El análisis de las medianas corrobora que la variable ángulo de pico se vinculó fuertemente al resto de las variables de la subfamilia Phaethornithinae, presentando altos índices de correlación ( $r_s$ ) con el resto de las variables del cráneo e influyendo en la morfometría de este. (Anexo I: Tabla C-2), a diferencia de la variable largo de pico, la cual obtuvo los índices de correlaciones más bajas para las variables del cráneo y esternón. Y al correlacionar estas entre si, indican que el ángulo del pico aumenta ligeramente en un 14.3% cuando la longitud del pico disminuye. Además, las variables del cráneo PrO y PsO se encontraron positivamente correlacionadas ( $r_s= 1.00$ ), donde la distancia pre-orbital aumenta en un 100% cuando la distancia post-orbital aumenta o viceversa y a su vez estas incrementan en un 96.4% cuando el ángulo del pico aumenta. Al correlacionar estas variables con el largo del pico mostraron un bajo índice de correlación ( $r_s= -0.107$ ).

Así mismo se evidencio que el ancho del pico, caracterizada por la distancia de la inserción del pico, aumenta en un 85.7% cuando el ángulo del pico aumenta ( $r_s= 0.857$ ), lo cual seria un factor atenuante de competencia para aquellas especies que pueden forrajear flores más o igual de curvas que sus picos pero con un diámetro de corola menor que el ancho de sus picos.

Además se encontró que la inserción del atlas, es decir el diámetro del *foramen magnum* incrementa ligeramente en un 46.4% ( $r_s=0.464$ ) cuando el ángulo del pico aumenta en

general para Phaethornithinae y no guardo ninguna correlación con el largo del pico ( $r_s=0.000$ ).

De igual manera se obtuvo que la distancia entre las narinas aumenta en un 82.1% cuando el ángulo del pico aumenta ( $r_s=0.821$ ) y disminuye en un 39.3 % cuando el largo del pico aumentan ( $r_s=-0.393$ ).

La correlación entre el cráneo y el esternón de mayor índice evidenció que la altura de la carina esternal se correlacionó fuertemente a la distancia post-orbital, distancia pre-orbital, distancia entre narinas y ángulo del pico. ( $r_s=0.821$ ,  $r_s=0.821$ ,  $r_s=0.964$  y  $r_s=0.57$ ).

Finalmente, entre las variables del esternón, se encontró que el área de la carina esternal aumenta en un 100% cuando el largo de la base de la carina esternal aumenta ( $r_s=1.000$ ).

Tabla 14: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.

<b>Medidas*</b>	<b>F1*</b>	<b>F2*</b>
<b>PsO</b>	<b>0.758</b>	<b>0.148</b>
<b>IO</b>	<b>0.095</b>	<b>0.597</b>
<b>PrO</b>	<b>0.758</b>	<b>0.148</b>
<b>IP</b>	<b>0.651</b>	<b>0.057</b>
<b>Nr</b>	<b>0.908</b>	<b>0.008</b>
<b>LP</b>	<b>0.177</b>	<b>0.338</b>
<b>AP</b>	<b>0.816</b>	<b>0.126</b>
<b>IA</b>	<b>0.262</b>	<b>0.171</b>
<b>LBCs</b>	<b>0.878</b>	<b>0.109</b>
<b>HCs</b>	<b>0.972</b>	<b>0.015</b>
<b>LCs</b>	<b>0.800</b>	<b>0.147</b>
<b>Acs</b>	<b>0.878</b>	<b>0.109</b>
<b>AFs</b>	<b>0.941</b>	<b>0.052</b>

\* *Ver en el Anexo II.*

## 4.4. Análisis Total de la Sub-familia Trochilinae

### 4.4.1. Análisis total de la Sub-familia Trochilinae

Las variables morfométricas estudiadas en las especies de la sub-familia Trochilinae mostraron correlación entre algunas de ellas (Anexo I: D-1), determinando la agrupación de sus especies de acuerdo a las vinculaciones de estas con las variables morfológicas que definieron el mayor porcentaje de la variabilidad del cráneo y esternón (Fig.19 a y b), esto nos indica que las variables analizadas no son redundantes ya que mostraron valores independientes las unas de las otras. (Tabla 15).

El análisis de los Componentes Principales (ACP) de las medidas morfométricas del cráneo y el esternón dio trece factores (F13) con una acumulación de la varianza del 100%, donde el F1 y el F2 mostraron un porcentaje acumulado del 71.692% (F= 0.50,  $p>0.01$ ) de las variables correlacionadas; es decir la acumulación de la variabilidad de las medidas morfométricas por estos factores representan mas del 70% del total acumulado en las correlaciones morfométricas de la subfamilia Trochilinae y por ende las que mas influyeron en la variabilidad de su morfología craneal y esternal en el presente estudio. Así el F1 presento un valor propio de 7.493 con 57.642 % de acumulación de la variabilidad y para el F2 el valor propio fue de 1.826 con 14.050 % de acumulación de la variabilidad.

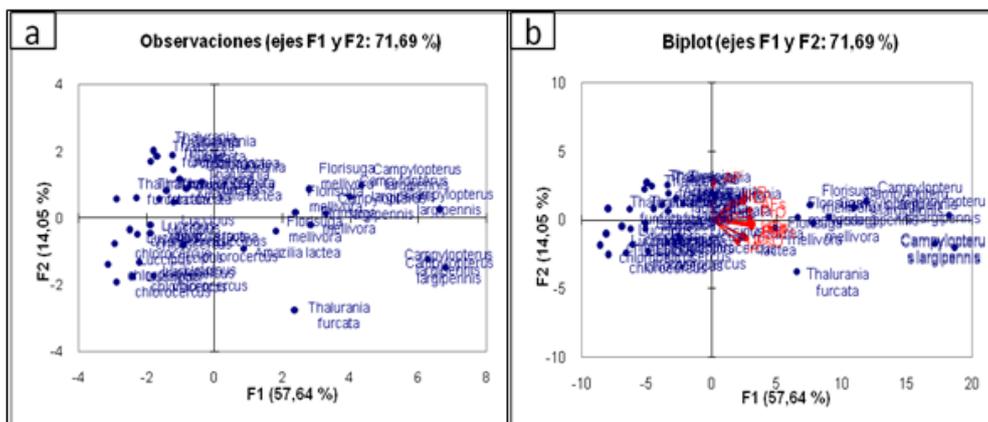


Figura 19 a y b: Distribución de los 36 especímenes de la Sub-familia Trochilinae en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando las 5 especies; b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por especies. La mayoría de especies y variables se vincularon a la variable largo de pico

El F1 estuvo vinculado por seis de las variables del cráneo: distancia post-orbital (PsO), distancia inter-orbital (IO), distancia pre-orbital (PrO), inserción del pico (IP), largo del pico (LP), diámetro de la inserción del atlas (IA) y por todas las variables del esternón: largo de la base de inserción de la *carina sterni* (LBCs), altura de la *carina sterni* (HCs), largo de la *carina sterni* (LCs), el área de la *carina sterni* (ACs) y ancho del *foramen sterni* (AFs). Estas variables presentaron un alto índice de correlación entre si, indicándonos que estas medidas fueron las de mayor influencia en la variabilidad de las correlaciones morfológicas del cráneo y esternón. (Tabla 15).

Para el caso del F2, la variable del cráneo: ángulo del pico (AP) fue la única que influencio en su variación, la cual se correlaciono mas bajo que el resto de las variables entre si, pero que igual influye morfológicamente en Phaethornithinae. (Tabla 15).

Tabla 15: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.

<b>Medidas*</b>	<b>F1*</b>	<b>F2*</b>
PsO	<b>0.602</b>	0.148
IO	<b>0.508</b>	0.108
PrO	<b>0.740</b>	0.004
IP	<b>0.534</b>	0.253
Nr	0.226	0.171
LP	<b>0.506</b>	0.161
AP	0.001	<b>0.686</b>
IA	<b>0.339</b>	0.206
LBCs	<b>0.823</b>	0.018
HCs	<b>0.798</b>	0.004
LCs	<b>0.811</b>	0.004
Acs	<b>0.864</b>	0.011
AFs	<b>0.741</b>	0.052

\* Ver en el Anexo II.

El presente trabajo corrobora que la variable largo de pico se vinculó fuertemente a la subfamilia Trochilinae, presentando altos índices de correlación ( $r_s$ ) con el resto de las variables del cráneo y esternón e influyendo en la morfometría de estos (Anexo I: Tabla D-1), a diferencia de la variable ángulo de pico, la cual obtuvo los índices de correlaciones más bajas para las variables del cráneo y esternón. Y al correlacionar estas entre sí, indican que el largo del pico aumenta ligeramente en un 38.2% cuando el

ángulo del pico aumenta, sin embargo para las especies *Thalurania furcata*, *Amazilia lactea* y *Leucippus chlorocercus*, la correlación es inversa, donde la longitud del pico aumenta cuando el ángulo del pico disminuye.

También se encontró que la distancia pre-orbital aumenta en un 69.1 % cuando la distancia post-orbital aumenta ( $r_s= 0.691$ ) y estas incrementan en un 39.1% y 61.7% ( $r_s=0.391$  y  $r_s=0.617$ ) cuando el largo del pico aumenta, esta correlación contrarresta el incremento y la ubicación posterior de las cavidades oculares hacia la zona occipital del cráneo, permitiéndoles campo visual mas agudo y central (Kaiser 2007). Al correlacionar estas variables con el ángulo del pico mostraron un bajo índice de correlación ( $r_s= -0.156$  y  $r_s= 0.164$ ). Esto indica una estrecha correspondencia de alometría con el largo del pico y donde el ángulo del pico influye muy poco en el tamaño y ubicación de las cavidades oculares.

Así mismo se evidencio que el ancho del pico, caracterizada por la distancia de la inserción del pico, aumenta en un 62.7% cuando el largo del pico aumenta ( $r_s= 0.627$ ), lo cual seria un factor atenuante de competencia para aquellas especies que pueden forrajear flores más o igual de curvas que sus picos pero con un diámetro de corola menor que el ancho de sus picos.

Además se encontró que la inserción del atlas, es decir el diámetro del *foramen magnum* incrementa en un 22.0% ( $r_s=0.220$ ) cuando el largo del pico aumenta en general para Trochilinae, pero disminuye en un 13.9% ( $r_s=-0.139$ ) cuando el ángulo del pico aumenta. Sin embargo para *Campylopterus largipennis* el diámetro del *foramen magnum* siempre disminuyo en un 50% cuando el largo y ángulo de pico aumenta, para el caso de *Florisuga mellivora* el análisis no evidencio correlación alguna entre la inserción del atlas y el ángulo del pico ( $r_s=0.000$ ).

De igual manera se obtuvo que la distancia entre las narinas aumenta cuando el ángulo y largo del pico aumentan ( $r_s=0.184$  y  $r_s=0.220$ ).

La correlación entre el cráneo y el esternón de mayor índice evidenció que el área de la carina esternal se correlacionó fuertemente a la distancia pre-orbital y la inserción del pico. ( $r_s=0.735$ ,  $r_s=0.747$ ) y que el área de la carina esternal aumenta en un 94.5% cuando el largo de la base de la carina esternal aumenta ( $r_s= 0.945$ ).

#### 4.4.2. Análisis de las medianas de la Sub-familia Trochilinae

Con el fin de eliminar los valores extremos de los datos de las variables analizadas, se realizó el análisis de las medianas de la Sub-familia Trochilinae, la mediana representó el valor de la tendencia central de cada variable morfológica del total de especímenes analizados, permitiendo así una mejor ubicación y visualización de las correlaciones morfológicas para cada especie de la subfamilia.

Las medianas de las variables morfométricas estudiadas en la sub-familia Trochilinae mostraron correlación en algunas de ellas (Anexo I: D-2), determinando la agrupación de sus especies de acuerdo a las vinculaciones de estas con las variables morfológicas que definieron el mayor porcentaje de variabilidad del cráneo y el esternón (Fig. 20 a y b), esto nos indica que las variables analizadas no son redundantes ya que mostraron valores independientes las unas de las otras. (Tabla 16)

El análisis de los Componentes Principales (ACP) de las medidas morfológicas del cráneo y el esternón dio trece factores (F13) con una acumulación de la varianza del 100%, donde el F1 y el F2 mostraron un porcentaje acumulado del 85.763 % ( $F= 0.50$ ,  $p>0.01$ ) de las variables correlacionadas; es decir, la acumulación de la variabilidad de las medidas morfométricas de la subfamilia Trochilinae y por ende las que mas influyeron en la variabilidad de su morfología craneal y esternal en el presente estudio. Así el F1 presento un valor propio de 9.252 con 71.171 % de acumulación de variabilidad y para el F2 el valor propio fue de 1.897 con 14.592 % de acumulación de variabilidad.

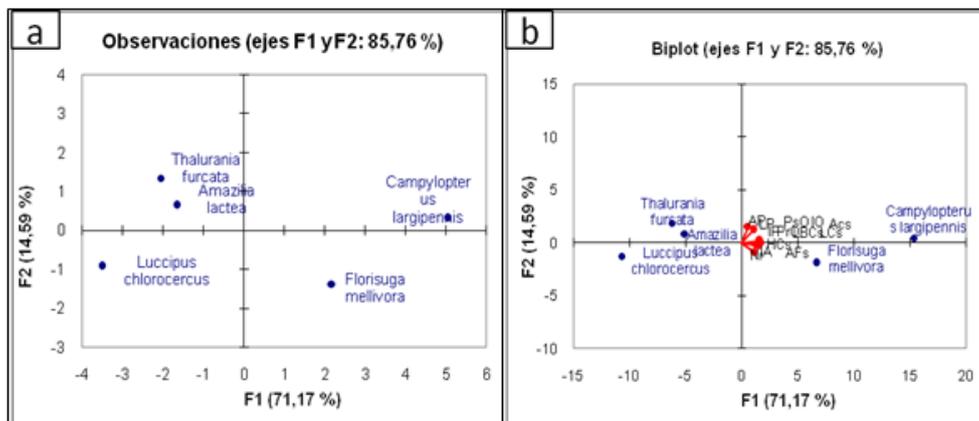


Figura 20 a y b: Distribución de las medianas de los 36 especímenes de la Sub-familia Trochilinae en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2).

a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando las medianas de las 5 especies; b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por medianas de especies. La mayoría de las variables morfológicas se vincularon a la variable largo del pico y las correlaciones de estas agruparon a las especies según su morfología.

El F1 estuvo vinculado por seis de las variables del cráneo: distancia post-orbital (PsO), distancia inter-orbital (IO), distancia pre-orbital (PrO), inserción del pico (IP), distancia entre las narinas (Nr), diámetro de la inserción del atlas (IA) y por todas las variables del esternón: largo de la base de inserción de la *carina sterni* (LBCs), altura de la *carina sterni* (HCs), largo de la *carina sterni* (LCs), el área de la *carina sterni* (ACs) y ancho del *foramen sternal* (AFs). Estas variables presentaron un alto índice de correlación entre si, indicándonos que estas medidas fueron las de mayor influencia en la variabilidad de las correlaciones morfológicas para el cráneo y esternón de Trochilinae.

Para el caso del F2, las variables del cráneo: largo del pico (LP) y ángulo del pico (AP), fueron las que influenciaron en su variación, las cuales se mostraron levemente correlacionadas al resto de las variables, pero igual influyen morfológicamente en Trochilinae. (Tabla 16).

El análisis de las medianas noto que la variable largo de pico se vinculó muy bajo al resto de las variables de la subfamilia Trochilinae, el cual aumenta en un 90% ( $r_s=0.900$ ) cuando el ángulo del pico aumenta.

Además, se encontró una relación de alometría, donde la distancia pre-orbital aumenta en un 60% ( $r_s=0.600$ ) cuando la post-orbital aumenta o viceversa y a su vez estas incrementan en un 60% para PsO y en un 20% para PrO cuando el largo del pico aumenta.

Así mismo se evidencio que el ancho del pico, caracterizada por la distancia de la inserción del pico, aumenta en un 60.0% cuando el largo del pico aumenta ( $r_s= 0.600$ ), lo cual sería un factor atenuante de competencia para aquellas especies que pueden forrajear flores más o igual de curvas que sus picos pero con un diámetro de corola menor que el ancho de sus picos.

Además se encontró que la inserción del atlas, es decir el diámetro del *foramen magnum* incrementa ligeramente en un 40.0% ( $r_s=0.400$ ) cuando el largo del pico aumenta y no guardo ninguna correlación con el ángulo del pico ( $r_s=0.000$ ).

De igual manera se obtuvo que la distancia entre las narinas aumenta en un 30.0% ( $r_s=0.300$ ) y en un 10% ( $r_s=0.100$ ).

La correlación entre el cráneo y el esternón de mayor índice evidenció que la distancia pre-orbital incrementa en un 100% cuando el largo de la base de la carina esternal, largo de la carina esternal y el área de la carina aumenten. Igualmente, la inserción del pico incrementa en un 100% cuando el largo de la base de la carina esternal, largo de la carina esternal y el área de la carina aumenten.

