

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



ANÁLISIS DE LA MORFOLOGÍA POSTCRANEANA DE *Sula neboxii* Milne-Edwards
1882 “CAMANAY” y *Sula variegata* Tschudi 1844 “EL PIQUERO PERUANO”
(AVES:SULIDAE)

MILAGROS YAMINA CHUMACERO LIVIAS

Tesis para optar el título profesional de Licenciada en Biología

Asesor: Vera Alleman Haeghebaert

Lima, Perú

2020

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



ANÁLISIS DE LA MORFOLOGÍA POSTCRANEANA DEL CAMANAY *Sula neboxii*

Milne-Edwards 1882 Y EL PIQUERO PERUANO *Sula variegata* Tschudi 1843

MILAGROS YAMINA CHUMACERO LIVIAS

Tesis para optar el título profesional de Licenciada en Biología

Asesor: Vera Alleman Haeghebaert

Lima, Perú

2020

DEDICATORIA

A mi madre Cira Yamina Livias Romero y mi padre Elmer Arnaldo Chumacero López, quienes siempre me han acompañado en todos los momentos de mi vida, su constante perseverancia y lucha han sido el empuje para lograr culminar cada actividad en mi vida, han sido, son y serán todo para mí, y agradezco el haberme permitido ser la continuidad de su vida y ojalá, algún día pueda llegar a ser un poco como ellos.

Gracias mami por ser esa manta que me protege cuando el invierno llega.

A Mikaela, mi hija, terminaré un pendiente más, para poder estar juntas.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer al Blgo. Rodolfo Salas Gismondi y Mario Urbina Schmitt, por permitirme estudiar el material de referencia del Departamento de Paleontología de Vertebrados del Museo de Historia Natural de la Universidad de San Marcos, en donde pasé muchos momentos mágicos y maravillosos, al profesor Édgar Patrón Faggioni, por la asesoría, tiempo y dedicación en el trabajo de tesis, al Blgo. Miguel Dávila, por siempre habernos apoyado en la universidad, con materiales, comentarios y consejos, a mi buen amigo Marcelo Stucchi Portocarrero, por la idea de esta tesis, por haberme permitido ser su pupila en el aprendizaje de la morfología de aves, por su bonita amistad, por su buena disposición a enseñarme, por su revisión y sus comentarios al manuscrito final y su siempre insistencia en acabar la tesis, al Ph.D Pedro Tapia Ormeño, por siempre animarme a ser una paleontóloga, por los gratos momentos de enseñanza en el Ministerio de Cultura y por el regalo que fue el estudio paleontológico de Lago de Junin, a la Dra. Vera Alleman Haeghebaert, por haber sido la primera persona en mostrarme el maravilloso mundo de la paleontología, a Rafael Varas Malca, por ser mi mejor amigo y por todos los momentos que hemos pasado en el DPV, por compartir sus conocimientos conmigo y haberme enseñado la humildad y dedicación a lo que amas, a Leo Geo, por haber llegado en el momento preciso para enseñarme más sobre esta maravillosa rama de la biología y quiero agradecer sobre todo al profesor Víctor Raúl Morales Mondoñedo, quién confió y creyó en mí y en mi imaginación, de una manera tal, que me llevó a un mundo que pocos conocían y disfrutaban, mundo que, aunque dejé por otros horizontes profesionales, siempre va a ser mi pasión y lo que amo, ser alguien diferente estudiando el pasado para conocer el presente, porque con todos ellos aprendí, que las oportunidades no siempre llegan cuando estás preparado y hay que luchar muy duro para conseguir hacerse un verdadero camino.

RESUMEN

La familia Sulidae se distingue principalmente por características propias de su actividad (zambullirse en el mar desde grandes alturas), teniendo así un cráneo bastante consistente, un rostro en forma de cono, región frontal trabeculada, procesos postorbitales bien desarrollados, este patrón se repite en todas las especies de sulidos, teniendo otras características diferentes bastantes distinguibles entre las especies a nivel craneal como curvatura bastante notable en la superficie dorsal separando notablemente el cráneo del pico mediante la sutura nasal, como es el caso de *Ramphastosula ramirezi*, o estructura más pequeña y delgada, como es el caso de *Sula sula*.

Es por ello, que, en diferentes ámbitos de estudio de estructuras óseas, como lo son la Paleontología y Arqueología, el reconocimiento de especies dentro de la familia Sulidae es muy complicado, ya que hay muy pocos estudios sobre reconocimiento a nivel óseo de diferentes especies, sobre todo en caso de las especies como *S. variegata* y *S. neboxii*, al ser especies genéticamente cercanas. Por tal motivo, se realizó esta tesis con el objetivo de poder diferenciar osteológicamente ambas especies mediante la descripción morfológica y morfométrica, para de esta manera poder tener una herramienta más confiable y de uso general. Se dividió los niveles de estudio en nivel morfológico, haciendo la descripción y comparación entre estructuras óseas de cada especie y nivel morfométrico, calculando índices de relación entre longitudes totales. Para determinar el grado de diferencia se aplicaron coeficientes de relación Pearson (intraespecífico) y t-student (interespecífico).

Como resultado se obtuvo que no se encontraron diferencias en las características morfológicas, sin embargo, morfométricamente se obtuvo que *S. neboxii* presentó mayores dimensiones a *S. variegata* en los siguientes huesos: húmero, ulna, radio y tibiotarso, teniendo como conclusión que la morfometría ósea y la morfometría geométrica al ser muy limitada, resulta difícil poder distinguir entre ambas especies. Siendo pocos elementos óseos y medidas, como las longitudes totales, los que pueden darnos una información cercana a la diferencia osteológica entre ambas especies.

Palabras clave: interespecífica, intraespecífica, morfológica, morfométrica, *Sula variegata*, *Sula neboxii*, Sulidae.

ABSTRACT

The Sulidae family is mainly known by characteristics of their particular activity (diving into the sea from great heights), fairly consistent skull, a cone-shaped face, trabecular frontal region, and well-developed postorbital processes. These characteristics are found in all species of sulids. However, they have other distinguishable characteristics between the species at cranial level, such as a noticeable curvature in the dorsal surface separating the skull from the peak through a nasal suture, as in the case of *Ramphastosula ramirezi*, or a smaller and thin structure as is the case of *Sula sulita*.

This fact may explain why in different areas where bone structures are studied, such as Paleontology and Archeology, the determination of species within the family Sulidae is very challenging. There are very few studies done on the recognition of different species based on bone structure, in particular in the case of *S. variegata* and *S. neboxii*, as they are genetically close species. For this reason, the aim of this thesis was to osteologically differentiate both species through morphological and morphometric description, in order to have a more reliable and general-purpose tool.

The study was divided in several morphological levels by describing and comparing the bone structures of each species in a morphometric level, calculating the relationship indexes between total lengths of the bones. To determine the degree of difference, the Pearson coefficient (intraspecific) and t-test (interspecific) were applied. It was found that there were no differences in the morphological characteristics; however, in morphometrical terms it was evidenced that *S. neboxii* had larger dimensions in comparison with *S. variegata* in the following bones: humerus, ulna, radius and tibiotarsus. Therefore, it was possible to differentiate these two species at the morphometric level, taking into consideration the above-mentioned bone structures.

Key words: Sulidae, morphological, morphometric, intraspecific, interspecific, *Sula variegata*, *Sula neboxii*.

ÍNDICE

| | | Página |
|---|---|--------|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 1 |
| | 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 2 |
| | 1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | 3 |
| | 1.4 OBJETIVOS | 3 |
| | 1.4.1 OBJETIVO GENERAL | 3 |
| | 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 3 |
| 2 | MARCO TEÓRICO | 4 |
| 3 | ANTECEDENTES | 5 |
| 4 | HIPÓTESIS | 7 |
| 5 | MATERIALES Y MÉTODOS | 7 |
| | 5.1 Lugar de ejecución | 7 |
| | 5.2 Tipo y diseño de investigación | 7 |
| | 5.3 Variables | 7 |
| | 5.4 Operacionalización de las variables | 7 |
| | 5.5 Muestreo | 8 |
| | 5.6 Preparación del material de estudio | 9 |
| | 5.7 Procedimientos y análisis de datos | 9 |
| | 5.7.1 Procedimientos | 9 |
| | 5.7.2 Análisis de datos | 9 |
| | 5.7 Aspecto ético | 10 |
| 6 | RESULTADOS | 11 |
| 7 | DISCUSIÓN | 25 |
| 8 | CONCLUSIONES | 30 |
| 9 | REFERENCIA BIBLIOGRAFICA | 31 |

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

| | |
|--|----|
| Figura 1. Medidas tomadas a los huesos. | 8 |
| Figura 2. Comparación de las medidas del Húmero | 42 |
| Figura 3. Comparación de las medidas de la Ulna | 43 |
| Figura 4. Comparación de las medidas del Radio | 44 |
| Figura 5. Comparación de las medidas del Carpometacarpo | 45 |
| Figura 6. Comparación de las medidas del Coracoides | 46 |
| Figura 7. Comparación de las medidas del Fémur | 48 |
| Figura 8. Comparación de las medidas del Tibiotarso | 49 |
| Figura 9. Comparación de las medidas del Tarsometatarso | 50 |

ÍNDICE DE TABLAS

Página

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Cantidades de los huesos post-craneales de <i>Sula variegata</i> y <i>Sula nebouxii</i> . | 9 |
| Tabla 2. Medidas de los huesos post-craneales de <i>Sula variegata</i> y <i>Sula nebouxii</i> . | 24 |
| Tabla 3. Proporciones entre las longitudes de los huesos de ambas especies. | 25 |
| Tabla 4. Porcentaje de exceso o defecto en las medidas calculadas con la fórmula sugerida por Warheit (1992) | 29 |
| Tabla 5. Medidas de Húmero | 34 |
| Tabla 6. Medidas de Ulna | 35 |
| Tabla 7. Medidas de Radio | 36 |
| Tabla 8. Medidas de Carpometacarpo | 37 |
| Tabla 9. Medidas de Coracoides | 38 |
| Tabla 10. Medidas de Fémures | 39 |
| Tabla 11. Medidas de Tibiotarso | 40 |
| Tabla 12. Medidas del Tarsometatarso | 4 |

1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales comunidades zoológicas del ecosistema marino peruano son las aves. Es bien conocida su presencia histórica en nuestras costas a través de su registro fósil, extenso tanto temporalmente, a partir del Eoceno medio (Altamirano-Sierra, 2013), como taxonómicamente, por la cantidad de familias representadas (Stucchi, 2010). Este importante registro nos permite conocer la historia evolutiva de varios taxones, como es el caso de los pingüinos Spheniscidae (Clarke, et al., 2007; Clarke, et al., 2010; Stucchi, 2002; Stucchi, 2007; Stucchi, et al., 2003), los piqueros Sulidae (Stucchi, 2003; Stucchi y DeVries, 2003; Stucchi y Urbina, 2004; Stucchi, et al., 2016) y los cormoranes Phalacrocoracidae (Urbina y Stucchi, 2005), que son las familias cuyos registros son más abundantes.

Los piqueros (familia Sulidae) se distinguen de otras aves marinas por su peculiar manera de zambullirse desde grandes alturas; para ello poseen algunas características notables en su cráneo y mandíbula, como son: el rostro en forma de cono, la región frontal trabeculada, modificación de la ubicación de las fosas nasales y procesos postorbitales bien desarrollados (Stucchi, 2013). En la actualidad, existen diez especies distribuidas alrededor del mundo, agrupados en los géneros *Papasula*, *Morus* y *Sula* (van Tets, et al., 1988). En el territorio peruano han sido reportadas 6 de estas especies: (1) el piquero peruano *Sula variegata* (Tschudi, 1844), una especie endémica de la Corriente Peruana o de Humboldt, reproductiva y principal ave guanera; (2) el camanay *Sula nebouxii* Milne- Edwards, 1882, que anida en el norte del país, considerada como ave guanera secundaria; (3) el piquero de Nazca *Sula granti* Rothschild, 1902 que anida en el norte del país; (4) el piquero pardo *Sula leucogaster* (Boddaert, 1783), presente en toda la costa aunque en números muy bajos; (5) el piquero enmascarado *Sula dactylatra* (Lesson, 1831) y (6) el piquero de patas rojas *Sula sula* (Linnaeus, 1766), ambos visitantes ocasionales (Schulenberg, et al., 2010; Figueroa, et al., 2017).

Así tenemos que el camanay anida en las islas norteñas, formando grandes colonias, cerca de las del piquero peruano. Esta proximidad física de las colonias, así como su cercanía filogenética, podrían haber influido en su hibridación (Ayala, 2006; Figueroa y Stucchi, 2008, Taylor, et al., 2010). La especiación parapátrida sugerida para ambas especies por Friesen y Anderson (1997) podría haber permitido el flujo genético entre ambas en los últimos millones de años. Por tal razón, se escogieron estas dos especies para poder realizar una comparación morfológica y morfométrica entre ambas y determinar si es posible hallar una diferencia.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad las investigaciones de aves en el Perú se centran principalmente en la dieta, ecología de poblaciones y comportamiento (Plenge, 2011), en contraste con los estudios anatómicos (i.e. a nivel osteológico). En el caso de los súlidos, algunos estudios ya han sido hechos en especies actuales (e.g. Stucchi, 2011; 2013), aplicando la anatomía comparada y la morfometría clásica. Estas investigaciones dan cuenta que las principales diferencias se encuentran en el cráneo, en tanto que el postcráneo es esencialmente "idéntico" en muchos de los elementos, diferenciándose principalmente en las proporciones de los huesos (Warheit, 1992; Stucchi, 2003).

Esta situación es más complicada en dos especies como los piqueros *S. variegata* y camanayes *S. neboxii*, ya que por su cercanía filogenética poseen las mismas características en sus postcráneos, siendo necesarios individuos completos para su reconocimiento. Esta problemática dificulta las interpretaciones de los restos óseos aislados de estas aves en contextos biológicos, arqueológicos y paleontológicos. En el campo biológico, cuando se hacen estudios biogeográficos, o de dinámica de poblaciones (e.g. durante un evento El Niño) es necesario conocer la estructura de las comunidades, y por ende es importante la identidad de las especies presentes en un área. En el caso arqueológico, se usan estos restos encontrados en sitios precolombinos para estudiar las sociedades antiguas y su relación con la biota y la variación de las poblaciones de aves en el tiempo; mientras que la paleontología, cuyos únicos elementos de estudio son las osamentas de organismos que pudieron fosilizarse, se utiliza la información de las especies actuales para poder entender la variación en una especie (intraespecífica) y entre distintas especies (interespecífica) y aplicarlo a las especies paleontológicas (Stucchi, 2010). Lamentablemente, la evidencia fósil es muy escasa, en su mayoría elementos erosionados o incompletos, lo que dificulta la identificación de la especie.

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La justificación de la investigación es técnica, dentro del campo científico. No hay implicancias normativas ni tecnológicas.

El interés de esta tesis es poder diferenciar osteológicamente las especies *S. variegata* y *S. neboxii* mediante la descripción morfológica y la aplicación de medidas morfométricas básicas, para así poder contar con una herramienta de uso general a los diferentes profesionales, biólogos, arqueólogos y paleontólogos, que encuentren restos de estas aves en sus estudios de campo. El análisis se realizaría solo a nivel postcraneal.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

- Identificar variaciones fenotípicas a nivel osteológico, postcraneal en y entre las poblaciones de *S. variegata* y *S. nebouxii*, utilizando la descripción morfológica y las medidas básicas de la morfometría, para poder diferenciarlas de forma sencilla.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar la descripción morfológica postcraneal comparativa de ambas especies
- Identificar medidas e índices osteológicos postcraneales que permitan diferenciar ambas especies.

2. MARCO TEÓRICO

De las especies del género *Sula* actuales, que conocemos hoy en día, cinco fueron descritas en el siglo XIX y una a inicios del XX. Estas descripciones originales fueron muy simples, basadas solo en características físicas externas y algunas notas sobre su área y forma de vida (ver Lesson, 1831; Tschudi, 1844) o incluso apenas una mención, como el caso del piquero pardo (ver Boddaert, 1783). Finalizando el siglo XIX se inició el desarrollo de las descripciones osteológicas (e.g. Mivart, 1879; Pycraft, 1898), y ya en el siglo XX, con la descripción de varias especies fósiles de súlidos, estas fueron tomando en cuenta los elementos óseos, pues es lo único que queda de estos organismos. Sin embargo, hasta que no se tuvo un consenso sobre el concepto biológico de especie o los diferentes conceptos de especie (morfológico, paleontológico, evolutivo, etc.), las descripciones fueron también muy simples, empleándose muy pocos elementos para la comparación al momento de sugerir una nueva especie paleontológica (e.g. Brodkord, 1955; Howard, 1958; Chandler, 1990).

Así, a fines del siglo XX, Warheit (1992) hizo una revisión de todas las especies paleontológicas descritas hasta el momento y planteó la dificultad de diferenciarlas pues habían sido definidas sobre la base de restos muy escasos, incluso fragmentarios, y con muy poco material de comparación. Este autor propuso un método para mejorar estas descripciones e identificaciones específicas, el cual fue seguido por Stucchi (2003), quien desarrolló esta idea para describir y sugerir nuevas especies paleontológicas de Sulidae y propuso eliminar varias de estas especies fósiles, por no estar bien sustentadas, argumentando razones similares a Warheit. Años después, Stucchi (2010) discutió este tema planteando la pregunta "¿cómo saber cuándo los especímenes fósiles en estudio son lo *suficientemente diferentes* para ser considerados especies distintas, entre ellos y con respecto a los actuales?".

Es de esta forma como se llega a esta tesis. El desarrollo de la osteología ha virado hacia los fósiles, pero no se debe dejar de lado que, al final, es un tema biológico, pues los fósiles son restos de lo que alguna vez fueron animales vivos.

Los estudios osteológicos de aves marinas en nuestro país han sido muy escasos, y poco o nada se sabe de las características y diferencias osteológicas de las principales especies de aves del Perú (ver Plenge, 2011). La mayoría de los trabajos realizados se basan en descripciones osteológicas que sirven como guía principal para la arqueología y paleontología (e.g. Stucchi 2011, Stucchi y Mattos 2011), pero hasta ahora no se ha hecho un análisis comparativo de la anatomía osteológica de aves actuales utilizando análisis estadísticos, lo que ayudaría a entender de una mejor manera la variación entre las especies presentes en el país. Para la paleontología se han desarrollado los clásicos métodos de estudios como la anatomía comparada y la morfometría lineal, ambas

metodologías han servido para identificar nuevas especies, y en el mejor de los casos determinar la ecología y nicho ecológico de diversas especies.

3. ANTECEDENTES

En el caso específico de la familia Sulidae, que es el objeto de esta tesis, sí existe un amplio marco referencial en estudios osteológicos. Se han considerado todos los trabajos hechos en el Perú, pero en el caso de estudios hechos fuera del país solo se ha considerado aquellos que presentaban descripciones osteológicas completas, omitiéndose aquellos que describía huesos aislados:

van Tets, et al., (1988), estos autores realizaron un estudio osteológico detallado de los géneros *Sula* y *Morus*, y para luego establecer una nueva especie de *Sula*, *S. tasmani*, de Tasmania, Australia, comparándola directamente con *S. dactylatra*.