Finalmente, entre las variables del esternón, se encontró que el área de la carina esternal aumenta en un 100% cuando el largo de la base de la carina esternal y el largo de la carina esternal aumentan. ( $r_s= 1.000$  para ambas correlaciones).

Tabla 16: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.

Medidas*	F1*	F2*
PsO	<b>0.469</b>	0.264
IO	<b>0.469</b>	0.264
PrO	<b>0.978</b>	0.000
IP	<b>0.978</b>	0.000
Nr	<b>0.785</b>	0.021
LP	0.382	<b>0.511</b>
AP	0.109	<b>0.808</b>
IA	<b>0.531</b>	0.010
LBCs	<b>0.978</b>	0.000
HCs	<b>0.903</b>	0.014
LCs	<b>0.978</b>	0.000
Acs	<b>0.978</b>	0.000
AFs	<b>0.718</b>	0.002

\* Ver en el Anexo II.

## 4.5. Análisis Total de la Familia Trochilidae

### 4.5.1. Análisis total de la Familia Trochilidae

Las variables morfométricas estudiadas en las especies de la familia Trochilidae mostraron correlación entre algunas de ellas (Anexo I: E-1), determinando la agrupación de sus especies de acuerdo a las vinculaciones de estas variables morfológicas que definieron el mayor porcentaje de la variabilidad del cráneo y esternón (Fig. 21 a y b), esto nos indica que las variables analizadas no son redundantes ya que mostraron valores independientes las unas de las otras. (Tabla 17)

El análisis de los Componentes Principales (ACP) de las medidas morfométricas del cráneo y el esternón dio trece factores (F13) con una acumulación de la varianza del 100%, donde el F1 y el F2 mostraron un porcentaje acumulado de 72.535% ( $F= 0.50$ ,  $p>0.01$ ) de las variables correlacionadas; es decir la acumulación de la variable de las medidas morfométricas por estos factores representan mas del 70% del total acumulado en las correlaciones morfométricas de la familia Trochilidae y por ende las que mas influyeron en la variabilidad de su morfología craneal y esternal en el presente estudio. Así el F1 presento un valor propio de 7.912 con 60.860 % de acumulación de variabilidad y para el F2 el valor propio fue de 1.518 con 11.675 % acumulación de variabilidad.

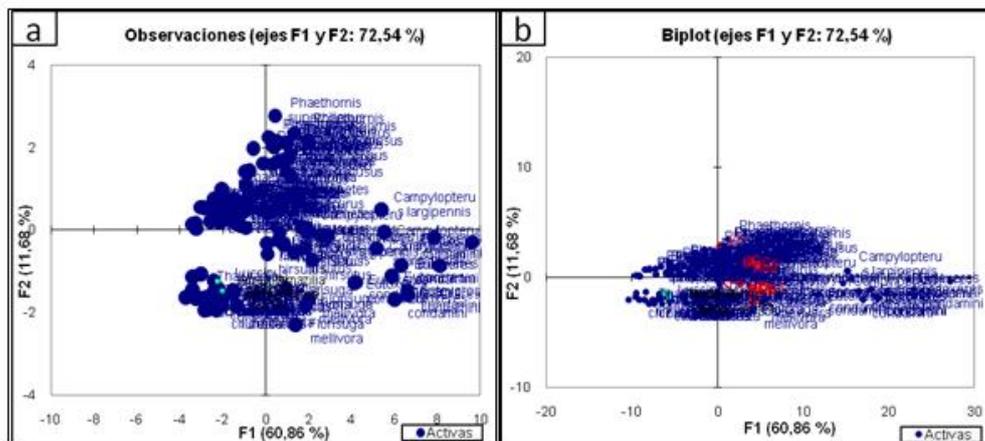


Figura 21 a y b: Distribución de los 116 especímenes de la Familia Trochilidae en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando las especies; b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por especies. La mayoría de las variables morfológicas se correlacionaron entre si, mientras que la variable largo de pico se separo del resto por la baja

correlación con el resto de las variables. Las especies se vincularon a la mayoría de las variables morfométricas, donde el largo fue la variable largo que agrupo a la mayoría de los *Phaethornis spp.*

El F1 estuvo vinculado por seis de las variables del cráneo: distancia post-orbital (PsO), distancia inter-orbital (IO), distancia pre-orbital (PrO), distancia entre las narinas (Nr), ángulo del pico (AP), diámetro de la inserción del atlas (IA) y por todas las variables del esternón: largo de la base de inserción de la *carina sterni* (LBCs), altura de la *carina sterni* (HCs), largo de la *carina sterni* (LCs), el área de la *carina sterni* (ACs) y ancho del *foramen sterni* (AFs). Estas variables presentaron un alto índice de correlación entre sí, indicándonos que estas medidas fueron las de mayor influencia en la variabilidad de las correlaciones morfológicas del cráneo y esternón. (Tabla 17).

Para el caso del F2, la variable del cráneo: largo del pico (LP) fue la única que influencio en su variación. (Tabla 17).

El presente trabajo evidencio que la mayoría de las variables morfológicas analizadas se vincularon fuertemente a la familia Trochilidae y donde la variable largo del pico fue la variable que tuvo un bajo índice de correlación con el resto de las variables morfológicas, la cual tuvo una mayor vinculación con los *Phaethornis spp.* (Anexo I: Tabla E-1), a diferencia de la variable ángulo de pico, la cual obtuvo mayores índices de correlaciones con el resto de las variables del cráneo y esternón. Y al correlacionarse estas entre si, indicaron una baja correlación, donde el crecimiento de una aumentan tan solo en un 2.9% cuando la otra incrementa.

También se encontró que la distancia pre-orbital aumenta en un 85.5% cuando la distancia post-orbital aumenta ( $r_s= 0.855$ ) y donde existe la tendencia de la distancia pre-orbital en aumento del 70.2% y la distancia post-orbital en un 61.3% cuando el ángulo del pico aumenta en Trochilidae. Al relacionar estas variables con el largo de pico presentaron bajos índices de correlación ( $r_s=0.142$  y  $r_s=-0.182$ ) para las medidas anteriormente mencionadas. Estas correlaciones nos indican que el ángulo del pico influye en una ubicación posterior de las cavidades orbitales (Kaiser 2007) debido al incremento de la distancia de las variables relacionadas a estas (PsO y PrO), pero es atenuada por la baja correlación con el largo del pico. Por ende la mayoría de las

especies de pico largo en Trochilidae no poseen un incremento acentuado en el ángulo de sus picos y por lo tanto en la disposición de sus cavidades oculares, lo cual les da un campo visual más agudo para la caza de pequeños insectos en vuelo en relación a la distancia del cuerpo del colibrí, sin embargo las cavidades oculares si incrementan y se posicionarían más atrás para aquellas especies de mayor ángulo y por ende de picos cortos, dándoles un campo visual más amplio para el mejor forrajeo de artrópodos sobre superficies.

Así mismo se evidencio que el ancho del pico, caracterizada por la distancia de la inserción del pico, aumenta en un 50.5% cuando el ángulo del pico aumenta ( $r_s= 0.505$ ), lo cual sería un factor atenuante de competencia para aquellas especies que pueden forrajear flores más o igual de curvas que sus picos pero con un diámetro de corola menor que el ancho de sus picos.

Además se encontró que la inserción del atlas, es decir el diámetro del *foramen magnum* incrementa en un 46.0% ( $r_s=0.460$ ) cuando el ángulo del pico aumenta en general para Trochilidae y así mismo aumenta en un 14.9% ( $r_s=0.149$ ) cuando el largo del pico aumenta y donde la familia Phaethornithinae tuvo una mayor correlación de alometría en estas.

De igual manera se obtuvo que la distancia entre las narinas aumenta en un 63.7% cuando el ángulo del pico aumenta y disminuye en un 35.7% cuando el largo de este aumenta ( $r_s=0.637$  y  $r_s=-0.357$ ).

La correlación entre el cráneo y el esternón de mayor índice evidenció que el área de la carina esternal influyo fuertemente en el aumento de la distancia pre-orbital ( $r_s=0.816$ ). Además el área de la carina esternal aumenta en un 98.0% cuando el largo de la base de la carina esternal aumenta ( $r_s= 0.980$ ), esto fue evidente para ambas subfamilias.

Tabla 17: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.

<b>Medidas*</b>	<b>F1*</b>	<b>F2*</b>
PsO	<b>0.756</b>	0.047
IO	<b>0.546</b>	0.094
PrO	<b>0.884</b>	0.010
IP	0.268	0.053
Nr	<b>0.492</b>	0.282
LP	0.004	<b>0.881</b>
AP	<b>0.479</b>	0.002
IA	<b>0.422</b>	0.045
LBCs	<b>0.835</b>	0.002
HCs	<b>0.819</b>	0.051
LCs	<b>0.782</b>	0.013
Acs	<b>0.865</b>	0.004
AFs	<b>0.760</b>	0.036

\* Ver en el Anexo II.

#### **4.5.2. Análisis de las medianas de la Familia Trochilidae**

Con el fin de eliminar los valores extremos de los datos de las variables analizadas, se realizó el análisis de las medianas de la Familia Trochilidae, la mediana representó el valor de la tendencia central de cada variable morfológica del total de especímenes analizados, permitiendo así una mejor ubicación y visualización de las correlaciones morfológicas para las especies analizadas.

Las medianas de las variables morfométricas estudiadas en la familia Trochilidae mostraron correlación entre algunas de ellas (Anexo I: E-2), determinando la agrupación de sus especies de acuerdo a las vinculaciones de estas variables morfológicas que definieron el mayor porcentaje de la variabilidad del cráneo y esternón (Fig. 22 a y b), esto nos indica que las variables analizadas no son redundantes ya que mostraron valores independientes las unas de las otras. (Tabla 18)

El análisis de los Componentes Principales (ACP) de las medidas morfométricas del cráneo y el esternón dio trece factores (F13) con una acumulación de la varianza del 100%, donde el F1 y el F2 presentaron un porcentaje acumulado del 85.261 % (F= 0.50,  $p > 0.01$ ) del total de las variables correlacionadas; es decir la acumulación de las variables de las medidas morfométricas por estos factores representan más del 80% del

total acumulado en las correlaciones morfométricas de la familia Trochilidae y por ende las que más influyeron en la variabilidad de su morfología craneal y esternal en el presente estudio. Así el F1 presento un valor propio de 9.414 con 72.417 % de acumulación de la variabilidad y para el F2 el valor propio fue de 1.670 con 12.843 % de acumulación de la variabilidad.

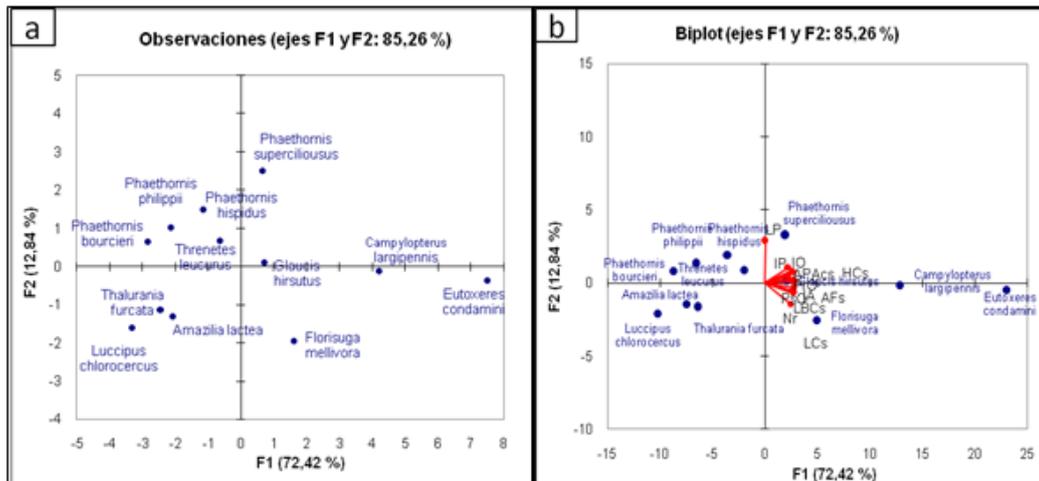


Figura 22 a y b: Distribución de las medianas de los 116 especímenes de la Familia Trochilidae en el morfoespacio creado por los dos primeros componentes principales (F1 y F2). a) ACP a partir de las variables morfológicas, separando las medianas de las 12 especies; b) ACP a partir de las variables morfológicas según discriminación por medianas de especies. La mayoría de las variables morfológicas se correlacionaron entre si, mientras que la variable largo de pico se separo del resto por la baja correlación con el resto de las variables. Las especies se vincularon a la mayoría de las variables morfométricas, donde el largo fue la variable largo que agrupo a la mayoría de los *Phaethornis spp.*

El F1 estuvo vinculado por siete de las variables del cráneo: distancia post-orbital (PsO), distancia inter-orbital (IO), distancia pre-orbital (PrO), inserción del pico (IP), distancia entre las narinas (Nr), ángulo del pico (AP), diámetro de la inserción del atlas (IA) y por todas las variables del esternón: largo de la base de inserción de la *carina sterni* (LBCs), altura de la *carina sterni* (HCs), largo de la *carina sterni* (LCs), el área de la *carina sterni* (ACs) y ancho del *foramen sterni* (AFs). Estas variables presentaron un alto índice de correlación entre sí, indicándonos que estas medidas fueron las de mayor influencia en la variabilidad de las correlaciones morfológicas del cráneo y esternón. (Tabla 18).

Para el caso del F2, la variable del cráneo: largo del pico (LP) fue la única que influyó en su variación.

El presente trabajo evidenció que la mayoría de las variables morfológicas analizadas se vincularon fuertemente a la familia Trochilidae y donde la variable largo del pico fue la variable que tuvo un bajo índice de correlación con el resto de las variables morfológicas, la cual tuvo una mayor vinculación con los *Phaethornis spp.* (Anexo I: Tabla E-2), a diferencia de la variable ángulo de pico, la cual obtuvo mayores índices de correlaciones con el resto de las variables del cráneo y esternón. Sin embargo al correlacionar el largo con el ángulo del pico, estas variables indicaron un incremento del 50% para cada una cuando la otra variable aumenta en su morfometría, diferente del análisis de la subfamilia, esto pudiera deberse a los valores centrales elegidos por el análisis de las medianas.

También se encontró que la distancia pre-orbital aumenta en un 67.8% cuando la distancia post-orbital aumenta ( $r_s = 0.678$ ) y donde existe la tendencia de la distancia pre-orbital en aumento del 51.7% y la distancia post-orbital en un 32.2% cuando el ángulo del pico aumenta en Trochilidae. Al relacionar estas variables con el largo de pico presentaron bajos índices de correlación ( $r_s = 0.245$  y  $r_s = -0.357$ ) para las variables anteriormente mencionadas.

Así mismo se evidenció que el ancho del pico, caracterizada por la distancia de la inserción del pico, aumenta en un 76.9% cuando el ángulo del pico aumenta ( $r_s = 0.769$ ), lo cual sería un factor atenuante de competencia para aquellas especies que pueden forrajear flores más o igual de curvas que sus picos pero con un diámetro de corola menor que el ancho de sus picos.

Además se encontró que la inserción del atlas, es decir el diámetro del *foramen magnum* incrementa en un 13.3% ( $r_s = 0.133$ ) cuando el ángulo del pico aumenta en general para Trochilidae y disminuye ligeramente en un 5.3% ( $r_s = 0.053$ ) cuando el largo del pico aumenta y donde la familia Phaethornithinae tuvo una mayor correlación de alometría en estas.

De igual manera se obtuvo que la distancia entre las narinas disminuye en un 60.8% cuando largo del pico aumenta y aumenta en un 14.0% cuando el largo de este aumenta ( $r_s = 0.608$  y  $r_s = 0.140$ ). Este resultado difiere del análisis del total de especímenes

analizados, Trochilidae, probablemente pro la centralización de aquellas medidas morfométricas centrales para el análisis de las medianas.

La correlación entre el cráneo y el esternón de mayor índice evidenció que la altura de la carina esternal influyo fuertemente en el aumento de la distancia inter-orbital ( $r_s=0.902$ ). Además el área de la carina esternal aumenta en un 96.5% cuando el largo de la base de la carina esternal aumenta ( $r_s= 0.965$ ), esto fue evidente para ambas subfamilias.

Tabla 18: Cosenos cuadrados de los valores propios de los dos primeros componentes principales o factores más informativos del ACP de las medidas del cráneo y el esternón. Se resalta en negrita los valores con mayor coseno cuadrado para cada variable al factor.

<b>Medidas*</b>	<b>F1*</b>	<b>F2*</b>
PsO	<b>0.838</b>	0.058
IO	<b>0.771</b>	0.082
PrO	<b>0.974</b>	0.003
IP	<b>0.578</b>	0.131
Nr	<b>0.678</b>	0.242
LP	0.000	<b>0.949</b>
AP	<b>0.564</b>	0.034
IA	<b>0.610</b>	0.010
LBCs	<b>0.891</b>	0.012
HCs	<b>0.863</b>	0.066
LCs	<b>0.859</b>	0.038
Acs	<b>0.916</b>	0.002
AFs	<b>0.871</b>	0.042

\* Ver en el Anexo II.

## V. Discusión

Altshuler & Clark (2003), Rodríguez & Stiles (2005), Temeles *et al* (2010) y Zusi (1993) señalaron que las diferencias morfológicas reflejan las diversas adaptaciones entre los representantes de una misma familia, Trochilidae, atenuando la competencia interespecífica e intraespecífica y permitiendo, también, una mejor repartición de los recursos alimenticios, por otro lado, las similitudes evidencian la estrecha correlación evolutiva entre la morfología de ambas subfamilias. Así, en el presente trabajo se encontró correlaciones morfométricas entre el cráneo y esternón en las subfamilias Phaethornithinae y Trochilinae, permitiéndonos corroborar, explicar y dar nuevas luces a las adaptaciones de la familia Trochilidae.

Skutch (1994) mencionó que los Phaethornithinae tienen una mayor actividad alimenticia y reproductiva en los estratos bajos de los bosques húmedos. Esto pudiera deberse a una mayor incidencia de flores con corolas gradualmente más curvas dentro de estos estratos más bajos (sotobosque)(Temeles *et al* 2010, Rodríguez & Stiles 2005, Stotz *et al* 1996). Esta actividad en los Phaethornithinae se vincula estrechamente con el ángulo del pico, por estar altamente correlacionados con el resto de las medidas del cráneo, determinando así la morfología de su estructura. Sin embargo, esta estrecha correlación que tiene el pico con otras estructuras craneales podrían estar determinada por el forrajeo de artrópodos - que les brindan proteínas y minerales esenciales para su dieta diaria (Rico 2008, Stiles 1995).

En el caso de la subfamilia Trochilinae, se caracterizó por el largo del pico que esta altamente correlacionada con el resto de las medidas del cráneo y esternón, permitiendo la existencia de una amplia variedad en las longitudes de los picos en los Trochilinae para una mejor repartición de los recursos florales y atenuar la competencia interespecífica. Temeles (1996) indicó que las especies que poseen picos largos, pero también son anchos y eficientes en la obtención del néctar de las flores de mayor longitud que los picos pero no tanto en aquellas flores de corolas más angostas que el ancho de sus picos; mientras que las especies de picos cortos poseen picos delgados, permitiéndoles un mejor acceso al néctar de aquellas flores ligeramente más largas que los picos pero con corolas más amplias que el ancho de sus picos. Las correlaciones

entre el ancho del pico, de la subfamilia Trochilinae, se incrementa más del 60% cuando el largo del pico se incrementa ( $r_s = 0.627$ ); esta correlación corrobora lo señalado por Temeles (op cit).

El ángulo del pico fue una medida vinculante en el factor principal del ACP, relacionadas generalmente a las hembras de la subfamilia Phaethornithinae, esto sería una consecuencia de atenuación competitiva entre los sexos de Phaethornithinae debido a la radiación adaptativa de sus especies dentro de un hábitat con mayor incidencia de flores curvas como las especies de *Heliconia* en el sotobosque (Bleiweiss 1998, Temeles *et al* 2010, Stotz *et al.* 1996, Stiles 1975, 2005). Las hembras de Trochilinae se vincularon en el factor principal por el largo y ángulo del pico; la vinculación del ángulo del pico como nuevo aporte y asociadas al largo del pico (Temeles *et al.* 2010) sirve como evidencia sobre la atenuación de la competencia intraespecífica de esta subfamilia.

Estas diferencias del conjunto de medidas morfométricas de los picos (en conjunto) de las hembras para ambas subfamilias, les permiten tener un mayor acceso a las flores de corolas más curvas y largas, a diferencia que el conjunto de medidas morfométricas en los picos de los machos; disminuyendo, así, la competencia intraespecífica (Rico 2008, Skutch 1964, Stiles 1995, Temeles *et al.* 2010). Sin embargo, no se encontraron diferencias morfométricas craneales evidentes entre los machos de las dos subfamilias, siendo las variables del esternón las vinculantes en el factor principal del ACP, confirmando la predicción de Altshuler y Dudley (2002), que mencionan que la morfología intraespecífica de los machos de colibríes estaría relacionada con la fuerza generada por el eje axial. (Rodríguez & Stiles 2005, Temeles 2010, Skutch 1964).

Estas relaciones de similaridad entre las subfamilias se evidenciaron por la alta correlación entre el largo y el área de la carina esternal; donde el área de la carina esternal aumentaría a más de un 90% cuando el largo de la base de la carina esternal aumenta, esto puede deberse a que en largo del esternón descansa la mayor parte del peso del ave y el músculo pectoral será dos veces más grande que el músculo supracoracoideo (Kaiser 2007, Videler 2005, Zusi & Bentz 1984),

Las hembras son las únicas destinadas a la construcción del nido, a la incubación y al cuidado parental de los polluelos. Skutch (1964), observó que las hembras del género

*Phaethornis*, durante la incubación de sus huevos se sientan proyectando el pico hacia arriba y paralela a la zona de la superficie de la hoja (de donde el nido se encuentra sostenido) y con la cabeza echada hacia atrás, casi tocando la zona de su rabadilla. Este comportamiento esta relacionado con la alta correlación del ángulo del pico y el diámetro de la inserción del atlas, así, el ángulo del pico aumenta en un 30% cuando el diámetro del *foramen magnum* (inserción del atlas) aumenta. Esto ocurre porque el ángulo del pico descansa sobre la base del cráneo, es decir, como lo mencionó Temeles et al. (2010), las especies de pico largo presentan picos más curvos y por ende la inclinación de la cabeza se dará tan atrás que el *foramen magnum* tiene que permitir una posición natural; es decir paralela, entre el cerebro y la espina dorsal. (Kaiser 2007). Como las hembras de la subfamilia Trochilinae no han adoptado ese comportamiento las variables mostraron una correlación menor porque sus picos no fueron tan largos y curvos.

Otra característica tomada en cuenta para el análisis de las relaciones fue la visión, la cual permite una rápida respuesta ante cualquier peligro u oportunidad para alimentarse a las aves. Esta característica está determinada por las diversas correlaciones entre las variables del cráneo. Coincidiendo en lo mencionado por Gill (2007), las órbitas oculares, (definidas en el presente estudio por las variables de las distancias pre-orbitales, inter-orbitales y post-orbitales), son lo suficientemente grandes para albergar el tamaño de los ojos, pero las diferencias en la morfometría de las orbitas definen la capacidad de rotación de estos y por lo tanto en el campo visual, importante para la detección de pequeños cuerpos a grandes distancias. (Gill 2007, Kaiser 2007). También, la ubicación de los ojos presenta una evidente correlación con el ancho del pico, donde este incrementa en un 60% cuando la distancia pre-orbital aumenta para ambas subfamilias, esto se debe a que la distancia pre-orbital se posiciona paralela a la longitud de la inserción del pico, el cual define el ancho del pico y este a su vez, está definido por su longitud. Esto permite a los colibríes tener una visión precisa para la captura de pequeños artrópodos y dípteros distantes a la zona de los ojos (Kaiser 2007) y de igual manera atenuar el número de errores durante la inserción de los picos en las corolas de las flores. (Temeles 1996). Sin embargo al relacionar la distancia pre-orbital con la longitud y el ángulo del pico para ambas subfamilias, se evidenció que esta variable guarda una mayor relación con las variables que definieron fuertemente a cada subfamilia, donde la distancia pre-orbital obtuvo un mayor índice de correlación con el

ángulo del pico para los Phaethornithinae y con el largo del pico para los Trochilinae, esto se debe a que estas variables definen fuertemente las predilecciones del tipo de recurso alimenticio de cada subfamilia. (Rico 2008, Stiles 1995, 2005, Temeles 1996, Temeles *et al.* 2010). Además, estas diferencias en las correlaciones podrían estar relacionadas al tipo de forrajeo de artrópodos, pues la distancia entre los orbitales se encontraron mas separados para los Phaethornithinae, pues el forrajeo de artrópodos terrestres no influiría en la necesidad una ubicación menos distante de los orbitales con relación al largo del pico, a diferencia de los Trochilinae que si se vieron altamente correlacionados al largo del pico debido a la captura de pequeños artrópodos aéreos; como lo señalo (Stiles, 1995), las especies con picos más largos y curvos, principalmente “ermitaños”, no les permiten cazar tan efectivamente insectos voladores por lo que recogen presas del sustrato como arañas; a diferencia de los de picos mas rectos y no tan largos que les permiten cazar presas aéreas (como moscas y pequeñas avispas).

Una de las características en cuanto al método de forrajeo según el tipo de presa, es la velocidad del cierre del pico durante la caza. Stiles (1995) indicó que los picos más largos incrementan la velocidad lineal de cerrado de la punta del pico con respecto a la base, lo cual puede ser importante para cazar insectos distantes de vuelo rápido, como avispas. Un ligero incremento en la longitud del pico puede ser ventajoso en el forrajeo de artrópodos y Stiles (op. cit.) señaló que los colibríes revoloteadores de sustrato, en su mayoría de la subfamilia Phaethornithinae, presentan un pico largo el cual no solamente les proporciona un mayor alcance, sino que también aumenta la distancia entre el punto de captura de la presa (punta del pico) y el cuerpo del colibrí. Para los colibríes dedicados al halconeo (Trochilinae), capturan a su presa con la punta del pico, los cuales con un pico más largo incrementarían la habilidad del ave para capturar pequeños dípteros de vuelo ágil, mediante el aumento de la velocidad lineal del cierre de la punta del pico con respecto a su velocidad angular, la cual se encuentra relacionada con la base del pico. Entonces, la velocidad del cierre de pico para la captura de presas aéreas se evidencio y corroboró en el presente trabajo por el alto índice de correlación entre las variables largo de pico y la inserción de este para los Trochilinae que cazan al vuelo y un bajo índice de correlación de estas variables en Phaethornithinae, los cuales se alimentan más de presas que se encuentran en el sustrato.

Así, este trabajo coincide con el estudio de Bleiweiss (1999), quien sugirió que los comportamientos sociales, así mismo como la ecología del forrajeo modelan las características morfológicas de los colibríes y por lo tanto el dimorfismo sexual. De igual manera concluyente el presente estudio logro evidenciar que las diferencias y similitudes de las correlaciones entre las diversas variables morfológicas para las especies de colibríes neotropicales estudiados, guardan relación con las preferencias de flores y artrópodos que forrajean. Estas preferencias implican el uso de métodos que les permitan una óptima eficiencia para obtener el recurso alimenticio, para lo cual los colibríes han desarrollado estructuras morfológicas que los diferencian tanto intra como interespecíficamente y a nivel de subfamilias, con el fin de atenuar la competencia y repartir mejor los recursos alimenticios y así, permitiéndoles mantener la continuidad de sus especies a través de la diversificación de sus adaptaciones morfológicas en el hábitat donde coexisten.

## VI. Conclusiones

Los caracteres morfológicos del cráneo y esternón de las especies analizadas evidencia adaptación en las formas de obtención del alimento.

Se evidenciaron diferencias y similitudes entre las correlaciones morfológicas de los cráneos, esternones y entre ambas estructuras para las subfamilias Phaethornithinae y Trochilinae.

Las variables morfológicas del cráneo y el esternón dependen entre sí para determinar las correlaciones morfológicas de los colibríes, tanto a nivel interespecífico como intraespecífico.

La variable ángulo de pico es específica para Phaethornithinae, mientras que la variable largo de pico es para Trochilinae, las cuales influyen en la morfometría de las variables del cráneo para Phaethornithinae y para el cráneo y esternón en Trochilinae.

Las correlaciones del cráneo y esternón siempre diferenciaron a las hembras de los machos, teniendo las hembras de la subfamilia Phaethornithinae una vinculación al ángulo del pico y las hembras de Trochilinae al largo y ángulo de pico. En los machos para ambas subfamilias se vinculan fuertemente a todas las variables morfológicas del esternón.

La variable largo de la base de la carina esternal presenta una correlación alométrica del 90% con el área de la carina esternal para ambas subfamilias, lo cual indicaría ser una característica morfométrica importante en el esternón para diferenciar la familia Trochilidae.

La osteometría del cráneo y el esternón de los colibríes corroboró que estas estructuras no están estrictamente relacionada a su dieta nectatívoras, si no también al forrajeo de artrópodos y pequeños dípteros.

## VII. Recomendaciones

Se recomendaría realizar biometrías para las longitudes de los huesos del húmero, ulna y dígitos, largos de los coracoides, escápulas y fúrcula, puesto que estas variables estarían relacionadas a la intensidad del batir de las alas para los diferentes métodos de forrajeo de flores y artrópodos. Igualmente se aconseja realizar medidas relacionadas al canal triosseal, ya que este es un canal por el cual se articula el tendón supracoracoideus, el cual influye en la fuerza y velocidad del aleteo hacia arriba cuando este se encuentra estirado y al rango de amplitud de aleteo. Se recomienda también, realizar medidas relacionadas al pigostílo, puesto que la neumatización de estos huesos estarían involucrados en el equilibrio del vuelo durante el aleteo.

Así mismo, se aconsejaría el relacionar todas estas variables morfológicas previamente estudiadas y a estudiarse con variables biológicas y físicas según los estratos de forrajeo (sotobosque, transición y dosel), aspectos biológicos como tipo de flores y artrópodos y para los aspectos físicos podrían ser la densidad de luz, humedad relativa, y condensación de aire. Las correlaciones morfológicas con las variables de su entorno, nos ayudaría a entender mejor las variaciones que las especies presentan en su adaptación ecomorfológica.

## VIII. Referencias Bibliográficas

1. ABREU, R. M. C. & M. F, VIEIRA. 2004. Os beija-flores e seus recursos florais em um fragmento florestal de Viçosa, sudeste brasileiro. Instituto de Ciências Biológicas – UFMG. *Lundiana* 5 (2): 129-134.
2. ADDINSOFT 2010. XLSTAT 2010, Data analysis and statistical software for Microsoft Excel, Paris, France.
3. ALTSHULER, L. D., R. DUDLEY, & J. A, MC. GUIRE. 2004. Resolution of a paradox: Hummingbird flight at high elevation does not come without a cost. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101 (51): 17731–17736.
4. ALTSHULER, L. D & C. J, CLARCK. 2003. Darwin’s hummingbirds. *Science* 300: 588-589.
5. ALTSHULER, L. D. & R. DUDLEY. 2002. The Ecological and evolutionary interface of hummingbird flight physiology. *J. Exp. Biol.* 205: 2325-2336.
6. BAKER, H. G. & I. BAKER, I. 1983. Floral nectar sugars constituents in relation to pollinator type. *In*: Jones CE, Little RJ, (eds). *Handbook of experimental pollination biology*: 117–141.
7. BLEIWEISS, R. 1999. Joint effects of feeding and breeding behavior on trophic dimorphism in hummingbirds. *Proc. Roy. Soc. B.* 266: 2491-2498.
8. BROWN, J. H. & M. A. BOWERS. 1985. Community organization in hummingbirds: relationships between morphology and ecology. *The Auk* 102: 251-2969.
9. COTTON, P. 1998. Coevolution in Amazonian hummingbird-plant community. *Ibis* 140: 639 - 646.
10. DE IULIIS, G. & D, PULERÁ. 2007. *The Dissection of Vertebrates: A Laboratory Manual*. Elsevier Inc.:227-234.