Warheit (1992) hizo un estudio morfométrico detallado de todas las especies de la familia Sulidae, actuales y las comparó entre sí, obteniendo una relación de todas ellas con la medida del ancho distal del húmero (mediante una regresión lineal simple), que encontró que tenía una desviación estándar similar en todas las especies de la familia y por eso usó como referente. Asimismo, usó una fórmula que permitiría identificar las medidas máximas y mínimas esperadas para un espécimen (o grupo) desconocido si se tiene de este una medida aislada o promedio. Su meta fue obtener un método objetivo para clasificar los especímenes fósiles.

Stucchi y DeVries (2003), sobre la base de un fragmento de esternón, presentan el registro más antiguo de la familia Sulidae para el Perú y América del Sur, hallado en la formación Chilcatay, en la costa centro sur del Perú.

Stucchi (2003) realizó un análisis del material de la familia Sulidae colectado durante varias expediciones en la formación Pisco (Mioceno- Plioceno, costa centro- sur del Perú), utilizando la morfología y morfometría lineal como herramienta comparativa con las especies actuales del género *Sula*. Como resultado, determinó dos especies nuevas para el género *Sula*: *S. sulita* y *S. magna*, una especie afín a *S. variegata* y una nueva especie del género *Morus*: *Morus peruvianus*. Para ello realizó una comparación a nivel craneano y post-craneano entre los géneros actuales de la familia Sulidae.

Stucchi y Urbina (2004) describieron un nuevo género para la familia Sulidae al que denominaron *Ramphastosula ramirezi*. Esta especie es considerada dentro de la familia de los piqueros por sus características muy similares a estos, como el cráneo trabeculado y fosas nasales óseas reducidas.

Por otra parte la especie presenta características propias altamente distinguibles de los demás súlidos, como algunos de estos mencionados: una curvatura bastante notable en la superficie dorsal separando notablemente el cráneo del pico mediante la sutura nasal, regiones temporal y occipital bien desarrolladas, amplio proceso opistótico proyectado a nivel de los procesos postorbitales, amplia fosa temporal, caja craneana plana y una región frontal prominente.

Steeves, et al. (2009) estudia un nuevo material de *Sula tasmani* y re-clasifica la especie como sub especie de *S. dactylatra*. Hay un posible error en este estudio al considerar el material fósil en estudio, encontrado por los autores, como *S. tasmani*, a pesar de la diferencia de sus dimensiones con el material original publicado por van Tets, et al. (1988) (M. Stucchi, com. pers.).

Stucchi (2011) realizó el primer atlas osteológico de una especie de ave marina peruana: *Sula variegata*, en el que se brinda una detallada visión del desarrollo osteológico de esta especie a nivel craneano y de algunos huesos post-craneanos en pichones y adultos. De igual manera, sirve como una guía para la fácil identificación y comparación de restos osteológicos encontrados en diversos yacimientos, ya que en el atlas se representa cada elemento craneano y post-craneano con sus respectivos nombres.

Benson y Erickson (2013) describieron un nuevo género y especie de Sulidae, *Bimbisula melanodactylos*, del Plioceno de Carolina del Sur, Estados Unidos, haciendo una detallada descripción osteológica del mismo.

Stucchi (2013) describe la morfología del cráneo del piquero peruano en diferentes estadios desarrollo y además compara el estadio adulto con otras especies de la familia Sulidae y del orden Pelecaniformes, encontrando diferencias intergenéricas.

Finalmente, Stucchi et al. (2016) describen tres nuevas especies de piqueros: *Sula brandi*, *Sula figueroae* y *Ramphastosula aguirrei*, todos sobre la base de restos craneanos y post-craneanos procedentes de la formación Pisco.

De todos estos estudios se puede obtener información suficiente para apoyar la tesis que se presenta aquí.

4. HIPÓTESIS

La descripción morfológica y las medidas básicas morfométricas son suficientes para diferenciar *Sula variegata* y *Sula neboxii*.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Lugar de ejecución

El proyecto se ejecutó en el Departamento de Paleontología de Vertebrados del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, ubicado en la Av. Arenales 1256, Lince, Lima.

5.2 Tipo y diseño de investigación

Esta investigación es de carácter Descriptivo y Correlacional. Se siguieron dos caminos para la diferenciación de cada hueso, a nivel intra e interespecífico.

1. Se describieron las principales características morfológicas distintivas de estas dos especies a nivel post-craneano, utilizando el Atlas de Ilustración aviar (Howard, 1980) y el Atlas del piquero peruano (Stucchi, 2013).
2. Se utilizaron las medidas de cada hueso para determinar rangos de variación intra e interespecíficos, y se aplicaron índices estadísticos de correlación (Pearson y t-student), para determinar el grado de diferencia entre elementos.

5.3 Variables

Las variables son los caracteres y medidas que se realizaron a cada hueso, en cada especie: húmeros, ulnas, radios, carpometacarpos, coracoides, fémures, tibiotarsos y tarsometatarsos. Las medidas fueron las siguientes:

Húmero, ulna, radio, carpometacarpo, fémur y tibiotarso: longitud total (L), ancho proximal (Ap) y ancho distal (Ad).

Coracoides: longitud total (LT), longitud de la faceta esternal (LFE), longitud de la cabeza (LC), longitud de la faceta glenoidea (LFG) y distancia entre la cabeza y la faceta glenoidea (DC-FG).

Tarsometatarso: longitud total (L), ancho proximal (Ap), largo del hipotarso (LH) y ancho distal (Ad).

5.4 Operacionalización de las variables

Las medidas se realizaron de la forma como se muestra en la figura 1.

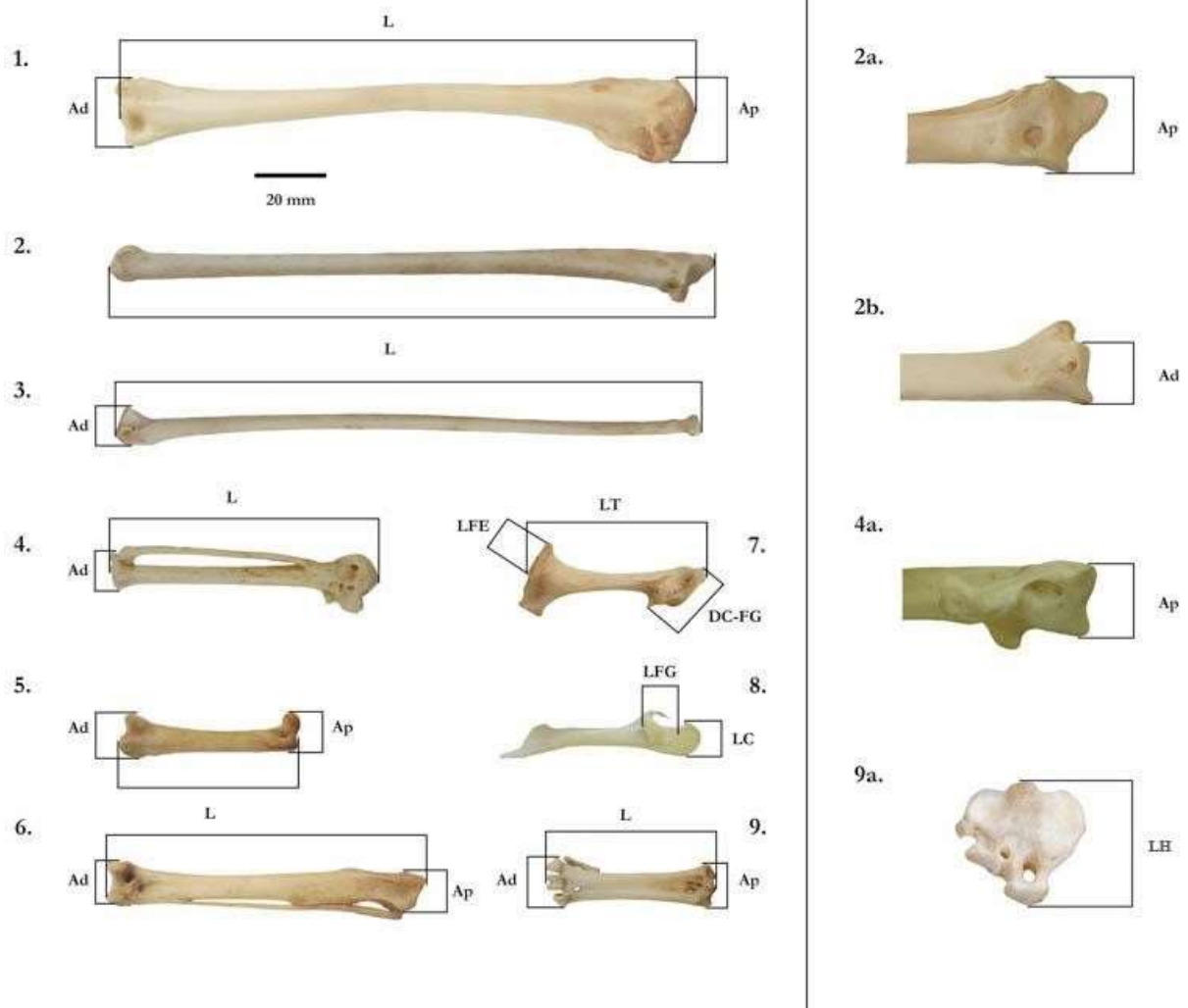


Figura 1. Medidas tomadas a los huesos. 1: húmero, vista caudal o anconal. 2: ulna, vista ventral (2a: detalle de la región proximal, vista palmar. 2b: detalle de la región distal, vista lateral). 3: radio, vista ventral. 4: carpometacarpo, vista externa (4a: detalle de la región proximal, vista anterior). 5: fémur, vista anterior. 6: tibiotarso, vista anterior. 7: coracoides, vista anterior. 8: coracoides, vista dorsal. 9: tarsometatarso, vista anterior (9a: detalle de la región proximal, vista proximal). Elaborado por M. Stucchi.

5.5 Muestreo

El material osteológico fue colectado por los investigadores Judith Figueroa, Marcelo Stucchi y Jean Mattos durante los años 1998 y 2010, y proviene de las siguientes islas: Lobos de Tierra (Piura-Lambayeque), Lobos de Afuera (Lambayeque), Guañape y Macabí (La Libertad), de las puntas: San Juan de Marcona (Ica), Lomas (Arequipa) y Coles (Moquegua), y de playa Yanyarina (Arequipa). Actualmente, este material pertenece a la colección de referencia del Departamento

de Paleontología de Vertebrados del Museo de Historia Natural "Javier Prado", de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (DPV-MUSM). El material estudiado será el siguiente:

| Hueso / especie | <i>S. neboxii</i> | <i>S. variegata</i> |
|-----------------|-------------------|---------------------|
| Húmero | 34 | 33 |
| Ulna | 26 | 16 |
| Radio | 20 | 16 |
| Carpometacarpo | 24 | 22 |
| Coracoides | 11 | 25 |
| Fémur | 12 | 15 |
| Tibiotarso | 15 | 16 |
| Tarsometatarso | 9 | 17 |

Tabla 1. Cantidades de los huesos post-craneales de *Sula variegata* y *Sula neboxii*.

5.6 Preparación del material de estudio

Cada elemento óseo ha sido previamente preparado, pues sirvió de base a Marcelo Stucchi en su investigación sobre esta familia.

5.7 Procedimiento y análisis de estudios

5.7.1 Procedimiento

Se siguieron los siguientes pasos:

1. En todos los casos se calcularon índices de la relación entre las longitudes totales y las demás medidas de cada hueso, con el fin de establecer sus proporciones.
2. Se calcularon índices de relación entre las longitudes totales de cada hueso, con el fin de establecer las proporciones entre ellos.
3. Se aplicaron dos coeficientes estadísticos de correlación: Pearson (intraespecífico) y t-student (interespecífico), para determinar el grado de diferencia entre elementos.
4. Se compararon las medidas máximas y mínimas obtenidas con las esperadas según la fórmula sugerida por Warheit (1992) con el método del 95% de confianza. Esta fórmula predice las medidas máximas y mínimas esperadas para cualquier dimensión de un hueso, al sumarle o restarle al promedio, su desviación estándar, multiplicada por la constante 1.96:

$$\text{promedio de la medida} + 1.96 (\text{Des. Est. de la medida}) = \text{medida máxima esperada}$$

$$\text{promedio de la medida} - 1.96 (\text{Des. Est. de la medida}) = \text{medida mínima esperada}$$

Warheit (1992:351) planteó que "para ser considerado parte de la misma especie, cada espécimen debe estar dentro del rango del 95% de cada uno de los otros especímenes considerados parte de esa especie y no estar dentro del rango del 95% de un espécimen considerado parte de la otra especie. Los especímenes que caen dentro del rango del 95% de dos grupos de especímenes considerados especies diferentes no se identificarían por especies". Sin embargo, hay que hacer una diferencia de conceptos. Warheit utilizó esta metodología para determinar especies paleontológicas (o morfológicas), y en este estudio se ha trabajado con dos especies biológicas, conocidas. Por ello, se ha considerado innecesario la reducción del 95%.

5.8 Aspectos éticos

Se pidió autorización al coordinador del Departamento de Paleontología de Vertebrados del Museo de Historia Natural de la Universidad Mayor de San Marcos, el Blgo. Rodolfo Salas Gismondi, para realizar el estudio del material osteológico, por otro lado, también se solicitó la autorización del Blgo Marcelo Stucchi para el estudio de las colectas realizadas por él y sus colegas.

6. RESULTADOS

Los resultados que se exponen a continuación se han dividido por cada elemento óseo, y en cada caso, en la descripción morfológica y morfométrica. Morfológicamente, no se encontró ninguna diferencia significativa entre ambas especies, confirmando lo explicado por Stucchi (2003). Sin embargo, a continuación, se hace una descripción morfológica básica de cada hueso usando algunas medidas para las proporciones. Morfométricamente, en líneas generales se encontró que *S. nebouxii* presentó dimensiones mayores a *S. variegata* en las longitudes de los huesos más largos, como son el húmero, la ulna el radio y el tibiotarso. En los huesos más cortos, las diferencias fueron menores. En todos los casos, en las medidas de anchos, las diferencias fueron muy reducidas. En todos los casos hubo un gran número de ejemplares con medidas superpuestas en ambas especies. La Tabla 2 muestra el resumen de las medidas, promedios y rangos de máximo y mínimo. La Tabla 3 muestra las proporciones entre huesos. En el Anexo 1 se ve el detalle de las medidas de cada espécimen. En el Anexo 2 se ven las gráficas de comparación entre las medidas de los huesos de las dos especies. Los nombres de las estructuras óseas descritas según Stucchi (2011) y Howard (1980).

Húmero

Morfología

Tanto el húmero de *S. nebouxii* como el de *S. variegata* mostraron las siguientes características:

1. Diáfisis delgada, lisa y larga, siete veces el ancho proximal. Desde la epífisis distal, la diáfisis se desarrolla en forma recta, perpendicular al eje que se forma con su base, hasta el punto medio, en donde se curva medialmente no más de 20°.
2. Región proximal amplia, alrededor de 1.3 veces más ancha que la distal. Fosa neumática poco desarrollada, superficie bicipital amplia, lisa y redondeada. Tuberosidad externa pequeña, aunque notoria, surco bicipital poco profundo, cresta deltoidea corta. Surco ligamental poco profundo.
3. Región distal angosta, con fosa olecranial amplia, cóndilo interno redondeado y cóndilo externo alargado, en forma de cuña. Fosa para el músculo braquial amplia y rugosa.

Morfometría

1. Longitud: hubo una superposición de medidas de casi un tercio del total (34%, 23 individuos, 6 *S. nebouxii* y 17 *S. variegata*). 28 individuos de *S. nebouxii* estuvieron por encima de la medida máxima de *S. variegata*, y 16 individuos de esta última, por debajo de la mínima de *S. nebouxii*.
2. Ancho proximal: hubo una superposición de medidas del 83% (55 individuos, 27 *S. nebouxii* y 28 *S. variegata*). 6 individuos de *S. nebouxii* estuvieron por encima de la medida máxima de

S. variegata, y 7 individuos de esta última, por debajo de la mínima de *S. nebouxii*.

3. Ancho distal: hubo una superposición de medidas del 46% (31 individuos, 14 *S. nebouxii* y 17 *S. variegata*). 20 individuos de *S. nebouxii* estuvieron por encima de la medida máxima de *S. variegata*, y 15 individuos de esta última, por debajo de la mínima de *S. nebouxii*.

4. Solo cinco individuos de *S. nebouxii* tuvieron sus tres medidas incluidas dentro del rango dimensional (máximo-mínimo) de *S. variegata*. Todos los especímenes de *S. variegata* tuvieron al menos una medida fuera del rango de *S. nebouxii*.

5. Al comparar estos resultados con la fórmula planteada por Warheit (1992), se vio que sus aproximaciones no coincidieron totalmente. Así, en *S. nebouxii*, la mínima de la longitud esperada con la fórmula es 167.5 mm, pero el dato real es 161.5 mm. Y la medida mínima del ancho distal esperado es 18.4 mm, pero el dato real es 18.1 mm. Por su parte, en *S. variegata*, la medida de la longitud máxima esperada es 174.8 mm, y el dato real fue 175 mm; el ancho proximal máximo esperado es 25.3 mm y el dato real fue 25.6 mm; el ancho distal máximo esperado es 19.6 mm, y el dato real fue 19.8 mm.

Solo hubo una coincidencia, en la mínima del ancho proximal de *S. variegata*, donde tanto el obtenido como el esperado fue 21.3 mm. En el resto de las medidas, las sugeridas por Warheit (1992) estuvieron por encima (en la máxima) o debajo (en la mínima) de las obtenidas.

Índices

1. Longitud/ancho proximal: En este índice se ve que el promedio de *S. nebouxii* (7.33) es mayor que el de *S. variegata* (6.96), y los rangos se mantienen superiores para la primera especie.

2. Longitud/ancho distal: En este índice se ve que el promedio de *S. nebouxii* (9.24) es mayor que el de *S. variegata* (8.83), y los rangos mantienen superiores para la primera especie.

3. Ancho proximal/ancho distal: este índice es igual en ambas especies.

4. Pearson: en todos los casos existe una correlación positiva. Pero hay una pequeña diferencia entre ambas especies. En *S. nebouxii* la relación entre la longitud y los anchos es la misma (0.66) y entre los anchos es mayor (0.82). En cambio, en *S. variegata*, la relación entre la longitud y el ancho proximal, y entre anchos es similar (0.75) y entre longitud y ancho distal es menor (0.54).

5. T.student: en todos los casos el valor tan bajo indica que las diferencias son mínimas.

6. Los coeficientes de variación, en todos los casos son muy bajos, lo que muestra consistencia en los rangos de medidas.

Ulna

Morfología

Tanto la ulna de *S. nebouxii* como el de *S. variegata* mostraron las siguientes características:

1. Diáfisis delgada, lisa, recta y larga, entre 13 y 14 veces el ancho proximal. El área de impresión del músculo braquial ocupa una cuarta parte del largo total y presenta su superficie

rugosa.

2. Región proximal irregular, con cotilas profundas y olecranon pronunciado.
3. Región distal con cóndilo externo redondeado, cóndilo interno corto y ancho en su base.

Morfometría

1. Longitud: hubo una superposición de medidas de casi un tercio del total (32.5%, 13 individuos, 5 *S. nebouxii* y 8 *S. variegata*). 19 individuos de *S. nebouxii* estuvieron por encima de la medida máxima de *S. variegata*, y 8 individuos de esta última, por debajo de la mínima de *S. nebouxii*.
 2. Ancho proximal: hubo una superposición de medidas del 93.8% (40 individuos, 25 *S. nebouxii* y 15 *S. variegata*). Solo 1 individuo de *S. nebouxii* estuvo por encima de la medida máxima de *S. variegata*, así como solo 1 individuo de esta última, por debajo de la mínima de *S. nebouxii*.
 3. Ancho distal: hubo una superposición de medidas del 93.3% (38 individuos, 24 *S. nebouxii* y 14 *S. variegata*). Solo 1 individuo de *S. nebouxii* estuvo por encima de la medida máxima de *S. variegata*, así como solo 1 individuo de esta última, por debajo de la mínima de *S. nebouxii*.
 4. La mitad de los especímenes de *S. variegata* tuvo al menos una medida fuera del rango de *S. nebouxii*. Y tres cuartas partes del total (77%) de este lo tuvo con respecto a *S. variegata*.
 5. Al comparar estos resultados con la fórmula planteada por Warheit (1992), nuevamente se vio que sus aproximaciones no coincidieron totalmente. Así en *S. nebouxii*, la longitud mínima esperada con la fórmula es de 173.4 mm, y el dato real fue 172 mm. En el ancho proximal se esperó una medida mínima de 12.3 mm, pero el dato real fue 12.1 mm. Por su parte en *S. variegata*, la medida máxima del ancho distal se esperaba en 9.2 mm, pero fue 9.3 mm.
- En el resto de medidas, las sugeridas por Warheit (1992) estuvieron por encima (en la máxima) o debajo (en la mínima) de las obtenidas.

Índices

1. Longitud/ancho proximal: En este índice se ve que el promedio de *S. nebouxii* (14.31) es mayor que el de *S. variegata* (13.13), y los rangos se mantienen superiores para la primera especie.
2. Longitud/ancho distal: En este índice se ve que el promedio de *S. nebouxii* (21.96) es mayor que el de *S. variegata* (19.68), y los rangos mantienen superiores para la primera especie.
3. Ancho proximal/ancho distal: este índice es igual en ambas especies.
4. Pearson: en todos los casos existe una correlación positiva. Pero hay una pequeña diferencia entre ambas especies. En *S. nebouxii* la relación entre la longitud y los anchos es casi la misma (0.76/0.77) y entre los anchos es mayor (0.89), tal como ocurre en el húmero. En cambio, en *S. variegata*, los tres valores son diferentes, siendo la que mayor relación presenta la relación entre la longitud y el ancho proximal (0.87).

5. T.student: en todos los casos el valor tan bajo indica que las diferencias son mínimas.
6. Los coeficientes de variación, en todos los casos son muy bajos, lo que muestra consistencia en los rangos de medidas.

Radio

Morfología

Tanto el radio de *S. neboxii* como el de *S. variegata* mostraron las siguientes características:

1. Diáfisis muy delgada, lisa, recta y larga, entre 16 y 17 veces el ancho proximal.
2. Región proximal (cabeza) pequeña, de forma circular. Tubérculo bicipital poco pronunciado.
3. Región distal con prominencia ligamental amplia.

Morfometría

1. Longitud: hubo una superposición de medidas del 30% (11 individuos, 3 *S. neboxii* y 8 *S. variegata*). 17 individuos de *S. neboxii* estuvieron por encima de la medida máxima de *S. variegata*, y 8 individuos de esta última, por debajo de la mínima de *S. neboxii*.
2. Ancho distal: hubo una superposición de medidas del 83% (30 individuos, 14 *S. neboxii* y 16 *S. variegata*). 4 individuos de *S. neboxii* estuvieron por encima de la medida máxima de *S. variegata*, y, a su vez 2 de esta misma especie estuvieron por debajo de la mínima de *S. variegata*. En este caso, las medidas de *S. variegata* estuvieron totalmente incluidas en las de *S. neboxii*.
3. La mitad de los especímenes de *S. variegata* tuvo al menos una medida fuera del rango de *S. neboxii*. Y el 95% de este lo tuvo con respecto a *S. variegata*.
4. Al comparar estos resultados con la fórmula planteada por Warheit (1992), nuevamente se vio que sus aproximaciones no coincidieron totalmente. Así en *S. neboxii*, la longitud mínima esperada con la fórmula es de 170.2 mm, y el dato real fue 167 mm. En el ancho distal se esperó una medida máxima de 10 mm, pero el dato real fue 9.8 mm. En el resto de las medidas, las sugeridas por Warheit (1992) estuvieron por encima (en la máxima) o debajo (en la mínima) de las obtenidas.

Índices

1. Longitud/ancho distal: En este índice se ve que el promedio de *S. neboxii* (16.96) es mayor que el de *S. variegata* (15.69), y los rangos se mantienen superiores para la primera especie.
2. Pearson: en todos los casos existe una correlación positiva. En *S. neboxii* la relación es ligeramente mayor que en *S. variegata* (0.8/0.75).
3. T.student: en todos los casos el valor tan bajo indica que las diferencias son mínimas.
4. Los coeficientes de variación, en todos los casos son muy bajos, lo que muestra consistencia en los rangos de medidas.

Carpometacarpo

Morfología

Tanto el carpometacarpo de *S. nebouxii* como el de *S. variegata* mostraron las siguientes características:

1. Metacarpo II grueso, liso y recto, con surco tendinal muy marcado.
2. Metacarpo II delgado, inclinado, en dirección proximal, con el espacio intermetacarpal más amplio distalmente, aunque con sínfisis metacarpal distal pequeña.
3. Región proximal con proceso pisiforme pronunciado, tróclea carpal redondeada, con surco intertroclear no muy profundo.
4. Proceso del metacarpo I largo, con borde externo redondeado. Faceta polical pequeña.

Morfometría

1. Longitud: hubo una superposición de medidas del 61% (28 individuos, 11 *S. nebouxii* y 17 *S. variegata*). 13 individuos de *S. nebouxii* estuvieron por encima de la medida máxima de *S. variegata*, y 5 individuos de esta última, por debajo de la mínima de *S. nebouxii*.
2. Ancho proximal: también hubo una superposición de medidas del 61% (28 individuos, 15 *S. nebouxii* y 13 *S. variegata*). 9 individuos de *S. nebouxii* estuvieron por encima de la medida máxima de *S. variegata*, así como otros 9 individuos de esta última, por debajo de la mínima de *S. nebouxii*.
3. Ancho distal: hubo una superposición de medidas del 87% (39 individuos, 18 *S. nebouxii* y 21 *S. variegata*). 2 individuos de *S. nebouxii* estuvieron por encima de la medida máxima de *S. variegata*, y, a su vez 4 de esta misma especie estuvieron por debajo de la mínima de *S. variegata*. En este caso, las medidas de *S. variegata* estuvieron totalmente incluidas en las de *S. nebouxii*.
4. La mitad de los especímenes de *S. variegata* tuvo al menos una medida fuera del rango de *S. nebouxii*. Y el 71% de este lo tuvo con respecto a *S. variegata*.
5. Al comparar estos resultados con la fórmula planteada por Warheit (1992), nuevamente se vio que sus aproximaciones no coincidieron totalmente. Así en *S. nebouxii*, la longitud mínima esperada con la fórmula es de 71.6 mm, y el dato real fue 70.9 mm. En el ancho distal, la máxima esperada es de 11.4 mm, y el dato real fue 11.5 mm; y la mínima esperada es de 8.3 mm, y el dato real fue de 8.1 mm. Por su parte en *S. variegata*, la medida mínima del ancho proximal se esperaba en 6.4 mm, pero fue 6.2 mm. Y hubo dos coincidencias, en las medidas máximas de la longitud y el ancho proximal. En el resto de medidas, las sugeridas por Warheit (1992) estuvieron por encima (en la máxima) o debajo (en la mínima) de las obtenidas.

Índices

1. Longitud/ancho proximal: En este índice el promedio es mayor en *S. variegata* (10.22) que en *S. nebouxii* (10.12). Si bien sigue el patrón opuesto, la diferencia es mínima por lo que podría

considerarse igual en ambas especies.

2. Longitud/ancho distal: En este índice se ve que el promedio de *S. nebouxii* (8.07) es mayor que el de *S. variegata* (7.31), y los rangos se mantienen superiores para la primera especie.
3. Ancho proximal/ancho distal: En este índice se ve que el promedio de *S. nebouxii* (0.8) es mayor que el de *S. variegata* (0.72), y los rangos se mantienen superiores para la primera especie.
4. Pearson: en todos los casos existe una correlación positiva. Pero hay una pequeña diferencia entre ambas especies. En *S. nebouxii* la relación entre la longitud y el ancho proximal es la que presenta la mayor correlación (0.81). Longitud y ancho distal muestran una relación media (0.44) y ambos anchos la más baja (0.26). En cambio, en *S. variegata*, la relación entre las tres medidas es más uniforme: longitud y el ancho proximal (0.75), longitud y ancho distal (0.85) y entre anchos es similar (0.68).
5. T.student: en todos los casos el valor tan bajo indica que las diferencias son mínimas.
6. Los coeficientes de variación, en todos los casos son muy bajos, lo que muestra consistencia en los rangos de medidas.

Coracoides

Morfología

Tanto el coracoides de *S. nebouxii* como el de *S. variegata* mostraron las siguientes características:

1. Cuerpo grueso, liso y recto.
2. Región proximal con labrum externo coracoidal o facetal esternal larga.
3. Proceso lateral coracoidal o esterno coracoidal amplio.
4. Región distal con proceso acrocoracideo (cabeza) redondeado. Proceso procoracoides alargado, en forma de espina.

Morfometría

1. Longitud total: hubo una superposición de medidas del 94% (34 individuos, 9 *S. nebouxii* y 25 *S. variegata*). Solo 1 individuo de *S. nebouxii* estuvo por encima de la medida máxima de *S. variegata*, y también 1 individuo de esta misma especie, por debajo de la mínima de *S. variegata*. En este caso, las medidas de *S. variegata* estuvieron totalmente incluidas en las de *S. nebouxii*.
2. Longitud de la faceta esternal: también hubo una superposición de medidas del 86% (31 individuos, 8 *S. nebouxii* y 23 *S. variegata*). 3 individuos de *S. nebouxii* estuvieron por encima de la medida máxima de *S. variegata*, y 2 individuos de esta última, por debajo de la mínima de *S. nebouxii*.
3. Longitud de la cabeza: hubo una superposición de medidas del 92% (33 individuos, 11 *S.*

nebouxii y 22 *S. variegata*). 3 individuos de *S. variegata* estuvieron por encima de la medida máxima de *S. nebouxii*. En este caso, *S. variegata* tuvo medidas mayores a *S. nebouxii*.

4. Longitud de la faceta glenoidea: también hubo una superposición de medidas del 92% (33 individuos, 11 *S. nebouxii* y 22 *S. variegata*). 1 individuo de *S. variegata* estuvo por encima de la medida máxima de *S. nebouxii*, y 2 individuos de esta misma, por debajo de la mínima de *S. nebouxii*. En este caso, las medidas de *S. nebouxii* estuvieron totalmente incluidas en las de *S. variegata*.

5. Distancia de la cabeza a la faceta glenoidea: hubo una superposición de medidas del 94% (34 individuos, 9 *S. nebouxii* y 25 *S. variegata*). Solo 1 individuo de *S. nebouxii* estuvo por encima de la medida máxima de *S. variegata*, y también 1 individuo de esta misma especie, por debajo de la mínima de *S. variegata*. En este caso, las medidas de *S. variegata* estuvieron totalmente incluidas en las de *S. nebouxii*.

6. La mitad de los especímenes de *S. variegata* tuvo al menos una medida fuera del rango de *S. nebouxii*. Y el 71% de este lo tuvo con respecto a *S. variegata*.

7. Al comparar estos resultados con la fórmula planteada por Warheit (1992), nuevamente se vio que sus aproximaciones no coincidieron totalmente. Así en *S. nebouxii*, la longitud mínima de la faceta esternal esperada con la fórmula es de 11.1 mm, y el dato real fue 10.8 mm. Por su parte en *S. variegata*, la medida máxima de la longitud de la cabeza se esperaba en 13 mm, pero fue 13.4 mm. Y la máxima de la faceta glenoidea se esperaba en 13.2 mm y fue 13.3 mm. La medida mínima de longitud de las facetas esternal y glenoidea se esperaban en 10.4 mm y fueron 10.3 mm. En el resto de medidas, las sugeridas por Warheit (1992) estuvieron por encima (en la máxima) o debajo (en la mínima) de las obtenidas.

Índices

1. Pearson: en todos los casos existe una correlación positiva, salvo la longitud de la faceta esternal-longitud de la cabeza en *S. nebouxii*, que es negativa. En esta especie los resultados son dispersos, yendo desde 0.26 (longitud total-longitud faceta esternal) hasta 0.93 (longitud total-distancia cabeza y faceta glenoidea). En *S. variegata* todas las relaciones son positivas y están más agrupadas, entre 0.61 (faceta glenoidea-distancia cabeza y faceta glenoidea) a 0.81 (faceta esternal-faceta glenoidea).

2. T.student: Si bien todos los valores son bajos, son los más altos en comparación con otros huesos, variando entre 0.01 y 0.59.

3. Los coeficientes de variación, en todos los casos son muy bajos, lo que muestra consistencia en los rangos de medidas.

Fémur

Morfología

Tanto el fémur de *S. nebouxii* como el de *S. variegata* mostraron las siguientes características:

1. Diáfisis gruesa, liso, recta y corta, cuatro veces mayor que el ancho proximal.
2. Región proximal con trocanter pequeño y cabeza redondeada poco diferenciada del cuello.
3. Región distal con área popliteal poco excavada, cóndilo externo de borde redondeado y cóndilo externo y fubular separados por un surco profundo.

Morfometría

1. Longitud: hubo una superposición de medidas de 96% (25 individuos, 11 *S. nebouxii* y 14 *S. variegata*). Solo 1 individuo de *S. variegata* estuvo por encima de la medida máxima de *S. nebouxii*, y 1 individuo de esta última, por debajo de la mínima de *S. variegata*. Aquí también se invierte la tendencia general.
2. Ancho proximal: hubo una superposición de medidas del 88.9% (24 individuos, 10 *S. nebouxii* y 14 *S. variegata*). 2 individuos de *S. nebouxii* estuvieron por encima de la medida máxima de *S. variegata*, así como solo 1 individuo de esta última, por debajo de la mínima de *S. nebouxii*.
3. Ancho distal: hubo una superposición de medidas del 74% (20 individuos, 9 *S. nebouxii* y 11 *S. variegata*). 3 individuos de *S. nebouxii* estuvieron por encima de la medida máxima de *S. variegata*, así como 4 individuos de esta última, por debajo de la mínima de *S. nebouxii*.
4. Al comparar estos resultados con la fórmula planteada por Warheit (1992), nuevamente se vio que sus aproximaciones no coincidieron totalmente. Así en *S. nebouxii*, la longitud mínima esperada con la fórmula es de 50.3 mm, y el dato real fue 49.6 mm. Hubo una coincidencia en la medida mínima del ancho proximal de *S. variegata*, que fue 11.4 mm tanto en el esperado como el real. En el resto de medidas, las sugeridas por Warheit (1992) estuvieron por encima (en la máxima) o debajo (en la mínima) de las obtenidas.

Índices

1. Longitud/ancho proximal: En este índice el promedio es mayor en *S. variegata* (4.32) que en *S. nebouxii* (4.22).
2. Longitud/ancho distal: En este índice el promedio es mayor en *S. variegata* (4.19) que en *S. nebouxii* (4.09).
3. Ancho proximal/ancho distal: En este índice el promedio es mayor en *S. variegata* (0.98) que en *S. nebouxii* (0.97). Si bien en estos tres índices la diferencia es mínima, dado que el patrón es opuesto en todos los casos, es necesario resaltarlo.
4. Pearson: en todos los casos existe una correlación positiva. En ambos casos los resultados están agrupados, en *S. nebouxii* entre 0.69 (longitud y ancho distal) y 0.89 (longitud y ancho proximal). En *S. variegata* el valor mayor es en la relación entre ambos anchos (0.62) y el menor entre la longitud y el ancho proximal (0.51). Los valores de *S. nebouxii* son mayores que en *S. variegata*.
5. T.student: Los valores son bajos, pero mayores que en los huesos del ala, comparables con el

coracoides.

6. Los coeficientes de variación, en todos los casos son muy bajos, lo que muestra consistencia en los rangos de medidas.

Tibiotarso

Morfología

Tanto el tibiotarso de *S. nebouxii* como el de *S. variegata* mostraron las siguientes características:

1. Diáfisis lisa, recta y larga, nueve veces mayor que el ancho distal y con cresta fibular corta.
2. Región proximal con crestas cnemiales no muy pronunciadas.
3. Región distal con cóndilos pronunciados separados por un área intercondilar amplia. Puente supratendinal ancho.
4. Fíbula muy delgada, en forma de espina.

Morfometría

1. Longitud: hubo una superposición de medidas del 86% (25 individuos, 11 *S. nebouxii* y 14 *S. variegata*). 3 individuos de *S. nebouxii* estuvieron por encima de la medida máxima de *S. variegata*, y 1 individuo de esta misma, por debajo de la mínima de *S. variegata*. En este caso, las medidas de *S. variegata* estuvieron totalmente incluidas en las de *S. nebouxii*.
2. Ancho proximal: hubo una superposición de medidas del 91.7% (22 individuos, 13 *S. nebouxii* y 9 *S. variegata*). Solo 1 individuo de *S. variegata* estuvo por encima de la medida máxima de *S. nebouxii*, así como solo 1 individuo de esta última, por debajo de la mínima de *S. variegata*. Aquí también se invierte la tendencia general.
3. Ancho distal: hubo una superposición de medidas del 90% (28 individuos, 15 *S. nebouxii* y 13 *S. variegata*). Solo 1 individuo de *S. variegata* estuvo por encima de la medida máxima de *S. nebouxii*, y, a su vez 2 de esta misma especie estuvieron por debajo de la mínima de *S. nebouxii*. En este caso, las medidas de *S. nebouxii* estuvieron totalmente incluidas en las de *S. variegata*.
4. Al comparar estos resultados con la fórmula planteada por Warheit (1992), nuevamente se vio que sus aproximaciones no coincidieron totalmente. Así en *S. nebouxii*, la longitud mínima esperada con la fórmula es de 81.3 mm, y el dato real fue 79.9 mm. En el ancho proximal se esperó una medida máxima de 10.4 mm, pero el dato real fue 10.6 mm. Por su parte, en *S. variegata* según la fórmula se esperaba que la medida máxima del ancho proximal sea 10.4 mm, pero el dato real fue 10.8 mm. Hubo una coincidencia entre el dato esperado y real de la medida máxima de la longitud, que fue de 90.9 mm. En el resto de medidas, las sugeridas por Warheit (1992) estuvieron por encima (en la máxima) o debajo (en la mínima) de las obtenidas.

Índices

1. Longitud/ancho proximal: En este índice se ve que el promedio de *S. nebouxii* (14.31) es mayor que el de *S. variegata* (13.13), y los rangos se mantienen superiores para la primera especie.
2. Longitud/ancho distal: En este índice se ve que el promedio de *S. nebouxii* (21.96) es mayor que el de *S. variegata* (19.68), y los rangos mantienen superiores para la primera especie.
3. Ancho proximal/ancho distal: este índice es igual en ambas especies.
4. Pearson: En *S. nebouxii* se puede ver que en dos casos la correlación es negativa: entre ambos anchos (-0.23) y entre la longitud y el ancho proximal (-0.19). La otra es positiva (0.56). En *S. variegata* las tres son positivas y van de 0.6 (entre ambos anchos) y 0.73 (longitud y ancho distal).
5. T.student: igual que en el caso anterior, si bien los números son bajos, son bastante mayores que los huesos de las alas.
6. Los coeficientes de variación, en todos los casos son muy bajos, lo que muestra consistencia en los rangos de medidas.