11. DÜZLER, A., Ö. ÖZGEL, & N. DURSUN. 2006. Morphometric Analysis of the Sternum in Avian Species. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 30: 311-314.
12. FAEGRI, K. & L. VAN DER PIJL. 1979. *The Principles of Pollination Ecology*. Pergamon Press, 207 – 225.
13. FEINSINGER, P. 1983. Coevolution and pollination. *In*: D. Futuyma and M. Slatkin (Eds.). *Coevolution*, Sinauer Associates, Sunderland, MS, USA. 282–310 pp.
14. FIGUEROA, R. S. & V. R. MORALES. 2007. Revisión de la adaptación del pico en algunos colibríes amazónicos (Aves, Trochilidae) con respecto a las flores que visitan. *Biotempo* 7: 39-45.
15. GILL, F. B. 2007. *Ornithology*. W. H. Freeman and Co., NY, USA. 758 pp
16. GILL, F. B. 1988. Trapline foraging by hermit hummingbirds: competition for an undefended, renewable resource. *Ecology* 69:1933–1942.
17. GILL, F. B. 1990. *Ornithology*. W.H. Freeman and Co., NY, USA. 660 pp.
18. HILTY, S. L. & W. L. BROWN. 2001. *Guía de las Aves de Colombia*. American Bird Conservancy, Imprelibros S.A., Bogotá, Colombia. 44 pp.
19. HOWE, H. F. 1984. Constraints on the evolution of mutualisms. *American Naturalist* 123: 764-777.
20. JOHNSON, S. D. & K. E. STEINER. 2000. Generalization versus specialization in plant pollination systems. *Trends in Ecology and Evolution* 15: 140–143.
21. KAISER, G. W. 2007. *The Inner Bird: Anatomy and Evolution*. Vancouver: University of British Columbia Press. 386 pp.
22. KATTAN, G. H. 2002. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Ediciones LUR. Costa Rica. 561-589 pp.
23. KRESS, W. J & SPECHT, C. D. 2005. Between Cancer and Capricorn: phylogeny, evolution and ecology of the tropical Zingiberales. *In Proc. Symp. On plant*

- diversity and complexity patterns---local, regional and global dimensions*. (eds I. Friss & H. Balslev). Copenhagen, Denmark: Biologiske Skrifter, Royal Danish Academy of Sciences and Letters.
24. KRICHER, J. C. 2006. Un compañero neotropical: una introducción a los animales, plantas y ecosistemas del Trópico del Nuevo Mundo. Princeton University Press, Segunda Edición. 437 pp.
  25. LABARE, K. M., BROYLES, S. B. & R. L. KLOTZ. 2000. Exploring nectar Biology to learn about Pollinators. *The American Biology Teacher*, volumen 62: 292-296
  26. MARTINEZ DEL RIO, C. 1990. Sugar preferences in hummingbirds: the influence of subtle chemical differences on food choice. *Condor* 92:1022–1030.
  27. MILLER, R. S., S. TAMM., G. D. SUTHERLAND., & C. L. GASS. 1985. Cues for orientation in hummingbird foraging: color and position. *Canadian Journal of Zoologie*. 63: 18–21.
  28. MORELLATO, L. P. C. & M. SAZIMA. 1992. Modos de polinización em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil (Reserva de Santa Genebra, Campinas, SP). *In: Resumos Seminario Mata de Santa Genebra—conservação e pesquisa em uma reserva florestal urbana em Campinas, Campinas, Brasil*. 13 pp.
  29. MORENO, E. 1985. Clave osteológica para la identificación de los Passeriformes Ibericos. *Ardeola* 32 (2): 295 – 377.
  30. OLSON, S. L. 2003. Development and uses of avian skeleton collections. 2003. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 123A: 26-34.
  31. PETERS, R. H. 1983. *The ecological implications of body size*. Cambridge University Press, N Y, USA. 120pp
  32. PYKE, G. H. & N. M. WASER. 1981. The production of dilute nectars by hummingbird and honeyeater flowers. *Biotropica* 13:260–270.
  33. RICO, G. A. 2008. Morfología y forrajeo para buscar artrópodos por colibríes altoandinos. *Ornitología Colombiana* 7: 43-58

34. RICKLEFS, R.E. 1990. Ecology. 3d ed. New York: W.H. Freeman. 98pp
35. RICKLEFS, R. & D. MILES. 1994. Ecological and evolutionary inferences from morphology: an ecological perspective. Págs. 13-41 *In*: P. Wainwright & S. Reilly (eds.). Ecological morphology: integrative organismal biology. University of Chicago Press, IL, USA. 376 pp.
36. RODRIGEZ, F. C., & F. G. STILES. 2005. Análisis ecomorfológico de una comunidad de colibríes ermitaños (Trochilidae, Phaethornidae) y sus flores en la Amazonia Colombiana. *Ornitología Colombiana* 3: 7-27.
37. ROSERO, L. 2003. Interações planta/beija-flor em três comunidades vegetais da parte sul do Parque Nacional Natural Chiribiquete, Amazonas (Colombia). Tesis doctoral, Instituto de Biología, Universidad Estatal de Campinas, Campinas, Brazil. 46 pp.
38. SAZIMA, I., S. BUZATO., & M. SAZIMA. 1995. The Saw-billed Hermit *Ramphodon naevius* and its Flowers in Southeastern Brazil. *Journal of Ornithology*, volume 136-2: 195-206 pp.
39. SCHULENBERG, S. T., F. D. STOTZ., F. D. LANE., P. J. O'NEILL., & T. A. PARKER III. 2007. Birds of Peru. Princeton University Press. U.S.A. 210-250 pp.
40. SKUTCH, A. F. 1964. Life histories of hermit hummingbirds. *The Auk* 81: 5-25.
41. SNOW, D. W. 1981. Coevolution of birds and plants. *In*: P. L. Forey (Ed.). The evolving biosphere. Part II. Coexistence and coevolution. Cambridge University Press, Cambridge, England. 169–178 pp.
42. STILES, F. G. 1975. Ecology, flowering phenology, and hummingbird pollination of some Costa Rican *Heliconia* species. *Ecology* 56:285–301.
43. STILES, F. G. 1976. Taste preferences, color preferences and flower choice in hummingbirds. *Condor* 78: 10–26.
44. STILES, F.G. & L. L. WOLF. 1979. Ecology and evolution of lek mating behavior in the long-tailed hermit hummingbird. *Ornithological Monographs* 27: 1-77.

45. STILES, F. G. 1981. Geographical aspects of bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 68: 323-351.
46. STILES, F. G. & C. E. FREEMAN. 1993. Patterns in floral nectar characteristics of some bird-visited plant species from Costa Rica. *Biotropica* 25:191– 205.
47. STILES, F. G. 1995. Behavioral, ecological and morphological correlates of foraging for arthropods by the hummingbirds of a Tropical Wet Forest. *The Condor* 97:853-878.
48. STROMBERG, M. R. & P. B. JOHNSEN. 1990. Hummingbird sweetness preference: taste or viscosity? *Condor* 92:606–612.
49. TEMELES, E. J., & W.J. KRESS. 2003. Adaptation in a plant-hummingbird association. *Science* 300: 630-633.
50. TEMELES, E. J., J. S. MILLER., & J. L. RIFKIN. 2010 Evolution of sexual dimorphism in bill size and shape of hermit hummingbirds (Phaethornithinae): a role for ecological causation. *Phil. Trans. R. Soc. B* 365, 1053–1063.
51. TEMELES, E. J. 1996. A new dimension to hummingbird – flower relationships. *Oecologia* 105: 517 – 523 pp.
52. VIDELER, J. J. 2005. *Avian Flight*. Oxford University Press Inc. NY: 31 -33 pp
53. WILSON, R. P., B.M. CULIK., G. PETERS., & R. BANNASCH. 1996. Diving behavior of Gentoo penguins *Pygoscelis papua*; factors keeping dive profiles in shape. *Marine Biology* 126: 153-162.
54. Zusi, R. L. & G. D. Bentz. 1984. Myology of the Purple throated Carib (*Eulampis jugularis*) and other Hummingbirds (Aves: Trochilidae). *Smithsonian Contributions to Zoology* N° 385. Smithsonian Institution Press. City of Washington. 80 pp.
55. Zusi, R. L. 1993. Patterns of Diversity in the Avian Skull, 391-437. *In*, HANKEN, J. & B.K, HALL (Edit). *The skull: Patterns of structural and*

systematic diversity, Volume 2. The University of Chicago Press, Chicago. 580 pp.

## IX. Anexos

**Anexo I:** Cuadros y tablas de correlación Spearman ( $r_s$ ) de los especímenes analizados por subfamilia según el sexo y la Institución del préstamo de estos.

Lista total de las especies revisadas en las colecciones

Cuadro 1: Lista de las especies revisadas para la Sub-familia Phaethornithinae

<b>Especies</b>	<b>Hembras</b>	<b>Machos</b>	<b>No Sexo</b>
<i>Glaucis hirsutus</i>	LSU:50746,48756,120990, 120989,120995,120993 MHNURP:127	LSU:120991,120988,120992, 121489	–
<i>Threnetes leucurus</i>	LSU:89720,106981,118320, 111113,111131 MHNURP:121	LSU:75602,156877,120982, 120981,93867	–
<i>Eutoxeres condamini</i>	LSU:81212,93877,129782, 106996,89736	LSU:80242, 118197,89737, 99314,797757	–
<i>Phaethornis superciliosus</i>	LSU:111153,121005,162028, 156879. MHNURP:119	LSU:111152,91249,118322, 121011,111157,156884 MHNURP:120,125,128	MHNURP: 118,122
<i>Phaethornis hispidus</i>	LSU:111159,93874,118327, 121000,121003	LSU:111160,118325,118324, 111161,121004	–
<i>Phaethornis bourcierii</i>	LSU:121012,111163 MHNURP:123	LSU:177303,121013,111170 111169,111165,111162,118328, 89729	–
<i>Phaethornis philippii</i>	LSU:118339,118337,118335, 118331,118330,	LSU:93875,118338,118333, 118332, 118329	–

LSU: Louisiana State University (E.E.U.U.), MHNURP: Museo de Historia Natural  
Universidad Ricardo Palma (Perú)

Cuadro 2: Lista de especies por sexos para la Sub-familia Trochilinae

<b>Especies</b>	<b>Hembras</b>	<b>Machos</b>	<b>No Sexo</b>
<i>Campylopterus largipennis</i>	LSU:48760,118198,111173	LSU:48759,118199,	<b>CORBIDI:</b> AQZ 398
<i>Florisuga mellivora</i>	LSU: 118203,89739	LSU:118202	<b>CORBIDI:</b> SFR 242
<i>Thalurania furcata</i>	LSU:156887,162032,162031 118343,111175	LSU:64993,50761,107002, 50758, 107004	<b>MHNURP:</b> 124
<i>Luccipus chlorocercus</i>	LSU:121019,121032,121030, 121014,111172	LSU:121022,121021,121020, 121017,121031	–
<i>Amazilia lactea</i>	LSU:157367,157366,157365, 50754	LSU:157368	–

LSU: Louisiana State University (E.E.U.U.), MHNURP: Museo de Historia Natural Universidad Ricardo Palma (Perú), CORBIDI: Centro de Ornitología y Biodiversidad (Perú).

Cuadro 3: Medidas morfométricas de los especímenes analizados por especies para el total de la Familia Trochilidae. (115 especímenes)

Medidas Morfológicas del Cráneo y Esternón para especímenes de la Familia Trochilidae														
Especie	Medidas del Cráneo* (mm)								Medidas del Esternón* (mm)					Sexo
Subfamilia Phaethornithinae	PsO	IO	PrO	IP	Nr	LP	AP	IA	LBCs	HCs	LCs	Acs	AFs	
Glaucis hirsutus	10.4	4.9	7.2	4	2.5	32.8	37	1.8	17.8	12.5	20.1	111.25	9.8	H
Glaucis hirsutus	9.6	5.2	6.9	3.8	1.6	30	41	2.1	17.9	12.5	21.1	111.875	10.5	H
Glaucis hirsutus	9.2	4.6	6.6	4.1	2.8	31.7	33	1.9	17.6	12.3	20.5	108.24	10.2	H
Glaucis hirsutus	9.5	4.6	7	4	2.7	31.4	32	2	18.4	12.4	21	114.08	11.2	H
Glaucis hirsutus	9.5	4.1	6.5	3.4	2.7	31.2	29	2.1	17.6	12.4	20.7	109.12	10.7	H
Glaucis hirsutus	9.5	4	7.1	4.1	2.7	31.5	29	2.2	18	12.4	21.1	111.6	10.4	H
Glaucis hirsutus	9.4	4.2	6.6	4	1.5	29	26	1.8	17.2	12.1	19.8	104.06	9.8	H
Glaucis hirsutus	9.3	4.4	7	4	2.6	31.1	22	1.9	20.4	13.4	25	136.68	11.9	M
Glaucis hirsutus	10	4.4	7.2	4	2.9	31.9	28	1.8	20.1	13.6	23.9	136.68	11.9	M
Glaucis hirsutus	9.6	4.6	7.2	4	2.5	31.5	28	1.9	19.9	14.1	24.1	140.295	10.9	M
Glaucis hirsutus	9.9	4	7.2	3.9	2.5	30	28	1.9	19.5	13.3	23.5	129.675	10.5	M
	PsO	IO	PrO	IP	Nr	LP	AP	IA	LBCs	HCs	LCs	Acs	AFs	
Threnetes leucurus	9.30	4.60	6.40	3.30	2.10	32.80	33.00	2.30	17.90	12.50	20.20	111.88	10.50	H
Threnetes leucurus	9.00	4.20	6.30	3.90	1.90	33.50	15.00	2.00	17.30	12.10	19.00	104.67	10.70	H
Threnetes leucurus	9.00	3.80	6.30	3.90	2.40	31.90	24.00	2.30	16.10	12.10	18.40	97.41	10.50	H
Threnetes leucurus	8.70	4.60	6.30	4.00	2.10	32.50	27.00	2.10	15.90	11.60	18.20	92.22	8.70	H
Threnetes leucurus	9.10	3.90	6.20	3.80	2.10	32.90	27.00	2.10	16.20	11.60	18.90	93.96	10.00	H
Threnetes leucurus	9.00	4.10	6.50	3.80	1.50	31.20	21.00	2.30	16.80	11.50	19.30	96.60	9.60	H
Threnetes leucurus	9.70	4.40	6.20	3.70	2.00	33.60	23.00	2.10	19.80	13.60	19.70	134.64	10.70	M
Threnetes leucurus	8.90	4.40	6.50	4.10	2.40	33.40	20.00	2.50	19.30	13.50	23.30	130.28	11.20	M
Threnetes leucurus	8.60	3.80	6.30	3.80	2.00	33.10	19.00	2.00	19.30	13.60	22.10	131.24	10.00	M
Threnetes leucurus	9.10	4.20	6.20	3.90	2.30	32.70	26.00	2.10	15.50	11.30	17.20	87.58	9.00	M
Threnetes leucurus	9.30	4.30	6.90	3.90	2.60	33.40	20.00	2.10	19.90	13.60	24.50	135.32	11.30	M

	<b>PsO</b>	<b>IO</b>	<b>PrO</b>	<b>IP</b>	<b>Nr</b>	<b>LP</b>	<b>AP</b>	<b>IA</b>	<b>LBCs</b>	<b>HCs</b>	<b>LCs</b>	<b>Acs</b>	<b>AFs</b>	
Eutoxeres condamini	11.2	5.4	8.2	4.6	3.4	25	63	2.4	18.7	13.1	22	122.485	11.4	H
Eutoxeres condamini	12.4	8.2	9.6	5.1	4.1	30	58	2.6	20.1	14.2	24.1	142.71	12.6	H
Eutoxeres condamini	11.6	5.5	8.1	4.8	3.5	25	62	2.4	21.5	14.6	25.7	156.95	13.4	H
Eutoxeres condamini	11	4.5	8.4	4.9	3.2	24.5	52	2.5	19.1	13.1	22.6	125.105	12.1	H
Eutoxeres condamini	12.2	6.5	8.5	5.2	3.8	28	59	2.5	20	13.9	20.1	139	13.6	H
Eutoxeres condamini	11.8	5.8	8.5	4.8	3.7	22.8	52	2.6	21.5	14.2	26.1	152.65	12.6	M
Eutoxeres condamini	12	6.9	9.1	4.7	3.9	28	60	2.5	22.2	15.1	27.2	157.61	13.3	M
Eutoxeres condamini	12.7	8	9.6	5.5	4	28.7	55	2.6	22.7	15.4	27.5	174.79	13.6	M
Eutoxeres condamini	11.6	4.3	8.2	5	3.8	25.6	57	2.6	20.7	14.4	25.1	149.04	12.9	M
Eutoxeres condamini	11.3	5.4	8	4.9	3.5	24	54	2.9	20.2	13.9	24.9	140.39	12.7	M
	<b>PsO</b>	<b>IO</b>	<b>PrO</b>	<b>IP</b>	<b>Nr</b>	<b>LP</b>	<b>AP</b>	<b>IA</b>	<b>LBCs</b>	<b>HCs</b>	<b>LCs</b>	<b>Acs</b>	<b>AFs</b>	
Phaethornis superciliosus	9.7	4.5	7.1	3.9	2.1	40.2	38	2.4	16.1	12.2	17.2	98.21	9.9	H
Phaethornis superciliosus	9.5	4.2	6.8	4.1	1.9	39.1	32	2.1	16.1	12.1	16.9	97.405	9.9	H
Phaethornis superciliosus	9.8	5.1	7.2	4.1	2.8	41.8	49	2.3	16.4	12.6	17.2	103.32	10.3	H
Phaethornis superciliosus	9.7	5.1	7.3	4.1	2.3	43.7	33	2.3	17.2	13	18.9	111.8	10.6	H
Phaethornis superciliosus	9.9	5.7	7.3	4.3	1.6	38.3	24	2.3	17.1	12.4	19.2	106.02	9.3	H
Phaethornis superciliosus	9.8	4.9	7	4.2	2.2	42.3	30	2.4	16.9	12.5	19.1	105.625	9.6	M
Phaethornis superciliosus	9.9	4.8	7.3	4.5	2.5	46.3	35	2.4	18.2	13.2	20.2	120.12	11.3	M
Phaethornis superciliosus	9.8	4.8	7.4	4.4	2.5	47	36	2.4	17.3	12.9	19.7	111.585	10.4	M
Phaethornis superciliosus	9.2	4.6	6.5	4.2	1.9	42.5	34	2.4	17.5	12.9	19.6	112.875	10.8	M
Phaethornis superciliosus	9.9	4.4	7	4.3	2.5	43.8	24	2.4	18.2	13.1	20	119.21	10.5	M
Phaethornis superciliosus	9.7	5	7.1	4.2	2.7	42.7	27	2.3	16.6	12.7	18	105.41	10.3	M
Phaethornis superciliosus	9	4.9	6.8	4.1	1.9	39.9	23	2.5	17.6	12.9	19.9	113.52	9.1	M
Phaethornis superciliosus	9.6	5	7	4.2	1.6	39.3	20	2.3	18.8	12.6	20.4	118.44	9.9	M
Phaethornis superciliosus	9.3	5.2	6.9	4.4	1.6	42.4	28	2.6	17.4	12.3	19.8	107.01	9.9	M
Phaethornis superciliosus	9.9	5.1	7.1	4.1	2.2	38.5	28	2.4	17.1	12.4	17.8	106.02	9.7	S
Phaethornis superciliosus	9.7	5.3	7.3	4.3	2.1	39.4	30	2.4	16.9	12.4	18.1	104.78	11.7	S