Tarsometatarso

Morfología

Tanto el tarsometatarso de *S. nebouxii* como el de *S. variegata* mostraron las siguientes características:

1. Cuerpo liso, recto y corto, con surco anterior metatarsal poco profundo en su parte central pero más hondo proximalmente, con tres forámenes vasculares proximales.
2. Región proximal con hipotarso corto.
3. Región distal con forámen distal alargado, ubicado sobre las trócleas 3 y 4. Trócleas bien diferenciadas, siendo la más grande la 2 y la menor la 4, que está ligeramente curvada externamente. Tróclea para el dígito 1 separada del cuerpo.

Morfometría

1. Longitud: hubo una superposición de medidas del 33% (8 individuos, 1 *S. nebouxii* y 7 *S. variegata*). 8 individuos de *S. nebouxii* estuvieron por encima de la medida máxima de *S. variegata*, y otros 8 individuos de *S. variegata*, por debajo de la mínima de *S. nebouxii*.
2. Ancho proximal: hubo una superposición de medidas del 81% (21 individuos, 5 *S. nebouxii* y 16 *S. variegata*). 4 individuos de *S. nebouxii* estuvieron por encima de la medida máxima de *S. variegata*, así como solo 1 individuo de esta última, por debajo de la mínima de *S. nebouxii*.
3. Largo del hipotarso: hubo una superposición de medidas del 92.3% (24 individuos, 9 *S. nebouxii* y 15 *S. variegata*). Solo 1 individuo de *S. nebouxii* estuvo por encima de la medida máxima de *S. variegata*, así como solo 1 individuo de esta última, por debajo de la mínima de *S.*

nebouxii.

4. Ancho distal: hubo una superposición de medidas del 92% (23 individuos, 8 *S. nebouxii* y 15 *S. variegata*). Solo 1 individuo de *S. nebouxii* estuvo por encima de la medida máxima de *S. variegata*, así como solo 1 individuo de esta última, por debajo de la mínima de *S. nebouxii*.

5. La mitad de los especímenes de *S. variegata* se diferenció de *S. nebouxii* en al menos una medida. El 44% de los especímenes de *S. nebouxii* se diferenció de *S. variegata* en la medida del ancho proximal.

6. Al comparar estos resultados con la fórmula planteada por Warheit (1992), nuevamente se vio que sus aproximaciones no coincidieron totalmente. Así en *S. nebouxii*, la longitud mínima esperada con la fórmula es de 49.9 mm, y el dato real fue 49.8 mm. Por su parte, en *S. variegata* según la fórmula se esperaba que la medida mínima del ancho proximal sea 10.4 mm, pero el dato real fue 10 mm. Hubo una coincidencia entre el dato esperado y real de la medida mínima del largo del hipotarso, que fue de 10 mm. En el resto de medidas, las sugeridas por Warheit (1992) estuvieron por encima (en la máxima) o debajo (en la mínima) de las obtenidas.

Índices

1. Longitud/ancho proximal: En este índice se ve que el promedio de *S. nebouxii* (4.24) es mayor que el de *S. variegata* (4.0), y los rangos se mantienen superiores para la primera especie.

2. Longitud/largo del hipotarso: En este índice se ve que el promedio de *S. nebouxii* (4.9) es mayor que el de *S. variegata* (4.47), y los rangos se mantienen superiores para la primera especie.

3. Longitud/ancho distal: En este índice se ve que el promedio de *S. nebouxii* (3.68) es mayor que el de *S. variegata* (3.38), y los rangos mantienen superiores para la primera especie.

4. Ancho proximal/largo del hipotarso: En este índice se ve que el promedio de *S. nebouxii* (1.16) es mayor que el de *S. variegata* (1.13), y los rangos mantienen superiores para la primera especie, aunque la diferencia es mínima.

5. Ancho proximal/ancho distal: En este índice se ve que el promedio de *S. nebouxii* (0.87) es mayor que el de *S. variegata* (0.85), y los rangos mantienen superiores para la primera especie, aunque la diferencia es mínima.

6. Largo del hipotarso/ancho distal: En este índice se ve que el promedio de *S. nebouxii* (0.76) es mayor que el de *S. variegata* (0.75), y los rangos mantienen superiores para la primera especie, aunque la diferencia es mínima.

7. Pearson: en todos los casos existe una correlación positiva. En *S. nebouxii* los valores están todos sobre 0.5, llegando en un caso a casi una correlación perfecta, con 0.94 (ancho proximal-longitud del hipotarso). En *S. variegata*, ocurre algo similar, pero los valores son menos extremos, estando más agrupados, entre 0.72 y 0.88.

8. T.student: en el caso de las longitudes el valor es mínimo. En los otros tres, si bien son bajos,

son comparables a los de los otros huesos de las patas y el coracoides, muy superiores a los de las alas.

9. Los coeficientes de variación, en todos los casos son muy bajos, lo que muestra consistencia en los rangos de medidas.

Tabla 2. Medidas de los huesos post-craneales de *Sula variegata* y *Sula nebouxii*. La medida es: promedio +/- desviación estándar (máxima - mínima) (n).

| Huesos / especies | <i>Sula nebouxii</i> | <i>Sula variegata</i> |
|--------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Húmero | | |
| Longitud | 182.35 +/-7.6 (195.5-161.5) (34) | 161.97 +/- 6.54 (175-151) (33) |
| Ancho proximal | 24.92 +/-0.9 (26.3-22.5) (33) | 23.27 +/-1 (25.6-21.3) (33) |
| Ancho distal | 19.74 +/- 0,7 (20.7-18.1) (34) | 18.3 +/- 0.7 (19.8-17.2) (32) |
| Ulna | | |
| Longitud | 193.06 +/- 10.02 (210.5-172) (24) | 171.08 +/-8.39 (186.3-158.5) (16) |
| Ancho proximal | 13.53 +/- 0.62 (14.5-12.1) (26) | 13.04 +/- 0.74 (14.3-11.9) (16) |
| Ancho distal | 8.81 +/- 0.41 (9.4-8.2) (25) | 8.64 +/- 0.3 (9.3-8) (15) |
| Radio | | |
| Longitud | 186.74 +/- 8.45 (199-167) (20) | 165.11 +/- 8.61 (179-152) (16) |
| Ancho distal | 11.02 +/- 0.54 (11.6-9.8) (20) | 10.53 +/- 0.49 (11.5-9.9) (16) |
| Carpometacarpo | | |
| Longitud | 79.17 +/- 3.84 (85.8-70.9) (24) | 73.09 +/- 2.81 (78.6-69.4) (22) |
| Ancho proximal | 7.83 +/- 0.43 (8.5-7.2) (24) | 7.16 +/- 0.4 (8-6.2) (22) |
| Ancho distal | 9.86 +/- 0.8 (11.5-8.1) (24) | 10.0 +/- 0.51 (11.2-9.3) (21) |
| Coracoides | | |
| Longitud total | 52.8 +/- 2.77 (55.5-47.7) (11) | 52.06 +/- 2.36 (55,3-48,2) (25) |
| Longitud de la faceta esternal | 13.49 +/- 1.2 (15.6-10.8) (11) | 12.28 +/- 0.89 (14-10.3) (25) |
| Longitud de la cabeza | 11.71 +/- 0.45 (12.5-11.1) (11) | 11.85 +/- 0.6 (13.4-11.1) (25) |

| | | |
|--|---------------------------------|---------------------------------|
| Longitud de la faceta glenoidea | 11.96 +/- 0.93 (13-10.5) (11) | 11.79 +/- 0.67 (13.3-10.3) (25) |
| Distancia de la cabeza a la faceta glenoidea | 22.15 +/- 1.5 (24-19.4) (11) | 21.65 +/- 1.14 (23.6-19.9) (23) |
| Fémur | | |
| Longitud | 54.34 +/- 1.97 (56.7-49.6) (12) | 53.43 +/- 1.94 (56.8-49.7) (15) |
| Ancho proximal | 12.96 +/- 0.66 (13.8-11.7) (12) | 12.48 +/- 0.5 (13.4-11.5) (15) |
| Ancho distal | 13.43 +/- 0.75 (14.7-12.3) (12) | 12.89 +/- 0.73 (13.8-11.4) (15) |
| Tibiotarso | | |
| Longitud | 88.04 +/- 3.44 (93.4-79.9) (15) | 85.16 +/- 2.96 (90.9-81.1) (14) |
| Ancho proximal | 9.49 +/- 0.46 (10.6-8.5) (14) | 9.19 +/- 0.64 (10.8-8.8) (10) |
| Ancho distal | 12.11 +/- 0.61 (13-11) (15) | 11.82 +/- 0.8 (13.1-10.7) (16) |
| Tarsometatarso | | |
| Longitud | 54.27 +/- 2.22 (57.6-49.8) (9) | 48.95 +/- 2.15 (52.8-45.6) (15) |
| Ancho proximal | 12.89 +/- 1.31 (14.2-11.3) (9) | 12.33 +/- 0.85 (13.9-10) (17) |
| Largo del hipotarso | 11.09 +/- 0.56 (11.8-10.3) (9) | 10.92 +/- 0.46 (11,7-10) (17) |
| Ancho distal | 14.78 +/- 0.95 (16-13.2) (9) | 14.48 +/- 0.52 (15.6-13) (16) |

Proporciones entre los huesos

Como se aprecia en la Tabla 3, las proporciones entre los huesos son muy similares, salvo en los casos en donde se comparan los huesos largos del ala: húmero, ulna y radio, con los demás huesos. Esto se debe a que estos huesos son los que presentan mayor diferencia entre ambas especies, siendo en *S. nebouxii* significativamente más grandes. Sin embargo, las proporciones entre ellos: húmero/ulna, húmero/radio y ulna/radio, en las dos especies, son las mismas.

Lo mismo sucede cuando se comparan los huesos más pequeños entre sí, coracoides, fémur y tibiotarso mantienen las mismas proporciones entre ellos, sin embargo, el tarsometatarso de *S. variegata* si es ligeramente menor en proporción que el de *S. nebouxii*.

Tabla 3. Proporciones entre las longitudes de los huesos de ambas especies.

| Medidas / especies | <i>Sula nebouxii</i> | <i>Sula variegata</i> |
|--------------------|----------------------|-----------------------|
|--------------------|----------------------|-----------------------|

| | | |
|---------------------------------|-------------|-------------|
| húmero / ulna | 0.94 | 0.95 |
| húmero / radio | 0.98 | 0.98 |
| húmero / carpometacarpo | 2.3 | 2.22 |
| húmero / coracoides | 3.45 | 3.11 |
| húmero / fémur | 3.36 | 3.03 |
| húmero / tibiotarso | 2.07 | 1.9 |
| húmero / tarsometatarso | 3.36 | 3.31 |
| ulna / radio | 1.03 | 1.04 |
| ulna / carpometacarpo | 2.44 | 2.34 |
| ulna / coracoides | 3.66 | 3.29 |
| ulna / fémur | 3.55 | 3.2 |
| ulna / tibiotarso | 2.19 | 2.01 |
| ulna / tarsometatarso | 3.56 | 3.49 |
| radio / carpometacarpo | 2.36 | 2.26 |
| radio / coracoides | 3.54 | 3.17 |
| radio / fémur | 3.44 | 3.09 |
| radio / tibiotarso | 2.12 | 1.94 |
| radio / tarsometatarso | 3.44 | 3.37 |
| carpometacarpo / coracoides | 1.5 | 1.4 |
| carpometacarpo / fémur | 1.46 | 1.37 |
| carpometacarpo / tibiotarso | 0.9 | 0.86 |
| carpometacarpo / tarsometatarso | 1.46 | 1.49 |
| coracoides / fémur | 0.97 | 0.97 |
| coracoides / tibiotarso | 0.6 | 0.61 |
| coracoides / tarsometatarso | 0.97 | 1.06 |
| fémur / tibiotarso | 0.62 | 0.63 |

| | | |
|-----------------------------|------|------|
| fémur /tarsometatarso | 1.00 | 1.09 |
| tibiotarso / tarsometatarso | 1.62 | 1.74 |

7. DISCUSIÓN

La importancia de este estudio radica en la posibilidad de tener herramientas sencillas que permitan a los investigadores poder determinar la especie de súlido que encuentren en campo. Estos restos pueden ser hallados en las playas ante una mortandad normal o provocada por eventos como El Niño. Asimismo, también se pueden encontrar restos de súlidos en sitios arqueológicos o yacimientos fosilíferos, en donde la identificación de la especie también es de suma importancia para poder reconstruir el paleo-ambiente.

7.1 Medidas e índices

Los resultados del presente estudio muestran que no existen diferencias morfológicas significativas entre *Sula nebouxii* y *S. variegata* a nivel de los huesos post-craneales analizados, tal como lo expresó Stucchi (2003); pero sí existen algunas diferencias morfométricas, que, en su conjunto, pueden servir para diferenciar ambas especies si se tiene que identificar huesos aislados o esqueletos parciales o completos.

7.1.1 Huesos del ala

S. nebouxii presenta sus huesos del ala más largos que *S. variegata*. Hubo una baja superposición de medidas en la longitud, algo superior al 30% en el húmero, ulna y radio. En el carpometacarpo esta superposición de medidas del largo fue el doble, alrededor del 60%. En cuanto a los anchos, proximal y distal, la superposición de medidas fue alta, superando en todos los casos el 60% y llegando hasta más del 90%. Solo en el ancho distal del húmero se observó una superposición media, del 46%. Y en el ancho distal del radio y el carpometacarpo, las medidas de *S. variegata* estuvieron totalmente incluidas en las de *S. nebouxii*.

En cuanto a los índices, la relación entre longitudes y anchos de cada elemento óseo mostró que los huesos húmero, ulna y radio de *S. nebouxii* no solo son más largos que los de *S. variegata*, sino que lo son también de forma proporcional con sus anchos. Esto se confirma con Pearson para cada caso. Por su parte t-student mostró que las diferencias entre elementos correspondientes de ambas especies presentan diferencias mínimas, siempre menores a 1 y en algunos casos fracciones de varios decimales.

7.1.2 Cintura escapular

El coracoides presenta características propias en comparación a los huesos del ala y la pata. En

el caso de la longitud total y distancia de la cabeza a la faceta glenoidea, las medidas de *S. variegata* estuvieron totalmente incluidas en las de *S. nebouxii*. El caso opuesto ocurrió en la longitud de la faceta glenoidea, donde las medidas de *S. nebouxii* estuvieron totalmente incluidas en las de *S. variegata*. En la longitud de la faceta esternal, *S. nebouxii* tuvo medidas mayores que *S. variegata*. Y en la longitud de la cabeza, fue *S. variegata* quien tuvo medidas mayores que *S. nebouxii*.

En cuanto a los índices, Pearson mostró que todas las correlaciones son positivas, salvo la longitud de la faceta esternal-longitud de la cabeza en *S. nebouxii*, que es negativa. Por su parte, t-student mostró también valores bastante bajos.

7.1.3 Huesos de la pata

Los huesos de la pata: fémur, tibiotarso y tarsometatarso siguen el mismo patrón de los huesos del ala, donde *S. nebouxii* tiende a ser mayor, pero, en este caso, las diferencias son muy pequeñas. En el caso de la longitud del fémur y el ancho proximal y distal del tibiotarso, la tendencia se invierte, siendo mayor *S. variegata*.

En cuanto a los índices, en todos los casos Pearson mostró correlación positiva, y t-student mostró diferencias mínimas entre ambas especies.

7.2 Medidas e índices útiles para diferenciar ambas especies

Como se ha dicho desde los resultados, la diferencia entre ambas especies es mínima, sin embargo, si se colectan esqueletos completos o al menos parciales, el conjunto de medidas e índices calculados en este estudio pueden dar sustento sólido para poder clasificar el material en estudio en alguna de las dos especies. Para el caso de elementos aislados, esto resulta más difícil, pero hay ciertas medidas que permitirán identificar los huesos encontrados entre alguna de estas dos especies, estas son las longitudes del húmero, ulna, radio y tarsometatarso, y el ancho distal del húmero, donde el porcentaje de superposición es menor.

7.3 Fórmula de Warheit (1992)

Warheit (1992) desarrolló un estudio morfométrico de todas las especies de Sulidae, y si bien su objetivo fue distinto al de la presente tesis, algunos de sus resultados pueden ser usados aquí. El determinó que la medida del ancho distal del húmero tenía una desviación estándar constante en todas las especies de la familia (0.7), y por ello utilizó este dato para hacer dos análisis:

7.3.1 Intervalos de confianza del 95%. Se calculó por medio de la fórmula estándar:

Medida \pm 1.96 (Desviación estándar de la medida) = medida máxima/mínima esperada,

los rangos máximos y mínimos esperados para una medida en particular, y así poder clasificar un grupo de especímenes fósiles aun sin nominación.

En la presente tesis esta fórmula se aplicó para todas las medidas realizadas y se obtuvo resultados bastante cercanos a lo observado en los especímenes estudiados, con la consideración explicada en la Metodología de la no aplicación del 95%.

Así, una serie de medidas estuvo fuera del rango obtenido con la fórmula, sin embargo, en todos los casos las diferencias fueron muy pequeñas. Si aún se considerara el valor del 95% de confianza, los valores obtenidos estarían dentro de lo esperado para cada especie (ver Tabla 4).

7.3.2. Asimismo, Warheit (1992) realizó una regresión lineal con todas las medidas que tomó, de todas las especies, y sobre la base del ancho distal del húmero, y calculó valores para "a" y "b", para poder predecir cualquier medida que se requiera, mediante la fórmula $Y=a + bx$, donde "Y" es la medida que se busca, "x" es la medida del ancho distal del húmero, y "a" y "b" son constantes que él obtuvo y colocó en una tabla (Warheit 1992:356). Con estos análisis determinó la cercanía entre las especies de Sulidae, dentro de la cual se aprecia una gran similitud entre *S. nebouxii* y *S. variegata*. Estas dos especies solo se diferenciaron en cuatro medidas, que no fueron calculadas en este estudio (la primera por tratarse del cráneo, la segunda y tercera por ser huesos postcraneales que no se analizaron. La cuarta simplemente no se tomó):

- (1) longitud del cráneo, medido desde la punta del premaxilar a la prominencia cerebelar dorsal al foramen magnum.
- (2) Ancho máximo del extremo coracoideo de la escápula, medido desde el borde dorsal del acromion al borde ventral de la facie articular humeral.
- (3) Ancho del esternón, medido lateralmente a través del tercer procedimiento. costalis (desde craneal a caudal).
- (4) Profundidad del extremo proximal del tibiotarso, medido desde un punto en la superficie craneal de la cresta cnemial lateral a lo largo de la cresta cnemial craneal hasta el borde caudal de la facies articular medial.

Tabla 4. Porcentaje de exceso o defecto en las medidas calculadas con la fórmula sugerida por Warheit (1992)

| hueso / especie | <i>S. nebouxii</i> | <i>S. variegata</i> |
|------------------------|--|--|
| húmero | longitud mínima (96.7%) ancho distal mínimo (98.4%) | longitud máxima (99.9%) ancho proximal máximo (98.8%) |
| ulna | longitud mínima (99.1%) ancho proximal mínimo (98.4%) | ancho distal máximo (98.9%) |
| radio | longitud mínima (98.1%) ancho distal máximo (98%) | |

| | | |
|----------------|--|--|
| carpometacarpo | longitud mínima (99%) ancho distal máximo y mínimo (99% / 97.6%) | ancho proximal máximo (96.9%) |
| coracoides | longitud mínima de la faceta esternal (97.3%) | longitud máxima de la cabeza (97%) máxima de la faceta glenoidea (99.2%) mínimas de la faceta esternal y glenoidea (99% en ambos casos) |
| fémur | longitud mínima (98.6%) | |
| tibiotarso | longitud mínima (98.3%) ancho proximal máximo (98.1%) | ancho proximal máximo (96.3%) |
| tarsometatarso | longitud mínima (99.8%) | ancho proximal mínimo (96.2%) |

8. CONCLUSIONES

1. La morfometría ósea, así como la morfología, es muy limitada para poder distinguir entre *S. nebouxii* y *S. variegata*. Solo unos pocos elementos óseos y medidas pueden permitir dicho fin. Se determina entonces que, la variación intra-específica en muchos casos, es mayor a la inter-específica.
2. Existe una tendencia en *S. nebouxii* a presentar medidas mayores que en *S. variegata* en sus huesos post-craneales. Esta se presenta en mayor proporción en los huesos del ala (húmero, ulna, radio y carpometacarpo), siendo los de la pata (tibiotarso, fémur y tarsometatarso), bastante más cercanos, por otro lado, las medidas en el coracoides son casi totalmente coincidentes, siendo estas descartadas al momento de hacer una diferenciación.
3. Se determina que los mejores elementos óseos para diferenciar morfométricamente *S. nebouxii* y *S. variegata* son los componentes del ala: húmero, ulna, radio y carpometacarpo. Los menos efectivos son los de la pata: fémur, tibiotarso y tarsometatarso. El coracoides no ofrece casi ninguna diferenciación inter-específica.
4. Se encontró que las mejores medidas para diferenciar ambas especies son las de longitudes totales, donde hay un rango bastante diferenciado.
5. Los índices calculados para *S. nebouxii* y *S. variegata* muestran proporciones similares entre sus huesos.
6. Las medidas obtenidas coincidieron mayormente con la fórmula utilizada. Las que no coincidieron se dieron mayormente en aquellas muestras iguales o mayores a 20 individuos. sin embargo, en todos los casos las diferencias fueron mínimas, lo que sugiere que la fórmula es confiable.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ❖ Acosta-Hospitaleche, C., Altamirano-Sierra, A. y Stucchi, M. (2011). Variaciones morfológicas del tarsometatarso de los pingüinos (Aves Sphenisciformes) de la secuencia estratigráfica de la Formación Pisco (Mioceno-Plioceno), Perú. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 28: 290-300.
- ❖ Altamirano-Sierra, A. (2013). Primer registro de pelícano (Aves: Pelecanidae) para el Mioceno Tardío de la Formación Pisco, Perú. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 10: 12-16.
- ❖ Ayala, L. (2006). Apparent hybridization between Blue-footed *Sula nebouxii* and Peruvian *S. variegata* boobies on Lobos de Tierra Island, Peru. *Marine Ornithology*, 34: 81–82.
- ❖ Benson, R.D. y Erickson, B.R. (2013). A new genus and species of booby (Sulidae: Aves) from the Pliocene of South Carolina, with a new corollary to the nature of sister taxa. Monograph volume 7: Paleontology. The Science Museum of Minnesota, USA.
- ❖ Boddaert, P. (1783). Table des planches enluminées d'histoire naturelle de M. D'Aubenton : avec les denominations de M.M. de Buffon, Brisson, Edwards, Linnaeus et Latham, précédé d'une notice des principaux ouvrages zoologiques enluminés.
- ❖ Brodkorb, P. (1955). The avifauna of Bone Valley Formation. *Florida Geological Survey, Report of Investigations*, 14: 1–57.
- ❖ Chandler, R.M. (1990). Fossil birds of the San Diego Formation, Late Pliocene, Blencoe, San Diego County, California. Part II. In: Recent Advances in the Study of Neogene Fossil Birds. *Ornithological Monographs*, 4: 75–161.
- ❖ Clarke, J., Ksepka, D., Stucchi, M., Urbina, M., Giannini, N., Bertelli, S., Narváez, Y., y Boyd, C. (2007). Paleogene equatorial penguins challenge the proposed relationship between biogeography, diversity, and Cenozoic climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104: 109-11.

- ❖ Clarke, J., Ksepka, D., Salas Gismondi, R., Altamirano, A., Shawkey, M., D'Alba, L., Vinther, J., DeVries, T. y Baby, P. (2010). Fossil Evidence for Evolution of the Shape and Color of Penguin Feathers. *Science*, 24: 954-957.

- ❖ Figueroa, J. (2004). First record of breeding by the Nazca booby *Sula granti* on Lobos de Afuera islands, Peru. *Marine Ornithology*, 30: 117-119.

- ❖ Figueroa, J. y Stucchi, M. (2008). Possible hybridization between the Peruvian booby *Sula variegata* and the Blue-footed booby *Sula nebouxii* in Lobos de Afuera Islands, Peru. *Marine Ornithology*, 36: 75-76.

- ❖ Figueroa, J., Llica, M., Barraza, D., Melgarejo-Layza, I., Gutiérrez, C., Timaná, L., Tomairo, M., Cepeda, C., Romero, C., Valdivia, L. y Palacios, K. (2017). Piquero pardo (*Sula leucogaster*) en el Perú: nuevos registros, ocurrencia histórica y estado actual. *Biotempo (Lima)*, 14: 131-157.

- ❖ Friesen, V.L. y Anderson, D.L. (1997). Phylogeny and evolution of the Sulidae (Aves: Pelecaniformes): a test of alternative modes of speciation. *Molecular Phylogeny and Evolution*, 7: 252-260.

- ❖ Howard, H. (1958). Miocene sulids of Southern California. *Contributions in Science, Los Angeles County Museum*, 25.

- ❖ Howard, H. (1980). Illustrations of avian osteology taken from "The avifauna of Emerville Shellmound". *Contributions in Science. Natural Museum of Los Angeles County*, 330: 27-37.

- ❖ Lesson, R.P. (1831). *Traité d'ornithologie, ou, Tableau méthodique des ordres, sous-ordres, familles, tribus, genres, sous-genres et races d'oiseaux : ouvrage entièrement neuf, formant le catalogue le plus complet des espèces réunies dans les collections publiques de la France.*

- ❖ Myvart, G. (1879). On the axial skeleton of the Pelecanidae. *Transactions of the Zoological Society of London*, 10: 315-378.

- ❖ Plenge, M. (2011). Bibliografía de las aves del Perú. Recuperado de <https://sites.google.com/site/boletinunop/compendio>

- ❖ Pycraft, W.P. (1898). *Contributions to the Osteology of Birds. Part I. Steganopodes.*

Proceedings of the Zoological Society of London, 1898: 82-101.

- ❖ Schulenberg, T.S., Stotz, D.F., Lane, J.P., O'Neill, T. y Parker, III, T.A. (2010). Aves del Perú. Lima, Perú. Serie Biodiversidad Corbidi 01.
- ❖ Steeves, T.E., Holdaway, R.N., Hale, M.L., McLay, E., McAllan, I.A.W., Christian, M., Hauber, M.E. y Bunce, M. (2009). Merging ancient and modern DNA: extinct seabird taxon rediscovered in the North Tasman Sea. *Biology Letters*. doi:10.1098/rsbl.2009.0478
- ❖ Stucchi, M. (2002). Una nueva especie de *Spheniscus* de la formación Pisco, Perú. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 94:17-24.
- ❖ Stucchi, M. (2003). Los piqueros (Aves: Sulidae) de la Formación Pisco, Perú. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 95: 75-91.
- ❖ Stucchi, M. (2007). Los pingüinos fósiles de la formación Pisco (Neógeno), Perú. En E. Díaz-Martínez e Rábano I. (Ed.), *4th European Meeting on the Palaeontology and Stratigraphy of Latin America. Cuadernos del Museo Geominero* 8: 367 - 373. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, España.
- ❖ Stucchi, M. (2010). Alcances sobre la metodología de estudio en paleontología de vertebrados. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 104: 33-40.
- ❖ Stucchi, M. (2011). *Atlas osteológico del Piquero Peruano Sula variegata*. Lima, Perú. Asociación para la Investigación y Conservación de la Biodiversidad.
- ❖ Stucchi, M. (2013). El cráneo del piquero peruano *Sula variegata* (Aves, Sulidae). *Biologist (Lima)*, 4: 15-25.
- ❖ Stucchi, M. y DeVries, T. (2003). El registro más antiguo de Sulidae (Aves) en el Perú. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 96: 25-98.
- ❖ Stucchi, M. y Mattos, J. (2011). Caracteres osteológicos clave del Potoyunco *Pelecanoides garnotii* (Aves: Pelecanoididae). *The Biologist (Lima)*, 9 :53-65.
- ❖ Stucchi, M. y Urbina, M. (2004). *Ramphastosula* (Aves, Sulidae): a new genus from the early Pliocene of the Pisco Formation, Peru. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 24: 974-978.

- ❖ Stucchi, M., Urbina, M. y Giraldo, A. (2003). Una nueva especie de Spheniscidae del Mioceno tardío de la formación Pisco. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 32(2): 361-375.
- ❖ Stucchi, M., Varas-Malca, R. y Urbina-Schmitt, M. (2016). New Miocene sulids (Aves: Sulidae) from Peru and considerations on their Neogene fossil record in the Eastern Pacific Ocean. *Acta Paleontologica Polonica*, 61(2): 417–427.
- ❖ Taylor, S., Zavalaga, C.B. y Friesen, V.L. (2010). Hybridization Between Blue-footed (*Sula nebouxii*) and Peruvian (*Sula variegata*) Boobies in Northern Peru. *Waterbirds*, 33: 251-257.
- ❖ Tschudi, J.J. (1844). *Untersuchungen über die Fauna Peruana*. St. Gallen.
- ❖ Urbina, M. y Stucchi, M. (2005). Los cormoranes (Aves: Phalacrocoracidae) de la formación Pisco, Perú. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 99:41-49.
- ❖ van Tets, G., C. Meredith, C. Fullagar, P. y Davidson, P. (1988). Osteological differences between *Sula* and *Morus*, and a description of an extinct new species of *Sula* from Lord Howe and Norfolk Islands. Tasman Sea. *Notornis*, 35:35–57.
- ❖ Warheit, K. (1992). The role of morphometrics and cladistics in the taxonomy of fossil: a paleornithological example. *Systematics Biology*, 41(3): 345-369.

10. ANEXOS

TABLAS DE MEDIDAS DE CADA HUESO

Tabla 5. Medidas de Húmero

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|----|----------------------|----------------|----------------|--------------|---------|---------|-------|--------------|----------|----------------|--------------|---------|---------|-------|
| 1 | S. acromioclavicular | longitud | ancho proximal | ancho distal | long/ap | long/ad | ap/ad | S. variegata | longitud | ancho proximal | ancho distal | long/ap | long/ad | ap/ad |
| 2 | 1 | 186.5 | 25.7 | 20.1 | 7.3 | 9.3 | 1.3 | 1 | 168 | 24 | 18.4 | 7 | 9.1 | 1.3 |
| 3 | 2 | 188.5 | 24.5 | 19.6 | 7.7 | 9.6 | 1.2 | 2 | 166 | 24.4 | 19.2 | 6.8 | 8.6 | 1.3 |
| 4 | 3 | 175 | x | 18.8 | x | 9.3 | x | 3 | 157 | 21.8 | 17.5 | 7.2 | 9.0 | 1.2 |
| 5 | 4 | 185.5 | 24.6 | 19.5 | 7.5 | 9.5 | 1.3 | 4 | 170 | 23.5 | 18.5 | 7.2 | 9.2 | 1.3 |
| 6 | 5 | 165 | 23.5 | 18.6 | 7.0 | 8.9 | 1.3 | 5 | 151.5 | 21.3 | 17.2 | 7.1 | 8.8 | 1.2 |
| 7 | 6 | 183 | 25.6 | 20.3 | 7.2 | 9.0 | 1.3 | 6 | 167.5 | 24 | 18.8 | 7.0 | 8.9 | 1.3 |
| 8 | 7 | 185.5 | 25.1 | 20.2 | 7.4 | 9.2 | 1.2 | 7 | 156.5 | 23.1 | 18.1 | 6.8 | 8.6 | 1.3 |
| 9 | 8 | 174 | 22.5 | 18.1 | 7.7 | 9.6 | 1.2 | 8 | 164 | 23.8 | 19.1 | 6.9 | 8.6 | 1.2 |
| 10 | 9 | 181 | 24.5 | 18.8 | 7.4 | 9.6 | 1.3 | 9 | 166.5 | 23.5 | 18.4 | 7.1 | 9.0 | 1.3 |
| 11 | 10 | 176 | 25.2 | 19.9 | 7.0 | 8.8 | 1.3 | 10 | 163 | 23.6 | 18.2 | 6.9 | 9.0 | 1.3 |
| 12 | 11 | 178.5 | 24.7 | 19.4 | 7.2 | 9.2 | 1.3 | 11 | 162.5 | 22.7 | 18.1 | 7.2 | 9.0 | 1.3 |
| 13 | 12 | 192 | 25.4 | 20.3 | 7.6 | 9.5 | 1.3 | 12 | 158 | 22.6 | 18 | 7.0 | 8.8 | 1.3 |
| 14 | 13 | 195.5 | 24.7 | 19.8 | 7.9 | 9.9 | 1.2 | 13 | 156.5 | 22.5 | 17.9 | 7.0 | 8.7 | 1.3 |
| 15 | 14 | 188 | 24.7 | 20.3 | 7.6 | 9.3 | 1.2 | 14 | 171.5 | 24.8 | 19.8 | 6.9 | 8.7 | 1.3 |
| 16 | 15 | 185 | 26.3 | 20 | 7.0 | 9.3 | 1.3 | 15 | 161 | 22.5 | 17.7 | 7.2 | 9.1 | 1.3 |
| 17 | 16 | 178.5 | 24.1 | 19.6 | 7.4 | 9.1 | 1.2 | 16 | 169 | 24.5 | 19.2 | 6.9 | 8.8 | 1.3 |
| 18 | 17 | 179.5 | 24.9 | 19.9 | 7.2 | 9.0 | 1.3 | 17 | 153.5 | 22.9 | 17.8 | 6.7 | 8.6 | 1.3 |
| 19 | 18 | 190 | 25.4 | 20 | 7.5 | 9.5 | 1.3 | 18 | 167 | 25.6 | 19.7 | 6.5 | 8.5 | 1.3 |
| 20 | 19 | 188 | 25.9 | 20.7 | 7.2 | 9.1 | 1.3 | 19 | 151 | 21.7 | 17.3 | 7.0 | 8.7 | 1.3 |
| 21 | 20 | 186 | 25.5 | 20.1 | 7.3 | 9.2 | 1.3 | 20 | 159 | 24.8 | 18.9 | 6.4 | 8.4 | 1.3 |
| 22 | 21 | 189 | 25.1 | 19.7 | 7.5 | 9.6 | 1.3 | 21 | 156.5 | 22.7 | 18.3 | 6.9 | 8.6 | 1.2 |
| 23 | 22 | 188 | 25.7 | 20.6 | 7.3 | 9.1 | 1.2 | 22 | 160 | 23 | 18.1 | 7.0 | 8.8 | 1.3 |
| 24 | 23 | 190 | 25.8 | 20.6 | 7.4 | 9.2 | 1.3 | 23 | 170.5 | 23.3 | 18.4 | 7.3 | 9.3 | 1.3 |
| 25 | 24 | 189 | 25.5 | 20.1 | 7.4 | 9.4 | 1.3 | 24 | 167 | 23.5 | 18.5 | 7.1 | 9.0 | 1.3 |
| 26 | 25 | 187.5 | 25.7 | 20.1 | 7.3 | 9.3 | 1.3 | 25 | 158 | 21.9 | 17.8 | 7.2 | 8.9 | 1.2 |
| 27 | 26 | 173 | 25.5 | 18.8 | 6.8 | 9.2 | 1.4 | 26 | 158 | 23 | 17.2 | 6.9 | 9.2 | 1.3 |
| 28 | 27 | 184 | 25.5 | 19.9 | 7.2 | 9.2 | 1.3 | 27 | 163 | 23.7 | 19 | 6.9 | 8.6 | 1.2 |
| 29 | 28 | 183 | 25.4 | 20.7 | 7.2 | 8.9 | 1.2 | 28 | 153 | 22.6 | 19.1 | 6.8 | 8.0 | 1.2 |
| 30 | 29 | 161.5 | 23.1 | 18.5 | 7.0 | 8.7 | 1.2 | 29 | 171.5 | 24.7 | 17.5 | 6.9 | 9.8 | 1.4 |
| 31 | 30 | 179.5 | 25.4 | 20.1 | 7.1 | 8.9 | 1.3 | 30 | 157.5 | 22.7 | 17.8 | 6.9 | 8.8 | 1.3 |
| 32 | 31 | 181.5 | 24.8 | 20 | 7.3 | 9.1 | 1.2 | 31 | 163.5 | 22.6 | 18.2 | 7.2 | 9.0 | 1.2 |
| 33 | 32 | 169 | 23 | 18.5 | 7.4 | 9.1 | 1.2 | 32 | 152.5 | 22.4 | 18 | 6.8 | 8.5 | 1.2 |
| 34 | 33 | 181.5 | 24.1 | 19.5 | 7.5 | 9.3 | 1.2 | 33 | 175 | 24.3 | x | 7.2 | x | x |
| 35 | 34 | 182.5 | 25.1 | 20.1 | 7.3 | 9.1 | 1.2 | | | | | | | |
| 36 | máxima | 195.5 | 26.3 | 20.7 | 7.9 | 9.9 | 1.4 | | 175.0 | 25.6 | 19.8 | 7.3 | 9.8 | 1.4 |
| 37 | mínima | 161.5 | 22.5 | 18.1 | 6.8 | 8.7 | 1.2 | | 151 | 21.3 | 17.2 | 6.4 | 8.0 | 1.2 |
| 38 | promedio | 182.35 | 24.92 | 19.74 | 7.33 | 9.24 | 1.26 | | 161.97 | 23.27 | 18.30 | 6.96 | 8.83 | 1.27 |
| 39 | desv.est | 7.60 | 0.89 | 0.69 | | | | | 6.54 | 1.01 | 0.69 | | | |
| 40 | c.v. | 0.042 | 0.036 | 0.035 | | | | | 0.040 | 0.043 | 0.038 | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | pearson intrap. | 0.66 | long-ap | | | | | | 0.75 | long-ap | | | | |
| 44 | | 0.66 | long-ad | | | | | | 0.54 | long-ad | | | | |
| 45 | | 0.82 | ap-ad | | | | | | 0.75 | ap-ad | | | | |
| 46 | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | Student, intersp | 1.1143280E-017 | long-long | | | | | | | | | | | |
| 48 | | 0.800000002 | ap-ap | | | | | | | | | | | |
| 49 | | 4.7829299E-012 | ad-ad | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 6. Medidas de Ulna