	<b>PsO</b>	<b>IO</b>	<b>PrO</b>	<b>IP</b>	<b>Nr</b>	<b>LP</b>	<b>AP</b>	<b>IA</b>	<b>LBCs</b>	<b>HCs</b>	<b>LCs</b>	<b>Acs</b>	<b>AFs</b>	
Phaethornis hispidus	8.9	4.5	6.5	3.8	2	33.1	29	2.2	15.7	11.9	16.5	93.415	10.6	H
Phaethornis hispidus	9.5	5.1	6.3	4	2.1	32.7	32	2.4	15.5	11.5	16.4	89.125	10.4	H
Phaethornis hispidus	8.9	4.3	6.3	9.9	2	31.8	29	2.2	15.4	11.2	16	86.24	9.3	H
Phaethornis hispidus	9	4.5	6.4	4	2	34.4	30	2	15.3	11	16.4	84.15	10.2	H
Phaethornis hispidus	8.9	4.1	6.2	3.8	2.1	31.7	28	2.1	15.4	11.1	16.8	85.47	9.6	H
Phaethornis hispidus	9.4	4.7	6.7	3.9	2	36	30	1.9	16.7	12.5	18.8	104.375	8.8	M
Phaethornis hispidus	9	4.3	6.5	3.9	2.1	36.3	24	2.1	17.2	12.5	19	107.5	10.7	M
Phaethornis hispidus	9	4.5	6.4	3.9	2	36.1	30	2.2	16.6	12.1	18.5	100.43	9.7	M
Phaethornis hispidus	9	4.4	6.6	3.8	2.1	33.8	27	2.1	16.8	11.9	18.9	99.96	10.2	M
Phaethornis hispidus	9.1	4.6	6.2	3.8	2.3	34	21	2.1	17	11.8	18	100.3	10.3	M
	<b>PsO</b>	<b>IO</b>	<b>PrO</b>	<b>IP</b>	<b>Nr</b>	<b>LP</b>	<b>AP</b>	<b>IA</b>	<b>LBCs</b>	<b>HCs</b>	<b>LCs</b>	<b>Acs</b>	<b>AFs</b>	
Phaethornis bourcierii	8.6	4.9	6.2	3.3	1.9	28.1	23	1.9	14.6	10.7	15.5	78.11	8.5	H
Phaethornis bourcierii	9	4.7	6.3	3.4	2.1	32.5	17	2.2	14.9	10.7	15.4	81.205	9	H
Phaethornis bourcierii	8.7	4.6	6.2	2.1	1.8	30.1	20	2.1	14.6	10.8	15.8	78.84	8.6	H
Phaethornis bourcierii	9.2	4.1	6.3	3.4	1.8	34.5	25	1.9	15.7	11.5	17.5	90.275	10.4	M
Phaethornis bourcierii	8.8	4.4	6.3	3.4	1.9	32.1	23	2.1	16.2	11.8	18.2	95.58	10.1	M
Phaethornis bourcierii	8.9	4.8	6.2	3.3	1.9	32.5	21	2	14.5	10.9	16.3	79.025	9	M
Phaethornis bourcierii	8.5	4.8	6.4	3.5	2.1	33.6	27	1.9	15.5	11.4	16.7	88.35	10.1	M
Phaethornis bourcierii	9.5	4.7	6.5	3.7	1.9	33.5	14	2.1	15.8	11.4	18	90.06	8.4	M
Phaethornis bourcierii	8.9	4.9	6.1	3.3	1.6	32.2	23	2.1	15.4	11.1	17.5	85.47	9.2	M
Phaethornis bourcierii	10.1	4.8	6.3	3.3	2	32.1	21	2.1	15.2	11.3	17.2	85.88	9.6	M
Phaethornis bourcierii	8.9	3.8	5.8	3.2	1.8	34.5	20	2	16.4	11.6	18	95.12	10.5	M
Phaethornis bourcierii	8.9	5.2	6.3	2.4	1.6	32.5	17	2.4	15.7	11.4	17.5	89.49	9.4	M
	<b>PsO</b>	<b>IO</b>	<b>PrO</b>	<b>IP</b>	<b>Nr</b>	<b>LP</b>	<b>AP</b>	<b>IA</b>	<b>LBCs</b>	<b>HCs</b>	<b>LCs</b>	<b>Acs</b>	<b>AFs</b>	
Phaethornis philippii	9	5	6.1	3.5	2.1	33.5	31	1.8	14.3	11	14.7	78.65	8.2	H
Phaethornis philippii	9.3	4.3	6.3	3.5	2.1	33.2	27	1.9	14.7	11	15.5	80.85	9.4	H
Phaethornis philippii	9.4	4.8	6.5	3.7	2	33.1	25	2	14.6	11.1	16	81.03	9.9	H
Phaethornis philippii	9.8	4.1	6.5	3.8	2.3	33.8	31	2.2	15.3	11.2	15.9	85.68	10.7	H

Phaethornis philippii	8.6	4.2	6.4	3.8	2	33.4	28	2	14.6	10.5	15.5	76.65	8.7	H
Phaethornis philippii	9.2	4.9	6.8	3.7	1.9	38.7	23	2.1	16.8	11.9	18.5	99.96	10.2	M
Phaethornis philippii	9.2	4.7	6.6	3.6	2.2	37.8	32	2.1	17.2	12.5	19	107.5	10.6	M
Phaethornis philippii	9.1	4.3	6.4	3.7	2.2	35.2	21	2.1	17	12.5	19.3	106.25	10	M
Phaethornis philippii	9.2	4.7	6.5	3.8	2.3	36.2	22	2	17	11.7	19.3	99.45	10.1	M
Phaethornis philippii	8.7	4.3	6.1	3.5	2.1	31.4	22	2	14.2	10.5	15	74.55	9	M
<b>Subfamilia Trochilinae</b>	<b>PsO</b>	<b>IO</b>	<b>PrO</b>	<b>IP</b>	<b>Nr</b>	<b>LP</b>	<b>AP</b>	<b>IA</b>	<b>LBCs</b>	<b>HCs</b>	<b>LCs</b>	<b>Acs</b>	<b>AFs</b>	
Campylopterus largipennis	11.5	6.2	7.8	4	2.8	31	28	2.2	19.1	12.7	20.7	121.285	11.7	H
Campylopterus largipennis	11.6	5.1	7.5	3.6	3	30	21	2.7	22.4	14.8	25.1	165.76	12.8	H
Campylopterus largipennis	11.1	5.1	7.1	3.7	2.6	32	25	2.4	18.7	13	20.5	121.55	10.9	H
Campylopterus largipennis	11.8	5.8	8.4	4	2.1	30.1	20	2.5	22.8	14.8	25.8	168.72	12.5	M
Campylopterus largipennis	11.5	5	7.8	3.8	2.9	31	29	2.5	23.2	15.7	25.8	182.12	11.5	M
Campylopterus largipennis	11.5	5.5	8.2	4	2.6	30.81	25	2.2	18.6	12.8	20.5	119.04	11.45	S
	<b>PsO</b>	<b>IO</b>	<b>PrO</b>	<b>IP</b>	<b>Nr</b>	<b>LP</b>	<b>AP</b>	<b>IA</b>	<b>LBCs</b>	<b>HCs</b>	<b>LCs</b>	<b>Acs</b>	<b>AFs</b>	
Florisuga mellivora	10	4.9	7.1	4	3.5	21.7	16	2.1	18.4	11.8	22.3	108.56	12.3	H
Florisuga mellivora	10.5	4.5	7.2	3.9	3	24.2	23	2.1	18.6	12.4	22.2	115.32	12.9	H
Florisuga mellivora	10.1	5	7.3	3.6	3.2	24.3	19	2.2	19	12.5	22.9	118.75	12.5	M
Florisuga mellivora	9.87	4.8	7.4	3.69	2.6	23.5	20	2.2	20.2	10.8	21.5	109.08	11.5	S
	<b>PsO</b>	<b>IO</b>	<b>PrO</b>	<b>IP</b>	<b>Nr</b>	<b>LP</b>	<b>AP</b>	<b>IA</b>	<b>LBCs</b>	<b>HCs</b>	<b>LCs</b>	<b>Acs</b>	<b>AFs</b>	
Thalurania furcata	9.3	3.7	6.2	3.8	2.8	24.8	28	2.1	15.1	10.6	15.6	80.03	9.6	H
Thalurania furcata	9.5	3.8	6.1	3.5	2.5	24.3	23	2	15.2	10.5	16.7	79.8	9.6	H
Thalurania furcata	9.2	3.6	5.7	3.6	2.6	24.6	28	2	15	10	17	75	9.8	H
Thalurania furcata	9.1	3.6	5.9	3.7	2.4	23.6	29	2	15.1	10.3	16.6	77.765	10.5	H
Thalurania furcata	9.5	3.6	6.1	3.4	2.9	23.6	32	2	14.9	10.5	16.1	78.225	9.5	H
Thalurania furcata	9.2	3.8	6	3.6	2.8	25	19	1.7	16.6	11.8	19.2	97.94	11.5	M
Thalurania furcata	9.2	3	5.8	3.7	2.4	24.8	21	1.8	16.3	11.6	19.1	94.54	10.7	M
Thalurania furcata	9.5	3.5	5.9	3.4	2.3	24.9	26	1.9	16.8	11.7	19.8	98.28	10.2	M
Thalurania furcata	9.2	3.1	5.9	3.3	2	23.2	29	2.1	15.1	10.5	16.5	79.275	7.7	M
Thalurania furcata	9	3	5.4	3.2	2.7	23.3	24	2	15.7	10.9	18.3	85.565	9.1	M

Thalurania furcata	11.2	5.4	7.5	3.4	1.1	29.9	19	2.5	17.9	13.7	20.5	122.615	9.8	S
	<b>PsO</b>	<b>IO</b>	<b>PrO</b>	<b>IP</b>	<b>Nr</b>	<b>LP</b>	<b>AP</b>	<b>IA</b>	<b>LBCs</b>	<b>HCs</b>	<b>LCs</b>	<b>Acs</b>	<b>AFs</b>	
Leucippus chlorocercus	9.5	3.8	5.6	3	2.1	22	15	2.1	15.2	10.2	15.8	77.52	9	H
Leucippus chlorocercus	9.5	3.6	6	3.2	2.3	22.4	21	2	15.3	10.2	16	78.03	9.2	H
Leucippus chlorocercus	9.2	4	5.9	3.1	2.4	20.7	21	2.1	14.6	10.1	15.4	73.73	8.8	H
Leucippus chlorocercus	9.7	4.2	5.8	3.2	2	22.1	17	2.2	15	10.5	15.1	78.75	8.9	H
Leucippus chlorocercus	9.2	3.8	5.6	3.1	2.4	22	14	2	14.4	10.2	15.3	73.44	8.9	H
Leucippus chlorocercus	9.6	3.5	6	3.2	2.1	20.7	19	2.2	16	9.9	18	79.2	9.3	M
Leucippus chlorocercus	9.6	3.7	5.9	3.4	2.5	21.7	21	2.4	16.5	11.2	18	92.4	9.7	M
Leucippus chlorocercus	9.7	3.4	5.8	3.2	2.4	21	22	2	16	10.8	17.3	86.4	8.7	M
Leucippus chlorocercus	9.1	3.5	5.9	3.4	2.4	21.5	22	2.2	15.8	10.7	17.4	84.53	9.4	M
Leucippus chlorocercus	9.7	4.1	5.6	3.2	2.5	22	14	2.1	15.8	11	17.5	86.9	9.1	M
	<b>PsO</b>	<b>IO</b>	<b>PrO</b>	<b>IP</b>	<b>Nr</b>	<b>LP</b>	<b>AP</b>	<b>IA</b>	<b>LBCs</b>	<b>HCs</b>	<b>LCs</b>	<b>Acs</b>	<b>AFs</b>	
Amazilia lactea	9.4	3.5	6.3	3.7	2.9	23.3	27	2.2	15.1	10.2	17.1	77.01	9.8	H
Amazilia lactea	9.6	3.5	6.1	3.2	2	23.7	23	2.2	14.9	10.6	17.5	78.97	10	H
Amazilia lactea	9	3.6	6.1	3.7	2.4	23.7	24	2.1	15.8	10.9	17.2	86.11	9.4	H
Amazilia lactea	9.7	3.4	6	3.7	2.2	23	24	2	16.6	10.9	19	90.47	9.1	H
Amazilia lactea	9.5	3.7	6.4	3.5	2.7	23.7	19	2.5	17.4	12.6	22.1	109.62	10	M

**Anexo I:** Matrices de Correlación Spearman ( $r_s$ ) para cada especie, subfamilia para el Total de la Familia analizada.

H: hembras, M: machos, \* Ver abreviaturas morfológicas en el Anexo II.

**Anexo I - A: ACP de cada especie de la Sub-Familia Phaethornithinae:**

Tabla A-1 : Matriz de Correlación Spearman ( $r_s$ ) para *Glaucis hirsutus* (11 especímenes)

Variables	MEDIDAS DEL CRÁNEO								MEDIDAS DEL ESTERNÓN				
	PsO	IO	PrO	IP	Nr	LP	AP	IA	LBCs	HCs	LCs	Acs	AFS
PsO	<b>1</b>	0.172	0.745	-0.359	-0.150	0.323	0.228	-0.257	0.277	0.574	0.159	0.383	0.044
IO	0.172	<b>1</b>	0.031	-0.003	-0.174	0.301	0.594	-0.162	-0.046	0.140	-0.118	0.065	-0.035
PrO	0.745	0.031	<b>1</b>	0.146	-0.010	0.432	-0.132	-0.349	0.663	0.740	0.497	0.684	0.205
IP	-0.359	-0.003	0.146	<b>1</b>	0.385	0.514	-0.043	-0.157	0.027	-0.224	-0.082	-0.105	-0.215
Nr	-0.150	-0.174	-0.010	0.385	<b>1</b>	0.614	0.075	0.144	0.223	0.000	0.158	0.097	0.420
LP	0.323	0.301	0.432	0.514	0.614	<b>1</b>	0.349	-0.225	0.137	0.215	-0.018	0.110	0.023
AP	0.228	0.594	-0.132	-0.043	0.075	0.349	<b>1</b>	0.350	-0.426	-0.284	-0.445	-0.355	-0.375
IA	-0.257	-0.162	-0.349	-0.157	0.144	-0.225	0.350	<b>1</b>	-0.047	-0.193	0.144	-0.026	0.135
LBCs	0.277	-0.046	0.663	0.027	0.223	0.137	-0.426	-0.047	<b>1</b>	0.853	0.932	0.959	0.803
HCs	0.574	0.140	0.740	-0.224	0.000	0.215	-0.284	-0.193	0.853	<b>1</b>	0.841	0.917	0.634
LCs	0.159	-0.118	0.497	-0.082	0.158	-0.018	-0.445	0.144	0.932	0.841	<b>1</b>	0.927	0.791
Acs	0.383	0.065	0.684	-0.105	0.097	0.110	-0.355	-0.026	0.959	0.917	0.927	<b>1</b>	0.789
AFS	0.044	-0.035	0.205	-0.215	0.420	0.023	-0.375	0.135	0.803	0.634	0.791	0.789	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0,05

\* Ver abreviaturas en el Anexo II.