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|----|-------------------|---------------|----------------|--------------|---------|---------|-------|---------------------|----------|----------------|--------------|---------|---------|-------|
| 1 | <i>S. neboxii</i> | longitud | ancho proximal | ancho distal | long/ap | long/ad | ap/ad | <i>S. variegata</i> | longitud | ancho proximal | ancho distal | long/ap | long/ad | ap/ad |
| 2 | 1 | 194.5 | 13.1 | 8.4 | 14.8 | 23.2 | 1.6 | 1 | 186.3 | 14.2 | x | 13.1 | x | x |
| 3 | 2 | 189.3 | 13.1 | 8.2 | 14.5 | 23.1 | 1.6 | 2 | 168.7 | 12.5 | 8.6 | 13.5 | 19.6 | 1.5 |
| 4 | 3 | 190.3 | 12.1 | 8.2 | 15.7 | 23.2 | 1.5 | 3 | 168 | 13.7 | 8.6 | 12.3 | 19.5 | 1.6 |
| 5 | 4 | 193.7 | 13 | 8.6 | 14.9 | 22.5 | 1.5 | 4 | 173.5 | 13.2 | 8.7 | 13.1 | 19.9 | 1.5 |
| 6 | 5 | 199.7 | 14.2 | 9.1 | 14.1 | 21.9 | 1.6 | 5 | 173.5 | 13.5 | 8.8 | 12.9 | 19.7 | 1.5 |
| 7 | 6 | 210.5 | 14.1 | 9.3 | 14.9 | 22.6 | 1.5 | 6 | 158.5 | 12.2 | 8.4 | 13.0 | 18.9 | 1.5 |
| 8 | 7 | 178.5 | 12.5 | 8.3 | 14.3 | 21.5 | 1.5 | 7 | 174 | 13.5 | 8.7 | 12.9 | 20.0 | 1.6 |
| 9 | 8 | 177.5 | 12.6 | 8.3 | 14.1 | 21.4 | 1.5 | 8 | 167.5 | 12.2 | 8.9 | 13.7 | 18.8 | 1.4 |
| 10 | 9 | 178.5 | 13.1 | 8.6 | 13.6 | 20.8 | 1.5 | 9 | 166.5 | 12.8 | 8.7 | 13.0 | 19.1 | 1.5 |
| 11 | 10 | x | 13.5 | 9.1 | x | x | 1.5 | 10 | 178 | 13 | 8.8 | 13.7 | 20.2 | 1.5 |
| 12 | 11 | x | 14.2 | 9.4 | x | x | 1.5 | 11 | 185.3 | 14.3 | 9.3 | 13.0 | 19.9 | 1.5 |
| 13 | 12 | 204 | 14.1 | x | 14.5 | x | x | 12 | 179 | 13.7 | 8.6 | 13.1 | 20.8 | 1.6 |
| 14 | 13 | 197.5 | 13.6 | 8.5 | 14.5 | 23.2 | 1.6 | 13 | 161 | 12.4 | 8.2 | 13.0 | 19.6 | 1.5 |
| 15 | 14 | 195 | 14.1 | 8.8 | 13.8 | 22.2 | 1.6 | 14 | 161.5 | 12.3 | 8.6 | 13.1 | 18.8 | 1.4 |
| 16 | 15 | 201 | 13.8 | 9.1 | 14.6 | 22.1 | 1.5 | 15 | 174 | 13.2 | 8.7 | 13.2 | 20.0 | 1.5 |
| 17 | 16 | 193 | 14 | 9.2 | 13.8 | 21.0 | 1.5 | 16 | 162 | 11.9 | 8 | 13.6 | 20.3 | 1.5 |
| 18 | 17 | 189.5 | 13.5 | 8.9 | 14.0 | 21.3 | 1.5 | | | | | | | |
| 19 | 18 | 200 | 13.9 | 9.3 | 14.4 | 21.5 | 1.5 | | | | | | | |
| 20 | 19 | 197 | 13.5 | 8.8 | 14.6 | 22.4 | 1.5 | | | | | | | |
| 21 | 20 | 172 | 13.1 | 8.3 | 13.1 | 20.7 | 1.6 | | | | | | | |
| 22 | 21 | 196.5 | 13.6 | 9 | 14.4 | 21.8 | 1.5 | | | | | | | |
| 23 | 22 | 205 | 14.5 | 9.3 | 14.1 | 22.0 | 1.6 | | | | | | | |
| 24 | 23 | 193 | 13.7 | 9 | 14.1 | 21.4 | 1.5 | | | | | | | |
| 25 | 24 | 176.5 | 12.7 | 8.2 | 13.9 | 21.5 | 1.5 | | | | | | | |
| 26 | 25 | 202 | 14.2 | 9.3 | 14.2 | 21.7 | 1.5 | | | | | | | |
| 27 | 26 | 199 | 13.9 | 9.1 | 14.3 | 21.9 | 1.5 | | | | | | | |
| 28 | máxima | 210.5 | 14.5 | 9.4 | 15.7 | 23.2 | 1.6 | | 186.3 | 14.3 | 9.3 | 13.7 | 20.8 | 1.6 |
| 29 | mínima | 172 | 12.1 | 8.2 | 13.1 | 20.7 | 1.5 | | 158.5 | 11.9 | 8 | 12.3 | 18.8 | 1.4 |
| 30 | promedios | 193.06 | 13.53 | 8.81 | 14.31 | 21.96 | 1.53 | | 171.08 | 13.04 | 8.64 | 13.13 | 19.68 | 1.50 |
| 31 | dev.est. | 10.02 | 0.62 | 0.41 | | | | | 8.39 | 0.74 | 0.30 | | | |
| 32 | c.v. | 0.05 | 0.05 | 0.05 | | | | | 0.05 | 0.06 | 0.03 | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | pearson | 0.76 | long-ap | | | | | | 0.87 | long-ap | | | | |
| 35 | | 0.77 | long-ad | | | | | | 0.75 | long-ad | | | | |
| 36 | | 0.89 | ap-ad | | | | | | 0.66 | ap-ad | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | Lstudent | 7.388401E-009 | long-long | | | | | | | | | | | |
| 39 | | 0.0359995516 | ap-ap | | | | | | | | | | | |
| 40 | | 0.13647264 | ad-ad | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 7. Medidas de Radio

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|-------------------|-------------------------|---------------------|----------------|---------------------|-----------------|---------------------|----------------|
| 1 | S. neboxii | longitud | ancho distal | long/ad | S. variegata | longitud | ancho distal | long/ad |
| 2 | 1 | 187.5 | 10.6 | 17.7 | 1 | 179 | 11.5 | 15.6 |
| 3 | 2 | 182 | 10.5 | 17.3 | 2 | 163.5 | 9.9 | 16.5 |
| 4 | 3 | 183 | 10.4 | 17.6 | 3 | 164 | 10.4 | 15.8 |
| 5 | 4 | 187.7 | 11.2 | 16.8 | 4 | 167.7 | 10.7 | 15.7 |
| 6 | 5 | 191.5 | 11.6 | 16.5 | 5 | 168 | 10.7 | 15.7 |
| 7 | 6 | 194.5 | 11.6 | 16.8 | 6 | 152 | 10.1 | 15.0 |
| 8 | 7 | 170.5 | 9.8 | 17.4 | 7 | 170 | 11.2 | 15.2 |
| 9 | 8 | 191 | 11.6 | 16.5 | 8 | 162.5 | 10.7 | 15.2 |
| 10 | 9 | 192 | 11 | 17.5 | 9 | 161 | 10.8 | 14.9 |
| 11 | 10 | 192 | 11.1 | 17.3 | 10 | 173 | 10.2 | 17.0 |
| 12 | 11 | 188 | 11.3 | 16.6 | 11 | 178.5 | 11.2 | 15.9 |
| 13 | 12 | 184 | 11.2 | 16.4 | 12 | 173 | 10.5 | 16.5 |
| 14 | 13 | 194 | 11.6 | 16.7 | 13 | 153.5 | 9.9 | 15.5 |
| 15 | 14 | 190 | 11.1 | 17.1 | 14 | 157 | 10.2 | 15.4 |
| 16 | 15 | 167 | 10.7 | 15.6 | 15 | 167 | 10.5 | 15.9 |
| 17 | 16 | 199 | 11.5 | 17.3 | 16 | 152 | 9.9 | 15.4 |
| 18 | 17 | 186 | 11 | 16.9 | | | | |
| 19 | 18 | 172 | 9.9 | 17.4 | | | | |
| 20 | 19 | 195 | 11.2 | 17.4 | | | | |
| 21 | 20 | 188 | 11.4 | 16.5 | | | | |
| 22 | máxima | 199 | 11.6 | 17.7 | | 179.0 | 11.5 | 17.0 |
| 23 | mínima | 167 | 9.8 | 15.6 | | 152.0 | 9.9 | 14.9 |
| 24 | promedios | 186.74 | 11.02 | 16.96 | | 165.11 | 10.53 | 15.69 |
| 25 | desv.est. | 8.45 | 0.54 | | | 8.61 | 0.49 | |
| 26 | c.v. | 0.05 | 0.05 | | | 0.05 | 0.05 | |
| 27 | | | | | | | | |
| 28 | pearson | 0.80 | long-ad | | | 0.75 | long-ad | |
| 29 | | | | | | | | |
| 30 | t.student | 1.328879320E-008 | long-long | | | | | |
| 31 | | 0.0075965944 | ad-ad | | | | | |
| 32 | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | |

Tabla 8. Medidas de Carpometa-carpos

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|----|------------|------------------|----------------|--------------|---------|---------|-------|--------------|----------|----------------|--------------|---------|---------|-------|
| 1 | S. rebouxi | longitud | ancho proximal | ancho distal | long/ap | long/ad | ap/ad | S. variegata | longitud | ancho proximal | ancho distal | long/ap | long/ad | ap/ad |
| 2 | 1 | 80.8 | 8.5 | 11.5 | 9.5 | 7.0 | 0.7 | 1 | 78.5 | 8 | 10.6 | 9.8 | 7.4 | 0.8 |
| 3 | 2 | 78.3 | 7.4 | 10.2 | 10.6 | 7.7 | 0.7 | 2 | 71.4 | 6.7 | 10 | 10.7 | 7.3 | 0.7 |
| 4 | 3 | 75.8 | 7.6 | 10 | 10.0 | 7.6 | 0.8 | 3 | 73 | 7 | 9.3 | 10.4 | 7.7 | 0.7 |
| 5 | 4 | 85.8 | 8.2 | 11.3 | 10.5 | 7.6 | 0.7 | 4 | 73.9 | 7.3 | 10.4 | 10.1 | 7.1 | 0.7 |
| 6 | 5 | 79 | 7.8 | 11 | 10.1 | 7.2 | 0.7 | 5 | 73.2 | 7 | 9.9 | 10.5 | 7.4 | 0.7 |
| 7 | 6 | 83.2 | 7.7 | 10.9 | 10.5 | 7.4 | 0.7 | 6 | 71 | 7.2 | 9.5 | 9.9 | 7.5 | 0.8 |
| 8 | 7 | 80.3 | 8.3 | 10.4 | 9.7 | 7.7 | 0.8 | 7 | 69.6 | 6.2 | 9.4 | 11.2 | 7.4 | 0.7 |
| 9 | 8 | 77.8 | 7.4 | 10.1 | 10.5 | 7.7 | 0.7 | 8 | 73.3 | 7 | 10.2 | 10.5 | 7.2 | 0.7 |
| 10 | 9 | 70.9 | 7.2 | 9.5 | 9.8 | 7.5 | 0.8 | 9 | 72.9 | 7.2 | x | 10.1 | x | x |
| 11 | 10 | 73 | 7.2 | 9.9 | 10.1 | 7.4 | 0.7 | 10 | 74.5 | 7.7 | 10.2 | 9.7 | 7.3 | 0.8 |
| 12 | 11 | 79.5 | 7.6 | 10.2 | 10.5 | 7.8 | 0.7 | 11 | 74.2 | 7.4 | 9.8 | 10.0 | 7.6 | 0.8 |
| 13 | 12 | 78.1 | 7.5 | 10.1 | 10.4 | 7.7 | 0.7 | 12 | 74.1 | 7.4 | 10.1 | 10.0 | 7.3 | 0.7 |
| 14 | 13 | 82.7 | 8.4 | 9.7 | 9.8 | 8.5 | 0.9 | 13 | 71.8 | 6.9 | 9.5 | 10.4 | 7.6 | 0.7 |
| 15 | 14 | 74.4 | 7.2 | 8.9 | 10.3 | 8.4 | 0.8 | 14 | 69.4 | 6.6 | 9.3 | 10.5 | 7.5 | 0.7 |
| 16 | 15 | 83.4 | 8.2 | 9.5 | 10.2 | 8.8 | 0.9 | 15 | 78.1 | 7.8 | 11.2 | 10.0 | 7.0 | 0.7 |
| 17 | 16 | 83.7 | 7.9 | 10 | 10.6 | 8.4 | 0.8 | 16 | 69.6 | 6.7 | 9.4 | 10.4 | 7.4 | 0.7 |
| 18 | 17 | 78.4 | 7.7 | 9.4 | 10.2 | 8.3 | 0.8 | 17 | 73.7 | 7.2 | 10.2 | 10.2 | 7.2 | 0.7 |
| 19 | 18 | 78.6 | 8.1 | 8.9 | 9.7 | 8.8 | 0.9 | 18 | 69.4 | 7.2 | 9.7 | 9.6 | 7.2 | 0.7 |
| 20 | 19 | 82.8 | 8.3 | 9.8 | 10.0 | 8.4 | 0.8 | 19 | 73.2 | 7.3 | 10 | 10.0 | 7.3 | 0.7 |
| 21 | 20 | 82.7 | 8.3 | 9.4 | 10.0 | 8.8 | 0.9 | 20 | 78.6 | 7.2 | 11 | 10.9 | 7.1 | 0.7 |
| 22 | 21 | 81.5 | 8 | 9.8 | 10.2 | 8.3 | 0.8 | 21 | 74.9 | 7.4 | 10.1 | 10.1 | 7.4 | 0.7 |
| 23 | 22 | 73.2 | 7.5 | 8.1 | 9.8 | 9.0 | 0.9 | 22 | 69.6 | 7.1 | 10.1 | 9.8 | 6.9 | 0.7 |
| 24 | 23 | 82.6 | 8.5 | 9.4 | 9.7 | 8.8 | 0.9 | | | | | | | |
| 25 | 24 | 75.6 | 7.5 | 8.7 | 10.1 | 8.7 | 0.9 | | | | | | | |
| 26 | máxima | 85.8 | 8.5 | 11.5 | 10.6 | 9.0 | 0.9 | | 78.6 | 8 | 11.2 | 11.2 | 7.7 | 0.8 |
| 27 | mínima | 70.9 | 7.2 | 8.1 | 9.5 | 7.0 | 0.7 | | 69.4 | 6.2 | 9.3 | 9.6 | 6.9 | 0.7 |
| 28 | promedios | 79.17 | 7.83 | 9.86 | 10.12 | 8.07 | 0.80 | | 73.09 | 7.16 | 10.00 | 10.22 | 7.31 | 0.72 |
| 29 | dev.est. | 3.84 | 0.43 | 0.81 | | | | | 2.81 | 0.40 | 0.51 | | | |
| 30 | c.v. | 0.05 | 0.06 | 0.08 | | | | | 0.04 | 0.06 | 0.05 | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | pearson | 0.81 | long-ap | | | | | | 0.75 | long-ap | | | | |
| 33 | | 0.44 | long-ad | | | | | | 0.85 | long-ad | | | | |
| 34 | | 0.26 | ap-ad | | | | | | 0.68 | ap-ad | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | Lstudent | 2.305143192E-007 | long-long | | | | | | | | | | | |
| 37 | | 2.036619435E-006 | ap-ap | | | | | | | | | | | |
| 38 | | 0.479135844 | ad-ad | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 9. Medidas de Coracoides

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|----|-------------|----------------|--------------------------------|--------------|------------------------|-----------------------------|--------------|----------------|-----------------------------|--------------|------------------------|-----------------------------|
| 1 | S. rebeuxii | longitud total | long. faceta esternal | long. cabeza | long. faceta glenoides | distancia cabeza-fac. glen. | S. variegata | longitud total | long. faceta esternal | long. cabeza | long. faceta glenoides | distancia cabeza-fac. glen. |
| 2 | 1 | 53.5 | 14.3 | 11.5 | 11.4 | 23 | 1 | 55.2 | 14 | 13.2 | 13 | 23.3 |
| 3 | 2 | 51.3 | 10.8 | 11.9 | 11 | 30.2 | 2 | 53.6 | 12.7 | 11.6 | 12.4 | 22.6 |
| 4 | 3 | 53 | 15.6 | 11.5 | 12.4 | 22.9 | 3 | 50.8 | 13.4 | 11.8 | 12.1 | 21 |
| 5 | 4 | 47.7 | 13.3 | 11.1 | 10.6 | 19.9 | 4 | 49.6 | 11.3 | 12.1 | 11.2 | 20.5 |
| 6 | 5 | 55.5 | 13.2 | 11.8 | 13 | 23.1 | 5 | 51.7 | 12.1 | 11.2 | 12 | 20.1 |
| 7 | 6 | 47.9 | 13.2 | 11.2 | 10.5 | 19.4 | 6 | 48.6 | 11.3 | 11.5 | 11.3 | 20.5 |
| 8 | 7 | 55.3 | 13.6 | 12.5 | 12.2 | 24 | 7 | 52.2 | 11.7 | 11.6 | 11.6 | 20.6 |
| 9 | 8 | 53 | 13.5 | 11.4 | 12.5 | 22.5 | 8 | 55 | 13 | 12.5 | 13.3 | 22.6 |
| 10 | 9 | 55 | 13.2 | 12.2 | 12.7 | 23.3 | 9 | 54.8 | 12.7 | 12.3 | 12.6 | 23 |
| 11 | 10 | 55.1 | 14.7 | 12.2 | 13 | 22.7 | 10 | 50.3 | 12.6 | 11.9 | 11.9 | 21.3 |
| 12 | 11 | 53.5 | 13 | 11.5 | 12.3 | 22.6 | 11 | 49.9 | 13.4 | 12.2 | 11.8 | 21.4 |
| 13 | | | | | | | 12 | 53.6 | 12.4 | 12.6 | 11.4 | x |
| 14 | | | | | | | 13 | 50.7 | 10.9 | 11.5 | 11.1 | 20.1 |
| 15 | | | | | | | 14 | 53.8 | 12 | 11.5 | 11.8 | 22.7 |
| 16 | | | | | | | 15 | 48.2 | 10.6 | 11.4 | 11 | 21.1 |
| 17 | | | | | | | 16 | 52.7 | 12.6 | 11.4 | 12 | 21.7 |
| 18 | | | | | | | 17 | 48.5 | 10.3 | 11.1 | 10.3 | 19.9 |
| 19 | | | | | | | 18 | 55.2 | 12.9 | 12 | 12.4 | 22 |
| 20 | | | | | | | 19 | 55.3 | 13.9 | 13.4 | 12.5 | 23.6 |
| 21 | | | | | | | 20 | 53.2 | 12 | 11.6 | 11.7 | 22.7 |
| 22 | | | | | | | 21 | 51.5 | 12.1 | 11.7 | 12.1 | 22 |
| 23 | | | | | | | 22 | 50.9 | 12.2 | 11.3 | 11.1 | 22.2 |
| 24 | | | | | | | 23 | 55.1 | 13.3 | 12.4 | 12.4 | x |
| 25 | | | | | | | 24 | 50.1 | 11.7 | 11.2 | 10.5 | 21 |
| 26 | | | | | | | 25 | 51.1 | 12 | 11.2 | 11.3 | 22 |
| 27 | máxima | 55.5 | 15.6 | 12.5 | 13 | 24 | | 55.3 | 14 | 13.4 | 13.3 | 23.6 |
| 28 | mínima | 47.7 | 10.8 | 11.1 | 10.5 | 19.4 | | 48.2 | 10.3 | 11.1 | 10.3 | 19.9 |
| 29 | promedio | 52.80 | 13.49 | 11.71 | 11.96 | 22.15 | | 52.06 | 12.28 | 11.85 | 11.79 | 21.65 |
| 30 | desv. est. | 3.77 | 1.20 | 0.45 | 0.93 | 1.55 | | 2.36 | 0.89 | 0.56 | 0.67 | 1.14 |
| 31 | c.v. | 0.05 | 0.09 | 0.04 | 0.08 | 0.07 | | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 0.06 | 0.05 |
| 32 | | | | | | | | | | | | |
| 33 | pearson | 0.26 | long. total-fac. est. | | | | | 0.70 | long. total-fac. est. | | | |
| 34 | | 0.75 | long. total-cabeza | | | | | 0.64 | long. total-cabeza | | | |
| 35 | | 0.89 | long. total-fac. glen. | | | | | 0.80 | long. total-fac. glen. | | | |
| 36 | | 0.93 | long. total-dist. cab. fac. | | | | | 0.79 | long. total-dist. cab. fac. | | | |
| 37 | | -0.05 | fac. est-cabeza | | | | | 0.72 | fac. est-cabeza | | | |
| 38 | | 0.39 | fac. est-fac. glen. | | | | | 0.81 | fac. est-fac. glen. | | | |
| 39 | | 0.47 | fac. est-dist. cab. fac. | | | | | 0.68 | fac. est-dist. cab. fac. | | | |
| 40 | | 0.56 | cabeza-fac. glen. | | | | | 0.66 | cabeza-fac. glen. | | | |
| 41 | | 0.61 | cabeza-dist. cab. fac. | | | | | 0.61 | cabeza-dist. cab. fac. | | | |
| 42 | | 0.84 | fac. glen-dist. cab. fac. | | | | | 0.67 | fac. glen-dist. cab. fac. | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | | |
| 44 | latitud | 0.45 | long. total-long. total | | | | | | | | | |
| 45 | | 0.01 | fac. est-fac. est. | | | | | | | | | |
| 46 | | 0.45 | cabeza-cabeza | | | | | | | | | |
| 47 | | 0.59 | fac. glen-fac. glen. | | | | | | | | | |
| 48 | | 0.35 | dist. cab. fac-dist. cab. fac. | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | | | |

Tabla 10. Medidas de Fémures

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|----|--------------------|----------|----------------|--------------|---------|---------|-------|---------------------|----------|----------------|--------------|---------|---------|-------|
| 1 | <i>S. nebeuxii</i> | longitud | ancho proximal | ancho distal | long/ap | long/ad | ap/ad | <i>S. variegata</i> | longitud | ancho proximal | ancho distal | long/ap | long/ap | ap/ad |
| 2 | 1 | 52.7 | 11.9 | 12.7 | 4.4 | 4.1 | 0.9 | 1 | 52.8 | 12.3 | 11.4 | 4.3 | 4.6 | 1.1 |
| 3 | 2 | 54.9 | 13.2 | 13.6 | 4.2 | 4.0 | 1.0 | 2 | 53.7 | 12.2 | 12 | 4.4 | 4.5 | 1.0 |
| 4 | 3 | 56 | 13.1 | 13.8 | 4.3 | 4.1 | 0.9 | 3 | 53.2 | 12.5 | 13.6 | 4.3 | 3.9 | 0.9 |
| 5 | 4 | 56 | 13.3 | 12.9 | 4.2 | 4.3 | 1.0 | 4 | 55.7 | 11.8 | 13.1 | 4.7 | 4.3 | 0.9 |
| 6 | 5 | 52.9 | 12.1 | 12.3 | 4.4 | 4.3 | 1.0 | 5 | 55.5 | 12.7 | 13.1 | 4.4 | 4.2 | 1.0 |
| 7 | 6 | 55.9 | 13.6 | 14.1 | 4.1 | 4.0 | 1.0 | 6 | 52.9 | 11.7 | 12.2 | 4.5 | 4.5 | 1.0 |
| 8 | 7 | 53.8 | 12.9 | 14.1 | 4.2 | 3.8 | 0.9 | 7 | 49.7 | 11.7 | 12 | 4.2 | 4.1 | 1.0 |
| 9 | 8 | 53.3 | 13.1 | 13.3 | 4.1 | 4.0 | 1.0 | 8 | 53.7 | 12.3 | 13.7 | 4.4 | 3.9 | 0.9 |
| 10 | 9 | 53.5 | 12.8 | 13.2 | 4.2 | 4.1 | 1.0 | 9 | 50.2 | 11.5 | 12.3 | 4.4 | 4.1 | 0.9 |
| 11 | 10 | 54.4 | 13.2 | 12.8 | 4.1 | 4.3 | 1.0 | 10 | 52 | 13.3 | 13.5 | 3.9 | 3.9 | 1.0 |
| 12 | 11 | 49.6 | 11.7 | 12.4 | 4.2 | 4.0 | 0.9 | 11 | 50.5 | 12.3 | 12.5 | 4.1 | 4.0 | 1.0 |
| 13 | 12 | 56.7 | 13.8 | 14.7 | 4.1 | 3.9 | 0.9 | 12 | 51.4 | 12.4 | 12.6 | 4.1 | 4.1 | 1.0 |
| 14 | | | | | | | | 13 | 54.5 | 13.3 | 13.2 | 4.1 | 4.1 | 1.0 |
| 15 | | | | | | | | 14 | 56.8 | 13.4 | 13.8 | 4.2 | 4.1 | 1.0 |
| 16 | | | | | | | | 15 | 55.4 | 12.8 | 13.4 | 4.3 | 4.1 | 1.0 |
| 17 | máxima | 56.7 | 13.8 | 14.7 | 4.4 | 4.3 | 1.0 | | 56.8 | 13.4 | 13.8 | 4.7 | 4.6 | 1.1 |
| 18 | mínima | 49.6 | 11.7 | 12.3 | 4.1 | 3.8 | 0.9 | | 49.7 | 11.5 | 11.4 | 3.9 | 3.9 | 0.9 |
| 19 | promedios | 54.34 | 12.96 | 13.43 | 4.22 | 4.09 | 0.97 | | 53.43 | 12.48 | 12.89 | 4.32 | 4.19 | 0.98 |
| 20 | desv.est. | 1.97 | 0.66 | 0.75 | | | | | 1.94 | 0.50 | 0.73 | | | |
| 21 | c.v. | 0.04 | 0.05 | 0.06 | | | | | 0.04 | 0.04 | 0.06 | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | pearson | 0.89 | long-ap | | | | | | 0.51 | long-ap | | | | |
| 24 | | 0.69 | long-ad | | | | | | 0.55 | long-ad | | | | |
| 25 | | 0.77 | ap-ad | | | | | | 0.62 | ap-ad | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | t-student | 0.25 | long-long | | | | | | | | | | | |
| 28 | | 0.06 | ap-ap | | | | | | | | | | | |
| 29 | | 0.10 | ad-ad | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 11. Medidas de Tibiotarso

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|----|-------------|----------|----------------|--------------|---------|---------|-------|--------------|----------|----------------|--------------|---------|---------|-------|
| 1 | S. nehouxii | longitud | ancho proximal | ancho distal | long/ap | long/ad | ap/ad | S. variegata | longitud | ancho proximal | ancho distal | long/ap | long/ad | ap/ad |
| 2 | 1 | 85.9 | 9.4 | 11.3 | 9.1 | 7.6 | 0.8 | 1 | 84.6 | x | 11 | x | 7.7 | x |
| 3 | 2 | 90.5 | 9.8 | 12.6 | 9.2 | 7.2 | 0.8 | 2 | 87.5 | x | 11.5 | x | 7.6 | x |
| 4 | 3 | 90.4 | 9.7 | 12 | 9.3 | 7.5 | 0.8 | 3 | 86.1 | 8.9 | 12.8 | 9.7 | 6.7 | 0.7 |
| 5 | 4 | 89.5 | 9.5 | 12.5 | 9.4 | 7.2 | 0.8 | 4 | 88.3 | 8.8 | 11.7 | 10.0 | 7.5 | 0.8 |
| 6 | 5 | 92 | 9.4 | 11.9 | 9.8 | 7.7 | 0.8 | 5 | 81.2 | 8.9 | 10.7 | 9.1 | 7.6 | 0.8 |
| 7 | 6 | 86.1 | 10.6 | 11 | 8.1 | 7.8 | 1.0 | 6 | 83 | 8.9 | 11 | 9.3 | 7.5 | 0.8 |
| 8 | 7 | 85.7 | 9.1 | 11.4 | 9.4 | 7.5 | 0.8 | 7 | 83.3 | 8.8 | 11 | 9.5 | 7.6 | 0.8 |
| 9 | 8 | 89.3 | 9.3 | 12.2 | 9.6 | 7.3 | 0.8 | 8 | 81.1 | 9.1 | 10.9 | 8.9 | 7.4 | 0.8 |
| 10 | 9 | 91.1 | x | 12.8 | x | 7.1 | x | 9 | x | x | 12.6 | x | x | x |
| 11 | 10 | 93.4 | 8.5 | 12.5 | 11.0 | 7.5 | 0.7 | 10 | 81.4 | x | 11.7 | x | 7.0 | x |
| 12 | 11 | 88.2 | 9.5 | 13 | 9.3 | 6.8 | 0.7 | 11 | 85.9 | 9 | 11.7 | 9.5 | 7.3 | 0.8 |
| 13 | 12 | 85.2 | 9.8 | 12.2 | 8.7 | 7.0 | 0.8 | 12 | 85.6 | x | 12.2 | x | 7.0 | x |
| 14 | 13 | 79.9 | 9.2 | 11.4 | 8.7 | 7.0 | 0.8 | 13 | 85.9 | 9.5 | 12.2 | 9.0 | 7.0 | 0.8 |
| 15 | 14 | 88.3 | 9.6 | 12.8 | 9.2 | 6.9 | 0.7 | 14 | 90.9 | 10.8 | 12.9 | 8.4 | 7.0 | 0.8 |
| 16 | 15 | 85.1 | 9.4 | 12.1 | 9.1 | 7.0 | 0.8 | 15 | x | x | 13.1 | x | x | x |
| 17 | | | | | | | | 16 | 87.5 | 9.2 | 12.1 | 9.5 | 7.2 | 0.8 |
| 18 | máxima | 93.4 | 10.6 | 13 | 11.0 | 7.8 | 1.0 | | 90.9 | 10.8 | 13.1 | 10.0 | 7.7 | 0.8 |
| 19 | mínima | 79.9 | 8.5 | 11 | 8.1 | 6.8 | 0.7 | | 81.1 | 8.8 | 10.7 | 8.4 | 6.7 | 0.7 |
| 20 | promedios | 88.04 | 9.49 | 12.11 | 9.28 | 7.28 | 0.79 | | 85.16 | 9.19 | 11.82 | 9.30 | 7.31 | 0.79 |
| 21 | dev.est. | 3.44 | 0.46 | 0.61 | | | | | 2.96 | 0.64 | 0.80 | | | |
| 22 | c.v. | 0.04 | 0.05 | 0.05 | | | | | 0.03 | 0.07 | 0.07 | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | pearson | -0.19 | long-ap | | | | | | 0.62 | long-ap | | | | |
| 25 | | 0.56 | long-ad | | | | | | 0.73 | long-ad | | | | |
| 26 | | -0.23 | ap-ad | | | | | | 0.60 | ap-ad | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | student | 0.02 | long-long | | | | | | | | | | | |
| 29 | | 0.21 | ap-ap | | | | | | | | | | | |
| 30 | | 0.25 | ad-ad | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 12. Medidas de Tarsometatarso

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R |
|----|--------------|-----------------------|----------------|-----------------|--------------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|--------------|----------|----------------|-----------------|--------------|---------|---------|
| 1 | S. nebulosii | longitud | ancho proximal | largo hipotarso | ancho distal | long/ap | long/lh | long/ad | ap/lh | ap/ad | lh/ad | S. variegata | longitud | ancho proximal | largo hipotarso | ancho distal | long/ap | long/lh |
| 2 | 1 | 49.9 | 11.3 | 10.3 | 13.2 | 4.4 | 4.8 | 3.8 | 1.1 | 0.9 | 0.8 | 1 | 49.8 | 12.2 | 11.4 | 14.2 | 4.1 | 4.1 |
| 3 | 2 | 57.6 | 14.1 | 11.8 | 15.2 | 4.1 | 4.9 | 3.8 | 1.2 | 0.9 | 0.8 | 2 | 47.9 | 11.5 | 10.8 | 14.5 | 4.2 | 4.1 |
| 4 | 3 | 52.8 | 11.8 | 10.9 | 13.8 | 4.5 | 4.8 | 3.8 | 1.1 | 0.9 | 0.8 | 3 | 52.8 | 13.9 | 11.7 | 14.5 | 3.8 | 4.1 |
| 5 | 4 | 54.3 | 14.2 | 11.6 | 15.5 | 3.8 | 4.7 | 3.5 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 4 | 48.4 | 12.6 | 10.8 | 14 | 3.8 | 4.1 |
| 6 | 5 | 54.5 | 11.3 | 10.5 | 16 | 4.8 | 5.2 | 3.4 | 1.1 | 0.7 | 0.7 | 5 | 51.6 | 13.1 | 11.4 | 15.4 | 3.9 | 4.1 |
| 7 | 6 | 55.8 | 13.3 | 11.3 | 15.5 | 4.2 | 4.9 | 3.6 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 6 | 45.8 | 11.8 | 10.4 | 13.8 | 3.9 | 4.1 |
| 8 | 7 | 52.8 | 11.8 | 10.5 | 13.8 | 4.5 | 5.0 | 3.8 | 1.1 | 0.9 | 0.8 | 7 | 48.1 | 11.9 | 10.5 | 14 | 4.0 | 4.1 |
| 9 | 8 | 55.2 | 14.1 | 11.7 | 14.8 | 3.9 | 4.7 | 3.7 | 1.2 | 1.0 | 0.8 | 8 | 48.1 | 11.5 | 11.2 | 14.9 | 4.2 | 4.1 |
| 10 | 9 | 55.5 | 14.1 | 11.2 | 15.2 | 3.9 | 5.0 | 3.7 | 1.3 | 0.9 | 0.7 | 9 | 47.7 | 11.4 | 10.6 | 14 | 4.2 | 4.1 |
| 11 | | | | | | | | | | | | 10 | 50.6 | 13.1 | 11 | 15 | 3.9 | 4.1 |
| 12 | | | | | | | | | | | | 11 | 52.2 | 13.4 | 11.3 | 15.6 | 3.9 | 4.1 |
| 13 | | | | | | | | | | | | 12 | 46 | 11.7 | 10.6 | 14.4 | 3.9 | 4.1 |
| 14 | | | | | | | | | | | | 13 | 49.8 | 13.1 | 11.4 | 15.1 | 3.8 | 4.1 |
| 15 | | | | | | | | | | | | 14 | 49.8 | 12.9 | 11.1 | 14.8 | 3.9 | 4.1 |
| 16 | | | | | | | | | | | | 15 | x | 13.2 | 11.2 | 14.5 | x | 4.1 |
| 17 | | | | | | | | | | | | 16 | 45.6 | 10 | 10 | 13 | 4.6 | 4.1 |
| 18 | | | | | | | | | | | | 17 | x | 12.3 | 10.3 | x | x | 4.1 |
| 19 | máxima | 57.6 | 14.2 | 11.8 | 16 | 4.8 | 5.2 | 3.8 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | | 52.8 | 13.9 | 11.7 | 15.6 | 4.6 | 4.1 |
| 20 | mínima | 49.9 | 11.3 | 10.3 | 13.2 | 3.8 | 4.7 | 3.4 | 1.1 | 0.7 | 0.7 | | 45.6 | 10 | 10 | 13 | 3.8 | 4.1 |
| 21 | promedios | 54.27 | 12.89 | 11.09 | 14.78 | 4.24 | 4.90 | 3.68 | 1.16 | 0.87 | 0.75 | | 48.95 | 12.33 | 10.92 | 14.48 | 4.00 | 4.1 |
| 22 | dcsy.est. | 2.22 | 1.31 | 0.56 | 0.95 | | | | | | | | 2.15 | 0.85 | 0.46 | 0.52 | | |
| 23 | c.v. | 0.04 | 0.10 | 0.05 | 0.06 | | | | | | | | 0.04 | 0.07 | 0.04 | 0.04 | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | pearson | 0.74 | long-ap | | | | | | | | | | 0.88 | long-ap | | | | |
| 26 | | 0.79 | long-lh | | | | | | | | | | 0.88 | long-lh | | | | |
| 27 | | 0.78 | long-ad | | | | | | | | | | 0.73 | long-ad | | | | |
| 28 | | 0.94 | ap-lh | | | | | | | | | | 0.77 | ap-lh | | | | |
| 29 | | 0.50 | ap-ad | | | | | | | | | | 0.72 | ap-ad | | | | |
| 30 | | 0.50 | lh-ad | | | | | | | | | | 0.76 | lh-ad | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | Student | 2.71316046526507E-005 | long-long | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | | 0.2799201164 | ap-ap | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | 0.4649390463 | lh-lh | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | 0.4233938041 | ad-ad | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

GRÁFICAS DE COMPARACIÓN ENTRE LAS MEDIDAS DE LOS HUESOS DE LAS DOS ESPECIES.