Tabla A-2: Matriz de Correlación Spearman ( $r_s$ ) para *Threnetes leucurus* (11 especímenes)

Variables	MEDIDAS DEL CRÁNEO								MEDIDAS DEL ESTERNÓN				
	PsO	IO	PrO	IP	Nr	LP	AP	IA	LBCs	HCs	LCs	Acs	AFS
PsO	<b>1</b>	0.284	-0.153	-0.524	0.145	0.293	0.329	0.088	0.282	0.143	0.111	0.249	0.362
IO	0.284	<b>1</b>	0.211	0.097	0.130	0.237	0.332	0.239	0.189	0.137	0.161	0.119	0.155
PrO	-0.153	0.211	<b>1</b>	0.229	0.222	-0.087	-0.326	0.445	0.439	0.275	0.655	0.414	0.410
IP	-0.524	0.097	0.229	<b>1</b>	0.498	-0.054	-0.257	0.097	-0.264	-0.181	-0.169	-0.230	0.052
Nr	0.145	0.130	0.222	0.498	<b>1</b>	-0.025	0.197	0.370	0.018	0.161	0.115	0.101	0.327
LP	0.293	0.237	-0.087	-0.054	-0.025	<b>1</b>	-0.503	-0.411	0.724	0.698	0.533	0.688	0.725
AP	0.329	0.332	-0.326	-0.257	0.197	-0.503	<b>1</b>	0.354	-0.519	-0.440	-0.489	-0.530	-0.494
IA	0.088	0.239	0.445	0.097	0.370	-0.411	0.354	<b>1</b>	-0.056	-0.140	0.126	-0.063	0.122
LBCs	0.282	0.189	0.439	-0.264	0.018	0.724	-0.519	-0.056	<b>1</b>	0.901	0.934	0.970	0.791
HCs	0.143	0.137	0.275	-0.181	0.161	0.698	-0.440	-0.140	0.901	<b>1</b>	0.811	0.959	0.736
LCs	0.111	0.161	0.655	-0.169	0.115	0.533	-0.489	0.126	0.934	0.811	<b>1</b>	0.891	0.723
Acs	0.249	0.119	0.414	-0.230	0.101	0.688	-0.530	-0.063	0.970	0.959	0.891	<b>1</b>	0.815
AFS	0.362	0.155	0.410	0.052	0.327	0.725	-0.494	0.122	0.791	0.736	0.723	0.815	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0,05

\* Ver abreviaturas en el Anexo II.

Tabla A-3: Matriz de Correlación Spearman ( $r_s$ ) para *Eutoxeres condamini* (10 especímenes)

Variables	MEDIDAS DEL CRÁNEO								MEDIDAS DEL ESTERNÓN				
	Pso	IO	PrO	IP	Nr	LP	AP	IA	LBCs	HCs	LCs	Acs	AFS
Pso	<b>1</b>	0.878	0.794	0.584	0.930	0.749	0.073	0.287	0.552	0.656	0.401	0.614	0.636
IO	0.878	<b>1</b>	0.807	0.315	0.774	0.664	0.171	0.105	0.415	0.485	0.316	0.486	0.398
PrO	0.794	0.807	<b>1</b>	0.415	0.763	0.689	-0.089	0.144	0.310	0.395	0.281	0.385	0.209
IP	0.584	0.315	0.415	<b>1</b>	0.540	0.531	-0.355	0.499	0.104	0.200	-0.037	0.134	0.512
Nr	0.930	0.774	0.763	0.540	<b>1</b>	0.810	0.080	0.403	0.529	0.677	0.415	0.598	0.512
LP	0.749	0.664	0.689	0.531	0.810	<b>1</b>	0.410	-0.026	0.187	0.468	0.073	0.305	0.463
AP	0.073	0.171	-0.089	-0.355	0.080	0.410	<b>1</b>	-0.692	-0.107	0.123	-0.182	-0.024	0.174
IA	0.287	0.105	0.144	0.499	0.403	-0.026	-0.692	<b>1</b>	0.287	0.164	0.292	0.216	0.048
LBCs	0.552	0.415	0.310	0.104	0.529	0.187	-0.107	0.287	<b>1</b>	0.936	0.960	0.985	0.615
HCs	0.656	0.485	0.395	0.200	0.677	0.468	0.123	0.164	0.936	<b>1</b>	0.869	0.973	0.680
LCs	0.401	0.316	0.281	-0.037	0.415	0.073	-0.182	0.292	0.960	0.869	<b>1</b>	0.939	0.390
Acs	0.614	0.486	0.385	0.134	0.598	0.305	-0.024	0.216	0.985	0.973	0.939	<b>1</b>	0.622
AFS	0.636	0.398	0.209	0.512	0.512	0.463	0.174	0.048	0.615	0.680	0.390	0.622	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación  $\alpha=0,05$

\* Ver abreviaturas en el Anexo II.

Tabla A-4: Matriz de Correlación Spearman ( $r_s$ ) para *Phaethornis superciliosus* (16 especímenes)

Variables	MEDIDAS DE CRÁNEO								MEDIDAS DE ESTERNÓN				
	PsO	IO	PrO	IP	Nr	LP	AP	IA	LBCs	HCs	LCs	Acs	AFS
PsO	<b>1</b>	0.117	0.638	0.287	0.514	0.115	0.116	-0.133	-0.026	0.196	-0.011	0.069	0.077
IO	0.117	<b>1</b>	0.403	0.155	-0.176	-0.349	-0.253	-0.033	-0.056	-0.214	-0.046	-0.121	-0.131
PrO	0.638	0.403	<b>1</b>	0.294	0.462	0.213	0.342	-0.204	-0.135	0.186	-0.085	-0.059	0.341
IP	0.287	0.155	0.294	<b>1</b>	0.002	0.429	-0.129	0.299	0.505	0.305	0.633	0.459	0.368
Nr	0.514	-0.176	0.462	0.002	<b>1</b>	0.608	0.456	-0.132	-0.192	0.501	-0.215	-0.044	0.444
LP	0.115	-0.349	0.213	0.429	0.608	<b>1</b>	0.373	0.251	0.330	0.722	0.364	0.443	0.608
AP	0.116	-0.253	0.342	-0.129	0.456	0.373	<b>1</b>	-0.050	-0.432	0.001	-0.448	-0.351	0.455
IA	-0.133	-0.033	-0.204	0.299	-0.132	0.251	-0.050	<b>1</b>	0.385	0.109	0.417	0.343	-0.041
LBCs	-0.026	-0.056	-0.135	0.505	-0.192	0.330	-0.432	0.385	<b>1</b>	0.652	0.950	0.973	0.162
HCs	0.196	-0.214	0.186	0.305	0.501	0.722	0.001	0.109	0.652	<b>1</b>	0.593	0.778	0.475
LCs	-0.011	-0.046	-0.085	0.633	-0.215	0.364	-0.448	0.417	0.950	0.593	<b>1</b>	0.913	0.095
Acs	0.069	-0.121	-0.059	0.459	-0.044	0.443	-0.351	0.343	0.973	0.778	0.913	<b>1</b>	0.208
AFS	0.077	-0.131	0.341	0.368	0.444	0.608	0.455	-0.041	0.162	0.475	0.095	0.208	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0,05

\* Ver abreviaturas en el Anexo II.

Tabla A-5: Matriz de Correlación Spearman ( $r_s$ ) para *Phaethornis hispidus* (10 especímenes)

Variables	MEDIDAS DEL CRÁNEO								MEDIDAS DE ESTERNÓN				
	PsO	IO	PrO	IP	Nr	LP	AP	IA	LBCs	HCs	LCs	Acs	AFS
PsO	<b>1</b>	0.814	0.138	0.173	0.308	0.405	0.296	-0.159	0.381	0.300	0.245	0.405	0.102
IO	0.814	<b>1</b>	0.131	0.142	-0.037	0.228	0.516	0.055	0.127	0.189	-0.099	0.209	0.105
PrO	0.138	0.131	<b>1</b>	-0.055	-0.410	0.534	0.131	-0.343	0.375	0.685	0.548	0.509	0.022
IP	0.173	0.142	-0.055	<b>1</b>	-0.453	0.057	0.610	0.189	-0.456	-0.230	-0.510	-0.229	-0.210
Nr	0.308	-0.037	-0.410	-0.453	<b>1</b>	-0.134	-0.612	-0.004	0.481	-0.047	0.319	0.141	0.413
LP	0.405	0.228	0.534	0.057	-0.134	<b>1</b>	-0.031	-0.399	0.584	0.683	0.650	0.733	0.201
AP	0.296	0.516	0.131	0.610	-0.612	-0.031	<b>1</b>	0.238	-0.571	-0.133	-0.457	-0.265	-0.278
IA	-0.159	0.055	-0.343	0.189	-0.004	-0.399	0.238	<b>1</b>	-0.162	-0.096	-0.426	-0.139	0.308
LBCs	0.381	0.127	0.375	-0.456	0.481	0.584	-0.571	-0.162	<b>1</b>	0.807	0.841	0.900	0.372
HCs	0.300	0.189	0.685	-0.230	-0.047	0.683	-0.133	-0.096	0.807	<b>1</b>	0.789	0.957	0.156
LCs	0.245	-0.099	0.548	-0.510	0.319	0.650	-0.457	-0.426	0.841	0.789	<b>1</b>	0.815	0.143
Acs	0.405	0.209	0.509	-0.229	0.141	0.733	-0.265	-0.139	0.900	0.957	0.815	<b>1</b>	0.182
AFS	0.102	0.105	0.022	-0.210	0.413	0.201	-0.278	0.308	0.372	0.156	0.143	0.182	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0,05

\* Ver abreviaturas en el Anexo II.

Tabla A-6: Matriz de Correlación Spearman ( $r_s$ ) para *Phaethornis bourcierii* (11 especímenes)

Variables	MEDIDAS DE CRANEO								MEDIDAS DE ESTERNÓN				
	PsO	IO	PrO	IP	Nr	LP	AP	IA	LBCs	HCs	LCs	Acs	AFS
PsO	<b>1</b>	-0.167	0.249	0.197	0.013	0.304	-0.431	0.347	0.188	0.118	0.242	0.274	0.020
IO	-0.167	<b>1</b>	0.022	-0.174	-0.055	-0.393	0.020	0.200	-0.445	-0.481	-0.344	-0.519	-0.413
PrO	0.249	0.022	<b>1</b>	0.719	0.515	0.240	-0.063	0.134	0.249	0.236	0.122	0.314	-0.062
IP	0.197	-0.174	0.719	<b>1</b>	0.600	0.364	0.240	-0.231	0.264	0.226	0.170	0.326	0.002
Nr	0.013	-0.055	0.515	0.600	<b>1</b>	-0.035	0.097	-0.156	-0.238	-0.225	-0.394	-0.155	-0.108
LP	0.304	-0.393	0.240	0.364	-0.035	<b>1</b>	-0.014	-0.250	0.544	0.545	0.373	0.590	0.516
AP	-0.431	0.020	-0.063	0.240	0.097	-0.014	<b>1</b>	-0.712	-0.060	0.180	-0.016	0.035	0.455
IA	0.347	0.200	0.134	-0.231	-0.156	-0.250	-0.712	<b>1</b>	0.070	-0.118	0.083	0.029	-0.252
LBCs	0.188	-0.445	0.249	0.264	-0.238	0.544	-0.060	0.070	<b>1</b>	0.901	0.889	0.951	0.577
HCs	0.118	-0.481	0.236	0.226	-0.225	0.545	0.180	-0.118	0.901	<b>1</b>	0.897	0.963	0.735
LCs	0.242	-0.344	0.122	0.170	-0.394	0.373	-0.016	0.083	0.889	0.897	<b>1</b>	0.889	0.471
Acs	0.274	-0.519	0.314	0.326	-0.155	0.590	0.035	0.029	0.951	0.963	0.889	<b>1</b>	0.688
AFS	0.020	-0.413	-0.062	0.002	-0.108	0.516	0.455	-0.252	0.577	0.735	0.471	0.688	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación  $\alpha=0,05$

\* Ver abreviaturas en el Anexo II.

Tabla A-7: Matriz de Correlación Spearman ( $r_s$ ) para *Phaethornis philippii* (10 especímenes)

Variables	MEDIDAS DEL CRÁNEO								MEDIDAS DE ESTERNÓN				
	PsO	IO	PrO	IP	Nr	LP	AP	IA	LBCs	HCs	LCs	Acs	AFS
PsO	<b>1</b>	-0.006	0.506	0.185	0.257	0.129	0.198	0.327	0.340	0.378	0.309	0.411	0.656
IO	-0.006	<b>1</b>	0.182	-0.371	-0.358	0.271	0.003	-0.338	-0.003	0.233	0.053	0.197	-0.129
PrO	0.506	0.182	<b>1</b>	0.526	0.006	0.716	0.124	0.684	0.708	0.704	0.702	0.753	0.821
IP	0.185	-0.371	0.526	<b>1</b>	0.219	0.346	-0.082	0.507	0.374	0.229	0.500	0.258	0.434
Nr	0.257	-0.358	0.006	0.219	<b>1</b>	0.254	0.044	0.301	0.480	0.378	0.371	0.359	0.458
LP	0.129	0.271	0.716	0.346	0.254	<b>1</b>	0.079	0.558	0.829	0.820	0.677	0.830	0.661
AP	0.198	0.003	0.124	-0.082	0.044	0.079	<b>1</b>	-0.006	-0.028	-0.092	-0.365	-0.024	0.085
IA	0.327	-0.338	0.684	0.507	0.301	0.558	-0.006	<b>1</b>	0.609	0.659	0.586	0.659	0.849
LBCs	0.340	-0.003	0.708	0.374	0.480	0.829	-0.028	0.609	<b>1</b>	0.905	0.893	0.939	0.774
HCs	0.378	0.233	0.704	0.229	0.378	0.820	-0.092	0.659	0.905	<b>1</b>	0.865	0.991	0.771
LCs	0.309	0.053	0.702	0.500	0.371	0.677	-0.365	0.586	0.893	0.865	<b>1</b>	0.872	0.695
Acs	0.411	0.197	0.753	0.258	0.359	0.830	-0.024	0.659	0.939	0.991	0.872	<b>1</b>	0.794
AFS	0.656	-0.129	0.821	0.434	0.458	0.661	0.085	0.849	0.774	0.771	0.695	0.794	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0,05

\* Ver abreviaturas en el Anexo II.

**Anexo I - B: ACP de cada especie de la Sub-Familia Trochilinae:**

Tabla B-1: Matriz de Correlación Spearman ( $r_s$ ) para *Campylopterus largipennis* (06 especímenes)

Variables	MEDIDAS DEL CRÁNEO								MEDIDAS DEL ESTERNÓN				
	PsO	IO	PrO	IP	Nr	LP	AP	IA	LBCs	HCs	LCs	Acs	AFS
PsO	<b>1</b>	0.277	0.585	0.161	-0.031	-0.893	-0.647	0.563	0.516	0.370	0.688	0.395	0.880
IO	0.277	<b>1</b>	0.500	0.739	-0.485	-0.147	-0.279	-0.537	-0.319	-0.721	-0.164	-0.522	0.232
PrO	0.585	0.500	<b>1</b>	0.832	-0.529	-0.412	-0.235	-0.179	0.174	0.000	0.373	0.029	0.232
IP	0.161	0.739	0.832	<b>1</b>	-0.616	0.031	0.062	-0.657	-0.152	-0.462	0.000	-0.334	-0.091
Nr	-0.031	-0.485	-0.529	-0.616	<b>1</b>	-0.147	0.412	0.403	0.290	0.265	0.179	0.203	0.348
LP	-0.893	-0.147	-0.412	0.031	-0.147	<b>1</b>	0.676	-0.537	-0.232	-0.265	-0.403	-0.145	-0.812
AP	-0.647	-0.279	-0.235	0.062	0.412	0.676	<b>1</b>	-0.403	0.058	-0.088	-0.090	-0.029	-0.464
IA	0.563	-0.537	-0.179	-0.657	0.403	-0.537	-0.403	<b>1</b>	0.706	0.851	0.682	0.794	0.618
LBCs	0.516	-0.319	0.174	-0.152	0.290	-0.232	0.058	0.706	<b>1</b>	0.812	0.971	0.943	0.543
HCs	0.370	-0.721	0.000	-0.462	0.265	-0.265	-0.088	0.851	0.812	<b>1</b>	0.761	0.928	0.290
LCs	0.688	-0.164	0.373	0.000	0.179	-0.403	-0.090	0.682	0.971	0.761	<b>1</b>	0.883	0.647
Acs	0.395	-0.522	0.029	-0.334	0.203	-0.145	-0.029	0.794	0.943	0.928	0.883	<b>1</b>	0.371
AFS	0.880	0.232	0.232	-0.091	0.348	-0.812	-0.464	0.618	0.543	0.290	0.647	0.371	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0,05

\* Ver abreviaturas en el Anexo II.

Tabla B-2: Matriz de Correlación Spearman ( $r_s$ ) para *Florisuga mellivora* (04 especímenes)

Variables	MEDIDAS DEL CRÁNEO								MEDIDAS DE ESTERNÓN				
	PsO	IO	PrO	IP	Nr	LP	AP	IA	LBCs	HCs	LCs	Acs	AFS
PsO	<b>1</b>	-0.200	-0.400	0.000	0.200	0.600	0.400	-0.447	-0.400	0.800	0.400	0.600	1.000
IO	-0.200	<b>1</b>	0.000	-0.400	0.600	0.200	-0.800	0.447	0.000	0.400	0.800	0.200	-0.200
PrO	-0.400	0.000	<b>1</b>	-0.800	-0.800	0.400	0.400	0.894	1.000	-0.200	-0.400	0.400	-0.400
IP	0.000	-0.400	-0.800	<b>1</b>	0.400	-0.800	-0.200	-0.894	-0.800	-0.400	-0.200	-0.800	0.000
Nr	0.200	0.600	-0.800	0.400	<b>1</b>	-0.200	-0.800	-0.447	-0.800	0.400	0.800	-0.200	0.200
LP	0.600	0.200	0.400	-0.800	-0.200	<b>1</b>	0.400	0.447	0.400	0.800	0.400	1.000	0.600
AP	0.400	-0.800	0.400	-0.200	-0.800	0.400	<b>1</b>	0.000	0.400	0.000	-0.600	0.400	0.400
IA	-0.447	0.447	0.894	-0.894	-0.447	0.447	0.000	<b>1</b>	0.894	0.000	0.000	0.447	-0.447
LBCs	-0.400	0.000	1.000	-0.800	-0.800	0.400	0.400	0.894	<b>1</b>	-0.200	-0.400	0.400	-0.400
HCs	0.800	0.400	-0.200	-0.400	0.400	0.800	0.000	0.000	-0.200	<b>1</b>	0.800	0.800	0.800
LCs	0.400	0.800	-0.400	-0.200	0.800	0.400	-0.600	0.000	-0.400	0.800	<b>1</b>	0.400	0.400
Acs	0.600	0.200	0.400	-0.800	-0.200	1.000	0.400	0.447	0.400	0.800	0.400	<b>1</b>	0.600
AFS	1.000	-0.200	-0.400	0.000	0.200	0.600	0.400	-0.447	-0.400	0.800	0.400	0.600	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0,05

\* Ver abreviaturas en el Anexo II.

Tabla B-3: Matriz de Correlación Spearman ( $r_s$ ) para *Thalurania furcata* (11 especímenes)

Variables	MEDIDAS DEL CRÁNEO								MEDIDAS DE ESTERNÓN				
	PsO	IO	PrO	IP	Nr	LP	AP	IA	LBCs	HCs	LCs	Acs	AFS
PsO	<b>1</b>	0.572	0.765	-0.093	-0.170	0.512	-0.163	0.274	0.232	0.327	0.160	0.366	-0.050
IO	0.572	<b>1</b>	0.804	0.262	0.093	0.544	-0.323	0.271	0.149	0.172	0.088	0.152	0.211
PrO	0.765	0.804	<b>1</b>	0.163	0.037	0.427	-0.116	0.440	0.116	0.288	-0.133	0.267	-0.035
IP	-0.093	0.262	0.163	<b>1</b>	0.238	0.361	-0.049	-0.213	-0.153	-0.163	-0.217	-0.175	0.613
Nr	-0.170	0.093	0.037	0.238	<b>1</b>	-0.126	0.200	-0.281	-0.484	-0.203	-0.457	-0.306	-0.085
LP	0.512	0.544	0.427	0.361	-0.126	<b>1</b>	-0.694	-0.214	0.668	0.700	0.653	0.699	0.686
AP	-0.163	-0.323	-0.116	-0.049	0.200	-0.694	<b>1</b>	0.284	-0.841	-0.758	-0.787	-0.773	-0.490
IA	0.274	0.271	0.440	-0.213	-0.281	-0.214	0.284	<b>1</b>	-0.232	-0.183	-0.363	-0.162	-0.646
LBCs	0.232	0.149	0.116	-0.153	-0.484	0.668	-0.841	-0.232	<b>1</b>	0.889	0.872	0.936	0.456
HCs	0.327	0.172	0.288	-0.163	-0.203	0.700	-0.758	-0.183	0.889	<b>1</b>	0.716	0.982	0.341
LCs	0.160	0.088	-0.133	-0.217	-0.457	0.653	-0.787	-0.363	0.872	0.716	<b>1</b>	0.745	0.543
Acs	0.366	0.152	0.267	-0.175	-0.306	0.699	-0.773	-0.162	0.936	0.982	0.745	<b>1</b>	0.324
AFS	-0.050	0.211	-0.035	0.613	-0.085	0.686	-0.490	-0.646	0.456	0.341	0.543	0.324	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0,05

\* Ver abreviaturas en el Anexo II.

Tabla B-5: Matriz de Correlación Spearman ( $r_s$ ) para *Leucippus chlorocercus* (10 especímenes)

Variables	MEDIDAS DEL CRÁNEO								MEDIDAS DE ESTERNÓN				
	PsO	IO	PrO	IP	Nr	LP	AP	IA	LBCs	HCs	LCs	Acs	AFS
PsO	<b>1</b>	0.153	-0.192	0.183	-0.042	0.157	-0.174	0.084	0.427	0.426	0.199	0.564	-0.177
IO	0.153	<b>1</b>	-0.488	-0.386	-0.051	0.437	-0.683	0.101	-0.607	0.006	-0.523	-0.280	-0.254
PrO	-0.192	-0.488	<b>1</b>	0.470	-0.162	-0.302	0.621	0.292	0.377	-0.317	0.392	0.125	0.455
IP	0.183	-0.386	0.470	<b>1</b>	0.345	-0.076	0.537	0.554	0.717	0.606	0.624	0.801	0.650
Nr	-0.042	-0.051	-0.162	0.345	<b>1</b>	-0.224	0.115	-0.013	0.323	0.624	0.448	0.485	0.180
LP	0.157	0.437	-0.302	-0.076	-0.224	<b>1</b>	-0.439	-0.243	-0.344	0.212	-0.411	-0.154	0.056
AP	-0.174	-0.683	0.621	0.537	0.115	-0.439	<b>1</b>	0.115	0.457	0.156	0.272	0.321	0.108
IA	0.084	0.101	0.292	0.554	-0.013	-0.243	0.115	<b>1</b>	0.418	0.210	0.423	0.472	0.625
LBCs	0.427	-0.607	0.377	0.717	0.323	-0.344	0.457	0.418	<b>1</b>	0.494	0.902	0.884	0.544
HCs	0.426	0.006	-0.317	0.606	0.624	0.212	0.156	0.210	0.494	<b>1</b>	0.332	0.779	0.215
LCs	0.199	-0.523	0.392	0.624	0.448	-0.411	0.272	0.423	0.902	0.332	<b>1</b>	0.772	0.695
Acs	0.564	-0.280	0.125	0.801	0.485	-0.154	0.321	0.472	0.884	0.779	0.772	<b>1</b>	0.468
AFS	-0.177	-0.254	0.455	0.650	0.180	0.056	0.108	0.625	0.544	0.215	0.695	0.468	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0,05

\* Ver abreviaturas en el Anexo II.

Tabla B-4: Matriz de Correlación Spearman ( $r_s$ ) para *Amazilia láctea* (05 especímenes)

Variables	MEDIDAS DEL CRÁNEO								MEDIDAS DE ESTERNÓN				
	PsO	IO	PrO	IP	Nr	LP	AP	IA	LBCs	HCs	LCs	Acs	AFS
PsO	<b>1</b>	-0.616	-0.462	-0.335	-0.600	-0.447	-0.308	-0.205	0.100	0.103	0.600	0.300	-0.051
IO	-0.616	<b>1</b>	0.763	-0.287	0.410	0.803	-0.526	0.684	0.359	0.526	0.205	0.359	0.553
PrO	-0.462	0.763	<b>1</b>	-0.287	0.718	0.459	-0.289	0.921	0.205	0.132	0.051	0.051	0.711
IP	-0.335	-0.287	-0.287	<b>1</b>	0.447	-0.625	0.803	-0.631	0.224	-0.115	-0.447	-0.112	-0.860
Nr	-0.600	0.410	0.718	0.447	<b>1</b>	-0.112	0.359	0.410	0.300	-0.051	-0.300	-0.100	0.051
LP	-0.447	0.803	0.459	-0.625	-0.112	<b>1</b>	-0.631	0.574	-0.112	0.287	0.112	0.112	0.688
AP	-0.308	-0.526	-0.289	0.803	0.359	-0.631	<b>1</b>	-0.526	-0.359	-0.684	-0.821	-0.667	-0.632
IA	-0.205	0.684	0.921	-0.631	0.410	0.574	-0.526	<b>1</b>	0.051	0.105	0.205	0.051	0.921
LBCs	0.100	0.359	0.205	0.224	0.300	-0.112	-0.359	0.051	<b>1</b>	0.872	0.700	0.900	-0.205
HCs	0.103	0.526	0.132	-0.115	-0.051	0.287	-0.684	0.105	0.872	<b>1</b>	0.821	0.975	0.000
LCs	0.600	0.205	0.051	-0.447	-0.300	0.112	-0.821	0.205	0.700	0.821	<b>1</b>	0.900	0.205
Acs	0.300	0.359	0.051	-0.112	-0.100	0.112	-0.667	0.051	0.900	0.975	0.900	<b>1</b>	-0.051
AFS	-0.051	0.553	0.711	-0.860	0.051	0.688	-0.632	0.921	-0.205	0.000	0.205	-0.051	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0,05

\* Ver abreviaturas en el Anexo II.

**Anexo I - C: ACP Total de la Sub-Familia Phaethornithinae:**

Tabla C-1: Matriz de Correlación Spearman (rs) para Sub-familia Phaethornithinae (80 especímenes)

Variables	MEDIDAS DEL CRÁNEO								MEDIDAS DEL ESTERNÓN				
	PsO	IO	PrO	IP	Nr	LP	AP	IA	LBCs	HCs	LCs	Acs	AFS
PsO	<b>1</b>	<b>0.443</b>	<b>0.816</b>	<b>0.637</b>	<b>0.593</b>	-0.114	<b>0.619</b>	<b>0.446</b>	<b>0.621</b>	<b>0.672</b>	<b>0.564</b>	<b>0.654</b>	<b>0.571</b>
IO	<b>0.443</b>	<b>1</b>	<b>0.472</b>	<b>0.361</b>	0.165	0.005	<b>0.385</b>	<b>0.447</b>	0.201	<b>0.274</b>	0.151	<b>0.247</b>	0.119
PrO	<b>0.816</b>	<b>0.472</b>	<b>1</b>	<b>0.783</b>	<b>0.595</b>	-0.071	<b>0.637</b>	<b>0.499</b>	<b>0.723</b>	<b>0.773</b>	<b>0.681</b>	<b>0.758</b>	<b>0.608</b>
IP	<b>0.637</b>	<b>0.361</b>	<b>0.783</b>	<b>1</b>	<b>0.536</b>	-0.032	<b>0.606</b>	<b>0.602</b>	<b>0.624</b>	<b>0.673</b>	<b>0.563</b>	<b>0.656</b>	<b>0.505</b>
Nr	<b>0.593</b>	0.165	<b>0.595</b>	<b>0.536</b>	<b>1</b>	<b>-0.304</b>	<b>0.562</b>	<b>0.293</b>	<b>0.562</b>	<b>0.602</b>	<b>0.527</b>	<b>0.588</b>	<b>0.643</b>
LP	-0.114	0.005	-0.071	-0.032	<b>-0.304</b>	<b>1</b>	-0.181	0.038	<b>-0.231</b>	-0.092	<b>-0.312</b>	-0.174	<b>-0.229</b>
AP	<b>0.619</b>	<b>0.385</b>	<b>0.637</b>	<b>0.606</b>	<b>0.562</b>	-0.181	<b>1</b>	<b>0.389</b>	<b>0.372</b>	<b>0.450</b>	<b>0.331</b>	<b>0.420</b>	<b>0.485</b>
IA	<b>0.446</b>	<b>0.447</b>	<b>0.499</b>	<b>0.602</b>	<b>0.293</b>	0.038	<b>0.389</b>	<b>1</b>	<b>0.370</b>	<b>0.452</b>	<b>0.320</b>	<b>0.423</b>	<b>0.380</b>
LBCs	<b>0.621</b>	0.201	<b>0.723</b>	<b>0.624</b>	<b>0.562</b>	<b>-0.231</b>	<b>0.372</b>	<b>0.370</b>	<b>1</b>	<b>0.939</b>	<b>0.967</b>	<b>0.988</b>	<b>0.761</b>
HCs	<b>0.672</b>	<b>0.274</b>	<b>0.773</b>	<b>0.673</b>	<b>0.602</b>	-0.092	<b>0.450</b>	<b>0.452</b>	<b>0.939</b>	<b>1</b>	<b>0.885</b>	<b>0.976</b>	<b>0.753</b>
LCs	<b>0.564</b>	0.151	<b>0.681</b>	<b>0.563</b>	<b>0.527</b>	<b>-0.312</b>	<b>0.331</b>	<b>0.320</b>	<b>0.967</b>	<b>0.885</b>	<b>1</b>	<b>0.946</b>	<b>0.697</b>
Acs	<b>0.654</b>	<b>0.247</b>	<b>0.758</b>	<b>0.656</b>	<b>0.588</b>	-0.174	<b>0.420</b>	<b>0.423</b>	<b>0.988</b>	<b>0.976</b>	<b>0.946</b>	<b>1</b>	<b>0.770</b>
AFS	<b>0.571</b>	0.119	<b>0.608</b>	<b>0.505</b>	<b>0.643</b>	<b>-0.229</b>	<b>0.485</b>	<b>0.380</b>	<b>0.761</b>	<b>0.753</b>	<b>0.697</b>	<b>0.770</b>	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0,05

\* Ver abreviaturas en el Anexo II.

Tabla C-2: Matriz de Correlación Spearman (rs) para Medianas de la Sub-familia Phaethornithinae (80 especímenes)

Variables	MEDIDAS DEL CRÁNEO								MEDIDAS DEL ESTERNÓN				
	PsO	IO	PrO	IP	Nr	LP	AP	IA	LBCs	HCs	LCs	Acs	AFS
PsO	<b>1</b>	0.536	<b>1.000</b>	0.714	<b>0.857</b>	-0.107	<b>0.964</b>	0.393	0.679	<b>0.821</b>	0.571	0.679	0.757
IO	0.536	<b>1</b>	0.536	0.321	0.214	-0.036	0.500	0.536	0.000	0.179	0.036	0.000	0.090
PrO	<b>1.000</b>	0.536	<b>1</b>	0.714	<b>0.857</b>	-0.107	<b>0.964</b>	0.393	0.679	<b>0.821</b>	0.571	0.679	0.757
IP	0.714	0.321	0.714	<b>1</b>	0.607	-0.179	<b>0.857</b>	0.607	0.679	0.750	0.643	0.679	0.721
Nr	<b>0.857</b>	0.214	<b>0.857</b>	0.607	<b>1</b>	-0.393	<b>0.821</b>	0.357	<b>0.929</b>	<b>0.964</b>	<b>0.857</b>	<b>0.929</b>	<b>0.955</b>
LP	-0.107	-0.036	-0.107	-0.179	-0.393	<b>1</b>	-0.143	0.000	-0.536	-0.429	-0.643	-0.536	-0.487
AP	<b>0.964</b>	0.500	<b>0.964</b>	<b>0.857</b>	<b>0.821</b>	-0.143	<b>1</b>	0.464	0.714	<b>0.857</b>	0.643	0.714	<b>0.793</b>
IA	0.393	0.536	0.393	0.607	0.357	0.000	0.464	<b>1</b>	0.393	0.429	0.429	0.393	0.414
LBCs	0.679	0.000	0.679	0.679	<b>0.929</b>	-0.536	0.714	0.393	<b>1</b>	<b>0.964</b>	<b>0.964</b>	<b>1.000</b>	<b>0.991</b>
HCs	<b>0.821</b>	0.179	<b>0.821</b>	0.750	<b>0.964</b>	-0.429	<b>0.857</b>	0.429	<b>0.964</b>	<b>1</b>	<b>0.929</b>	<b>0.964</b>	<b>0.991</b>
LCs	0.571	0.036	0.571	0.643	<b>0.857</b>	-0.643	0.643	0.429	<b>0.964</b>	<b>0.929</b>	<b>1</b>	<b>0.964</b>	<b>0.955</b>
Acs	0.679	0.000	0.679	0.679	<b>0.929</b>	-0.536	0.714	0.393	<b>1.000</b>	<b>0.964</b>	<b>0.964</b>	<b>1</b>	<b>0.991</b>
AFS	0.757	0.090	0.757	0.721	<b>0.955</b>	-0.487	<b>0.793</b>	0.414	<b>0.991</b>	<b>0.991</b>	<b>0.955</b>	<b>0.991</b>	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0,05

\* Ver abreviaturas en el Anexo II.

**Anexo I - D: ACP Total de la Sub-Familia Trochilinae:**

Tabla D-1: Matriz de Correlación Spearman (rs) para Sub-familia Trochilinae (36 especímenes)

Variables	MEDIDAS DEL CRÁNEO								MEDIDAS DEL ESTERNÓN				
	PsO	IO	PrO	IP	Nr	LP	AP	IA	LBCs	HCs	LCs	Acs	AFS
PsO	<b>1</b>	<b>0.720</b>	<b>0.691</b>	<b>0.374</b>	0.176	<b>0.391</b>	-0.156	<b>0.610</b>	<b>0.719</b>	<b>0.646</b>	<b>0.658</b>	<b>0.719</b>	<b>0.527</b>
IO	<b>0.720</b>	<b>1</b>	<b>0.653</b>	<b>0.387</b>	0.314	<b>0.464</b>	-0.260	<b>0.565</b>	<b>0.554</b>	<b>0.559</b>	<b>0.465</b>	<b>0.570</b>	<b>0.553</b>
PrO	<b>0.691</b>	<b>0.653</b>	<b>1</b>	<b>0.697</b>	<b>0.387</b>	<b>0.617</b>	0.164	<b>0.619</b>	<b>0.686</b>	<b>0.637</b>	<b>0.679</b>	<b>0.701</b>	<b>0.735</b>
IP	<b>0.374</b>	<b>0.387</b>	<b>0.697</b>	<b>1</b>	<b>0.505</b>	<b>0.627</b>	<b>0.386</b>	0.205	<b>0.592</b>	<b>0.567</b>	<b>0.586</b>	<b>0.587</b>	<b>0.747</b>
Nr	0.176	0.314	<b>0.387</b>	<b>0.505</b>	<b>1</b>	0.289	0.184	0.074	<b>0.344</b>	<b>0.345</b>	<b>0.413</b>	0.320	<b>0.560</b>
LP	<b>0.391</b>	<b>0.464</b>	<b>0.617</b>	<b>0.627</b>	0.289	<b>1</b>	<b>0.382</b>	0.220	<b>0.520</b>	<b>0.660</b>	<b>0.531</b>	<b>0.631</b>	<b>0.688</b>
AP	-0.156	-0.260	0.164	<b>0.386</b>	0.184	<b>0.382</b>	<b>1</b>	-0.139	-0.097	-0.028	-0.077	-0.041	0.078
IA	<b>0.610</b>	<b>0.565</b>	<b>0.619</b>	0.205	0.074	0.220	-0.139	<b>1</b>	<b>0.480</b>	<b>0.464</b>	<b>0.470</b>	<b>0.505</b>	<b>0.341</b>
LBCs	<b>0.719</b>	<b>0.554</b>	<b>0.686</b>	<b>0.592</b>	<b>0.344</b>	<b>0.520</b>	-0.097	<b>0.480</b>	<b>1</b>	<b>0.857</b>	<b>0.929</b>	<b>0.945</b>	<b>0.726</b>
HCs	<b>0.646</b>	<b>0.559</b>	<b>0.637</b>	<b>0.567</b>	<b>0.345</b>	<b>0.660</b>	-0.028	<b>0.464</b>	<b>0.857</b>	<b>1</b>	<b>0.859</b>	<b>0.963</b>	<b>0.683</b>
LCs	<b>0.658</b>	<b>0.465</b>	<b>0.679</b>	<b>0.586</b>	<b>0.413</b>	<b>0.531</b>	-0.077	<b>0.470</b>	<b>0.929</b>	<b>0.859</b>	<b>1</b>	<b>0.911</b>	<b>0.806</b>
Acs	<b>0.719</b>	<b>0.570</b>	<b>0.701</b>	<b>0.587</b>	0.320	<b>0.631</b>	-0.041	<b>0.505</b>	<b>0.945</b>	<b>0.963</b>	<b>0.911</b>	<b>1</b>	<b>0.706</b>
AFS	<b>0.527</b>	<b>0.553</b>	<b>0.735</b>	<b>0.747</b>	<b>0.560</b>	<b>0.688</b>	0.078	<b>0.341</b>	<b>0.726</b>	<b>0.683</b>	<b>0.806</b>	<b>0.706</b>	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0,05

\* Ver abreviaturas en el Anexo II.

Tabla D-2: Matriz de Correlación Spearman (rs) para Medianas de la Sub-familia Trochilinae (36 especímenes)

Variables	MEDIDAS DEL CRÁNEO								MEDIDAS DEL ESTERNÓN				
	PsO	IO	PrO	IP	Nr	LP	AP	IA	LBCs	HCs	LCs	Acs	AFS
PsO	<b>1</b>	<b>1.000</b>	0.600	0.600	0.500	0.200	-0.100	0.400	0.600	0.700	0.600	0.600	0.600
IO	<b>1.000</b>	<b>1</b>	0.600	0.600	0.500	0.200	-0.100	0.400	0.600	0.700	0.600	0.600	0.600
PrO	0.600	0.600	<b>1</b>	<b>1.000</b>	0.900	0.600	0.300	0.800	<b>1.000</b>	0.900	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	0.800
IP	0.600	0.600	<b>1.000</b>	<b>1</b>	0.900	0.600	0.300	0.800	<b>1.000</b>	0.900	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	0.800
Nr	0.500	0.500	0.900	0.900	<b>1</b>	0.300	0.100	0.600	0.900	0.800	0.900	0.900	0.900
LP	0.200	0.200	0.600	0.600	0.300	<b>1</b>	0.900	0.400	0.600	0.700	0.600	0.600	0.400
AP	-0.100	-0.100	0.300	0.300	0.100	0.900	<b>1</b>	0.000	0.300	0.500	0.300	0.300	0.300
IA	0.400	0.400	0.800	0.800	0.600	0.400	0.000	<b>1</b>	0.800	0.500	0.800	0.800	0.300
LBCs	0.600	0.600	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	0.900	0.600	0.300	0.800	<b>1</b>	0.900	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	0.800
HCs	0.700	0.700	0.900	0.900	0.800	0.700	0.500	0.500	0.900	<b>1</b>	0.900	0.900	0.900
LCs	0.600	0.600	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	0.900	0.600	0.300	0.800	<b>1.000</b>	0.900	<b>1</b>	<b>1.000</b>	0.800
Acs	0.600	0.600	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	0.900	0.600	0.300	0.800	<b>1.000</b>	0.900	<b>1.000</b>	<b>1</b>	0.800
AFS	0.600	0.600	0.800	0.800	0.900	0.400	0.300	0.300	0.800	0.900	0.800	0.800	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0,05

\* Ver abreviaturas en el Anexo II.

**Anexo I - E: ACP Total de la Familia Trochilidae:**

Tabla E-1: Matriz de Correlación Spearman (rs) para Familia Trochilidae (116 especímenes)

Variables	MEDIDAS DEL CRÁNEO								MEDIDAS DEL ESTERNÓN				
	PsO	IO	PrO	IP	Nr	LP	AP	IA	LBCs	HCs	LCs	Acs	AFS
PsO	<b>1</b>	<b>0.676</b>	<b>0.855</b>	<b>0.349</b>	<b>0.689</b>	-0.182	<b>0.613</b>	<b>0.606</b>	<b>0.740</b>	<b>0.688</b>	<b>0.687</b>	<b>0.744</b>	<b>0.730</b>
IO	<b>0.676</b>	<b>1</b>	<b>0.825</b>	<b>0.376</b>	<b>0.380</b>	<b>0.269</b>	<b>0.537</b>	<b>0.541</b>	<b>0.554</b>	<b>0.630</b>	<b>0.497</b>	<b>0.601</b>	<b>0.536</b>
PrO	<b>0.855</b>	<b>0.825</b>	<b>1</b>	<b>0.495</b>	<b>0.620</b>	0.142	<b>0.702</b>	<b>0.616</b>	<b>0.793</b>	<b>0.809</b>	<b>0.763</b>	<b>0.816</b>	<b>0.769</b>
IP	<b>0.349</b>	<b>0.376</b>	<b>0.495</b>	<b>1</b>	<b>0.343</b>	0.183	<b>0.505</b>	<b>0.353</b>	<b>0.361</b>	<b>0.413</b>	<b>0.336</b>	<b>0.388</b>	<b>0.390</b>
Nr	<b>0.689</b>	<b>0.380</b>	<b>0.620</b>	<b>0.343</b>	<b>1</b>	<b>-0.357</b>	<b>0.637</b>	<b>0.340</b>	<b>0.564</b>	<b>0.459</b>	<b>0.587</b>	<b>0.536</b>	<b>0.713</b>
LP	-0.182	<b>0.269</b>	0.142	0.183	<b>-0.357</b>	<b>1</b>	0.029	0.149	0.022	<b>0.291</b>	-0.041	0.125	-0.059
AP	<b>0.613</b>	<b>0.537</b>	<b>0.702</b>	<b>0.505</b>	<b>0.637</b>	0.029	<b>1</b>	<b>0.460</b>	<b>0.437</b>	<b>0.518</b>	<b>0.443</b>	<b>0.484</b>	<b>0.547</b>
IA	<b>0.606</b>	<b>0.541</b>	<b>0.616</b>	<b>0.353</b>	<b>0.340</b>	0.149	<b>0.460</b>	<b>1</b>	<b>0.500</b>	<b>0.538</b>	<b>0.444</b>	<b>0.534</b>	<b>0.459</b>
LBCs	<b>0.740</b>	<b>0.554</b>	<b>0.793</b>	<b>0.361</b>	<b>0.564</b>	0.022	<b>0.437</b>	<b>0.500</b>	<b>1</b>	<b>0.912</b>	<b>0.960</b>	<b>0.980</b>	<b>0.823</b>
HCs	<b>0.688</b>	<b>0.630</b>	<b>0.809</b>	<b>0.413</b>	<b>0.459</b>	<b>0.291</b>	<b>0.518</b>	<b>0.538</b>	<b>0.912</b>	<b>1</b>	<b>0.878</b>	<b>0.970</b>	<b>0.751</b>
LCs	<b>0.687</b>	<b>0.497</b>	<b>0.763</b>	<b>0.336</b>	<b>0.587</b>	-0.041	<b>0.443</b>	<b>0.444</b>	<b>0.960</b>	<b>0.878</b>	<b>1</b>	<b>0.940</b>	<b>0.809</b>
Acs	<b>0.744</b>	<b>0.601</b>	<b>0.816</b>	<b>0.388</b>	<b>0.536</b>	0.125	<b>0.484</b>	<b>0.534</b>	<b>0.980</b>	<b>0.970</b>	<b>0.940</b>	<b>1</b>	<b>0.803</b>
AFS	<b>0.730</b>	<b>0.536</b>	<b>0.769</b>	<b>0.390</b>	<b>0.713</b>	-0.059	<b>0.547</b>	<b>0.459</b>	<b>0.823</b>	<b>0.751</b>	<b>0.809</b>	<b>0.803</b>	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0,05

\* Ver abreviaturas en el Anexo II.

Tabla E-2: Matriz de Correlación Spearman (rs) para Medianas de la Familia Trochilidae (116 especímenes)

Variables	MEDIDAS DEL CRÁNEO								MEDIDAS DEL ESTERNÓN				
	PsO	IO	PrO	IP	Nr	LP	AP	IA	LBCs	HCs	LCs	Acs	AFS
PsO	<b>1</b>	<b>0.767</b>	<b>0.898</b>	0.527	<b>0.843</b>	-0.220	<b>0.622</b>	<b>0.788</b>	<b>0.876</b>	<b>0.794</b>	<b>0.837</b>	<b>0.872</b>	<b>0.850</b>
IO	<b>0.767</b>	<b>1</b>	<b>0.922</b>	<b>0.685</b>	<b>0.580</b>	0.302	<b>0.674</b>	<b>0.710</b>	<b>0.778</b>	<b>0.851</b>	<b>0.711</b>	<b>0.829</b>	<b>0.789</b>
PrO	<b>0.898</b>	<b>0.922</b>	<b>1</b>	<b>0.739</b>	<b>0.795</b>	0.086	<b>0.742</b>	<b>0.760</b>	<b>0.918</b>	<b>0.915</b>	<b>0.897</b>	<b>0.934</b>	<b>0.925</b>
IP	0.527	<b>0.685</b>	<b>0.739</b>	<b>1</b>	0.549	0.290	<b>0.831</b>	<b>0.615</b>	<b>0.597</b>	<b>0.729</b>	<b>0.595</b>	<b>0.657</b>	<b>0.643</b>
Nr	<b>0.843</b>	<b>0.580</b>	<b>0.795</b>	0.549	<b>1</b>	-0.489	<b>0.660</b>	<b>0.595</b>	<b>0.762</b>	<b>0.580</b>	<b>0.818</b>	<b>0.693</b>	<b>0.876</b>
LP	-0.220	0.302	0.086	0.290	-0.489	<b>1</b>	0.087	0.071	-0.039	0.289	-0.132	0.099	-0.147
AP	<b>0.622</b>	<b>0.674</b>	<b>0.742</b>	<b>0.831</b>	<b>0.660</b>	0.087	<b>1</b>	<b>0.614</b>	0.527	<b>0.676</b>	0.567	<b>0.608</b>	0.575
IA	<b>0.788</b>	<b>0.710</b>	<b>0.760</b>	<b>0.615</b>	<b>0.595</b>	0.071	<b>0.614</b>	<b>1</b>	<b>0.653</b>	<b>0.699</b>	<b>0.591</b>	<b>0.698</b>	<b>0.618</b>
LBCs	<b>0.876</b>	<b>0.778</b>	<b>0.918</b>	<b>0.597</b>	<b>0.762</b>	-0.039	0.527	<b>0.653</b>	<b>1</b>	<b>0.914</b>	<b>0.977</b>	<b>0.980</b>	<b>0.934</b>
HCs	<b>0.794</b>	<b>0.851</b>	<b>0.915</b>	<b>0.729</b>	<b>0.580</b>	0.289	<b>0.676</b>	<b>0.699</b>	<b>0.914</b>	<b>1</b>	<b>0.870</b>	<b>0.974</b>	<b>0.801</b>
LCs	<b>0.837</b>	<b>0.711</b>	<b>0.897</b>	<b>0.595</b>	<b>0.818</b>	-0.132	0.567	<b>0.591</b>	<b>0.977</b>	<b>0.870</b>	<b>1</b>	<b>0.943</b>	<b>0.941</b>
Acs	<b>0.872</b>	<b>0.829</b>	<b>0.934</b>	<b>0.657</b>	<b>0.693</b>	0.099	<b>0.608</b>	<b>0.698</b>	<b>0.980</b>	<b>0.974</b>	<b>0.943</b>	<b>1</b>	<b>0.885</b>
AFS	<b>0.850</b>	<b>0.789</b>	<b>0.925</b>	<b>0.643</b>	<b>0.876</b>	-0.147	0.575	<b>0.618</b>	<b>0.934</b>	<b>0.801</b>	<b>0.941</b>	<b>0.885</b>	<b>1</b>

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0,05

\* Ver abreviaturas en el Anexo II.

## **Anexo II**

### **Abreviaturas:**

Listado de las abreviaturas mencionadas en el texto.

#### **Del Cráneo: (Fig. 2a y b)**

**LP:** Longitud del pico, desde el proceso supra-orbital del lagrimal hasta el final de la maxila.

**IP:** Inserción del pico, desde el extremo del proceso supra-orbital lagrimal izquierdo al derecho.

**Nr:** Distancia entre las narinas, desde la zona interna de la cavidad de la narina izquierda a la derecha.

**PrO:** Distancia entre los pre-orbitales, desde el proceso orbital del lagrimal izquierdo al derecho.

**IO:** Distancia inter-orbital, desde el inter-orbital izquierdo al derecho.

**PsO:** Distancia entre los pos-orbitales, desde el proceso post-orbital izquierdo al derecho.

**AP:** Angulo del pico, ángulo comprendido entre el angular de la mandíbula y el *foramen magnum*.

**IA:** inserción del atlas, es decir el diámetro del foramen mágnum.

#### **Del Esternón: (Fig. 4a y b)**

**LBCs:** Largo de la base de inserción de la *carina sterni*, desde el *manobrium sterni* hasta la base posterior – caudal de la *carina sterni*.

**HCs:** altura de la *carina sterni*, desde el *manobrium sterni* hasta el ápice de la *carina sterni*.

**LCs:** Largo de la *carina sterni*, desde el ápice de la *carina sterni* hasta la base posterior – caudal de la *carina sterni*.

**ACs:** Área de la *carina sterni*, el área total de la *carina sterni*.

**AFs:** Ancho del *foramen sterni*, desde la trabécula lateral izquierda hasta la trabécula lateral derecha.

## **Anexo II**

### **Abreviaturas (continuación):**

#### **Estadísticas:**

**ACP:** Análisis de Componentes Principales, dentro del programa XLSTAT versión 2010.2.03 (Addinsorfl, 2010).

**F1, F2, F3:** Variables incorreladas, denominadas Factores, que se obtienen en orden decreciente de importancia. Estos factores resultan del ACP y están valorados por los cósenos cuadrados, que es la posición exacta del punto de una variable en el plano bidimensional.

**$r_s$ :** Índice de Spearman, indica la correlación entre las medidas y se calcula con una medida de relación lineal entre dos variables.