Figura 2. Comparación de las medidas del Húmero

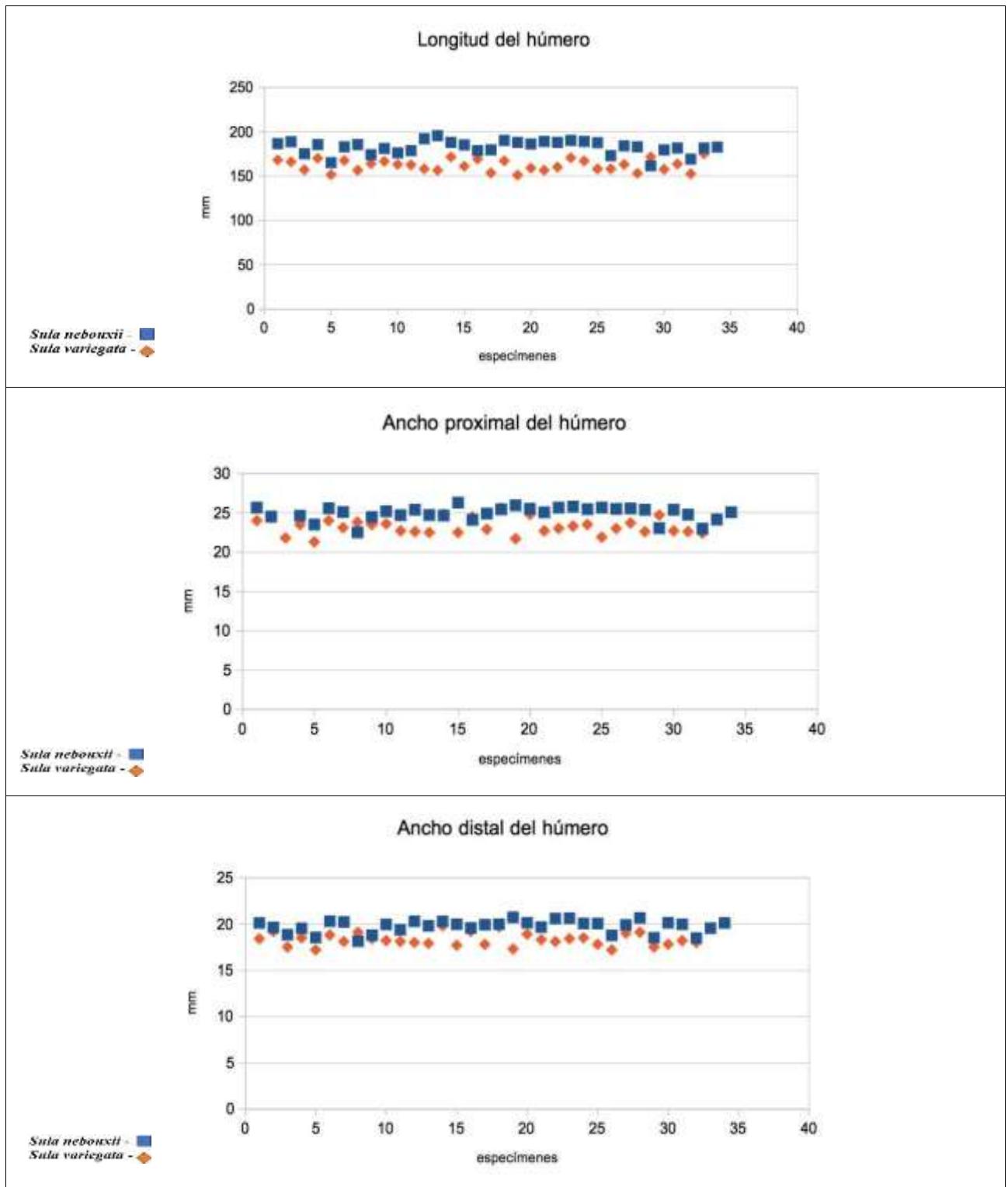


Figura 3. Comparación de las medidas de la Ulna

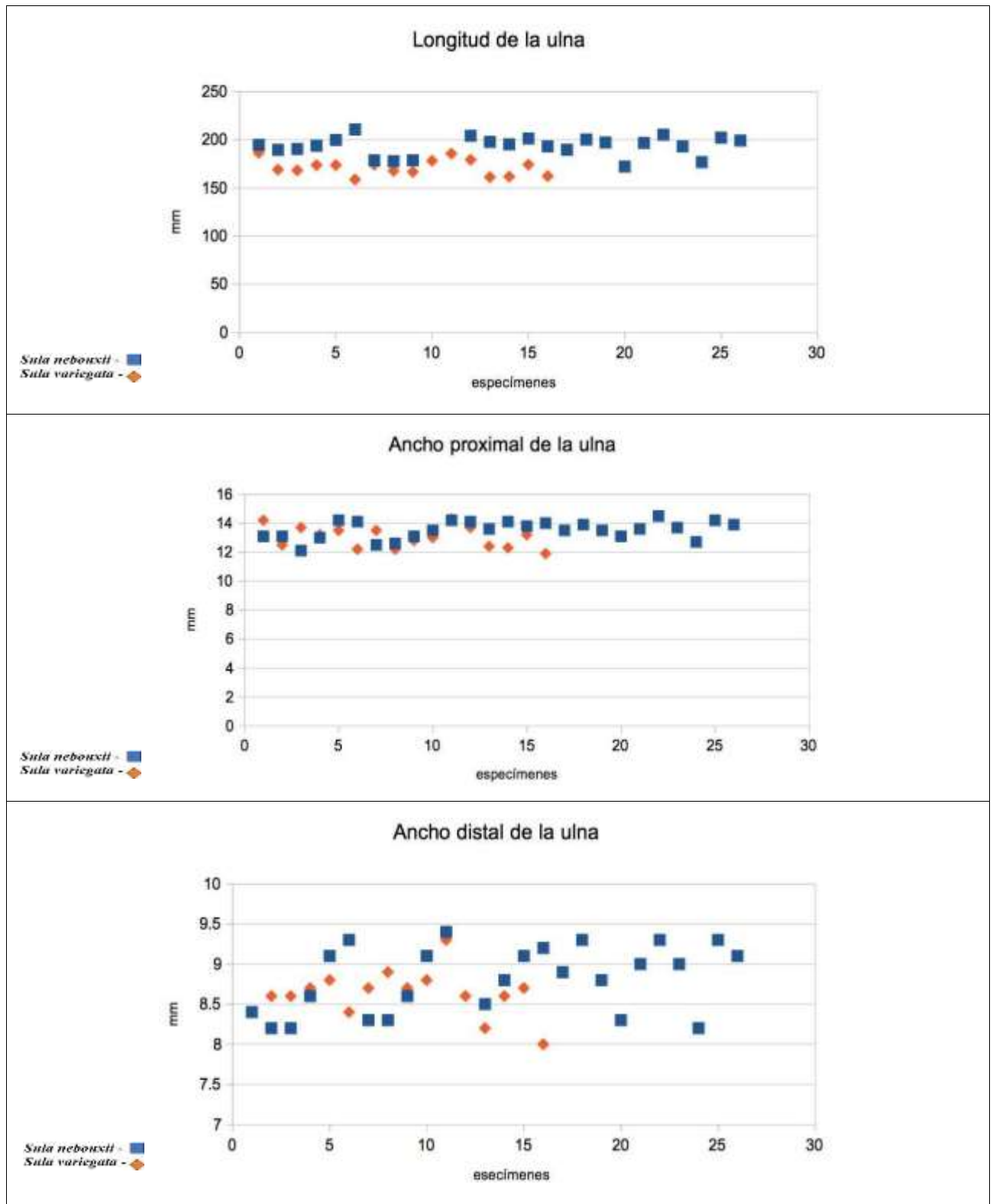


Figura 4. Comparación de las medidas del Radio.

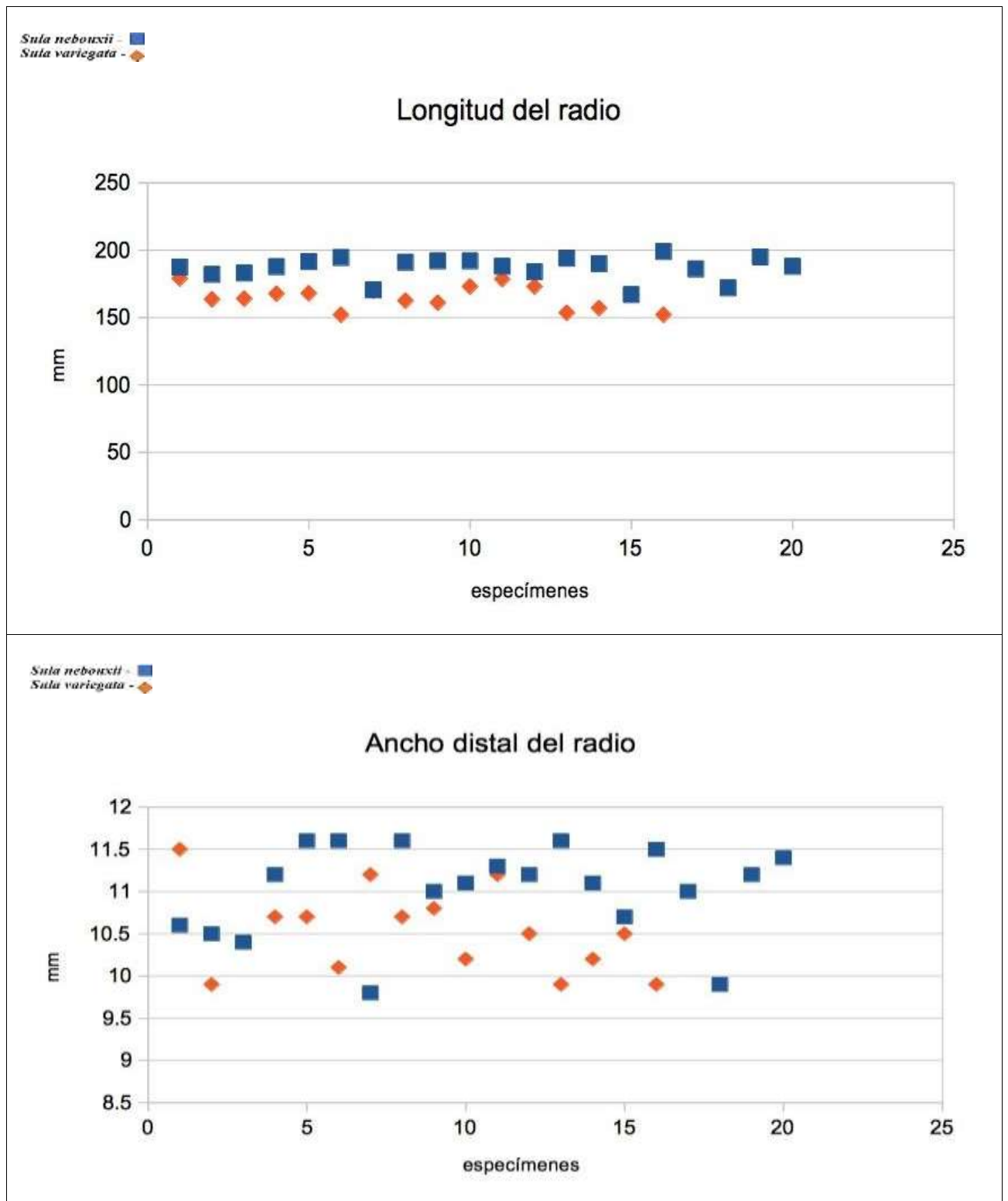


Figura 5. Comparación de las medidas del Carpometacarpo.

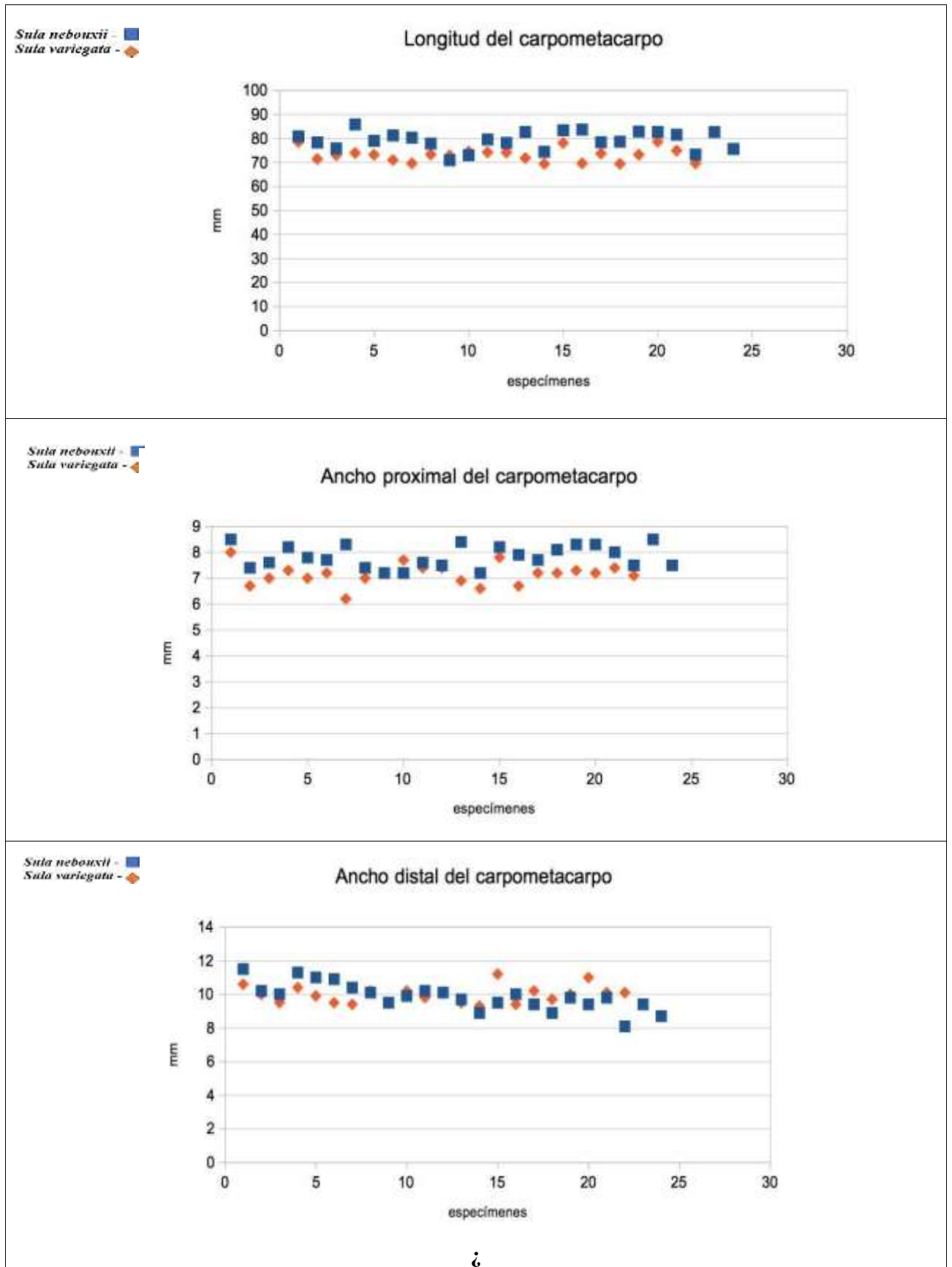
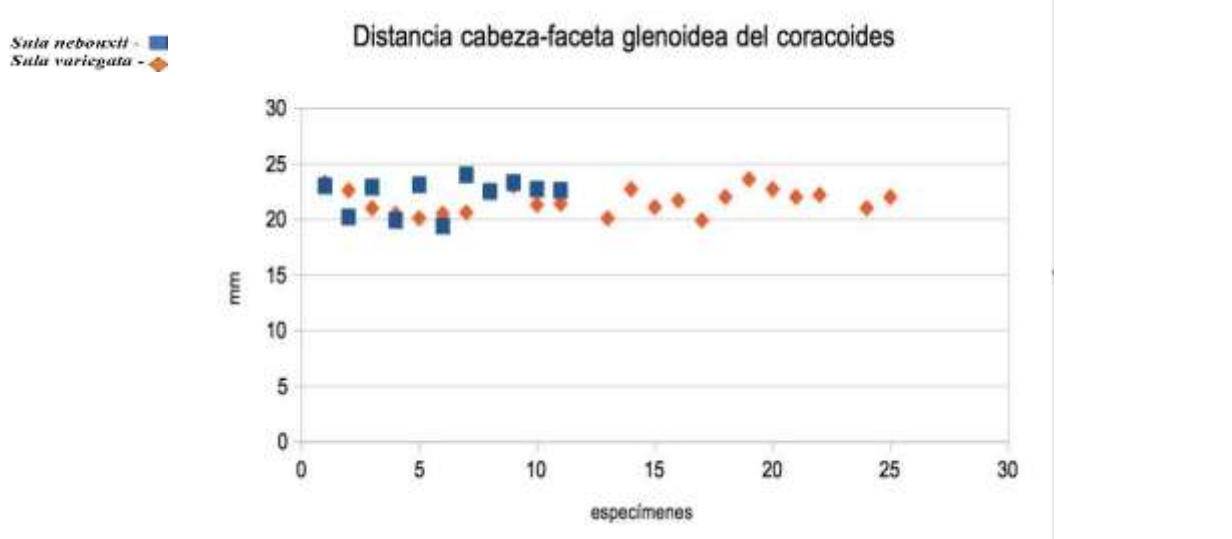
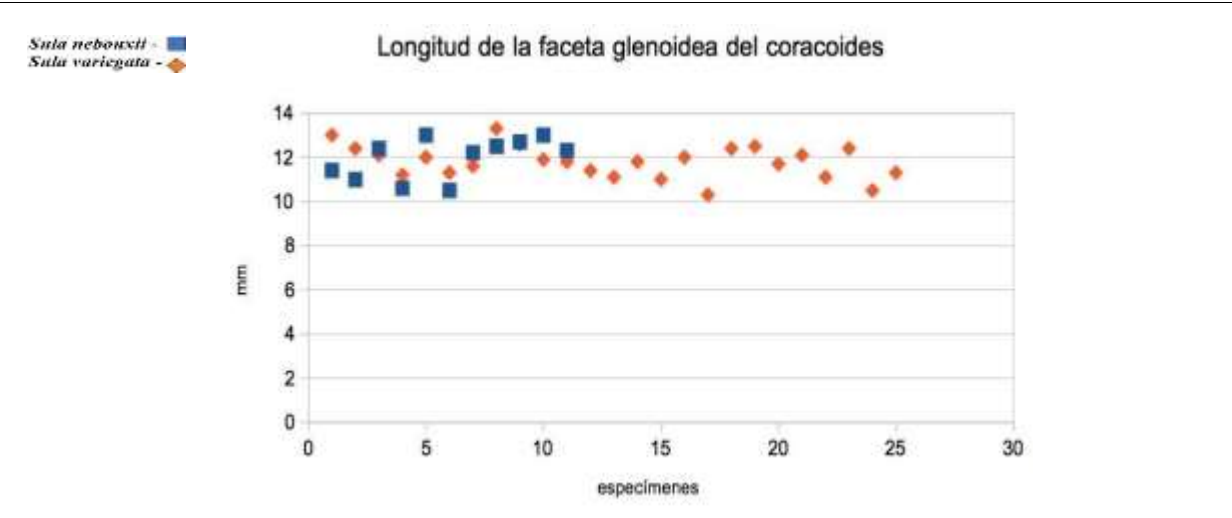
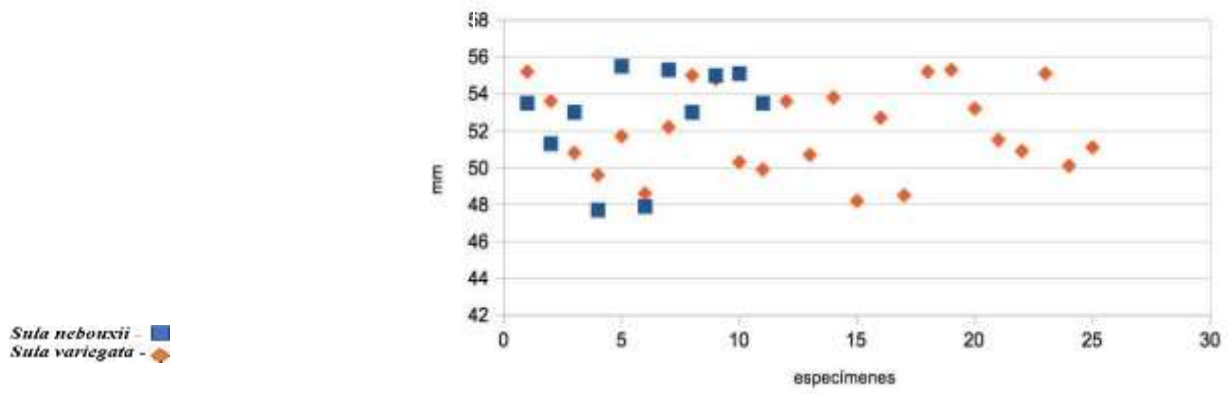
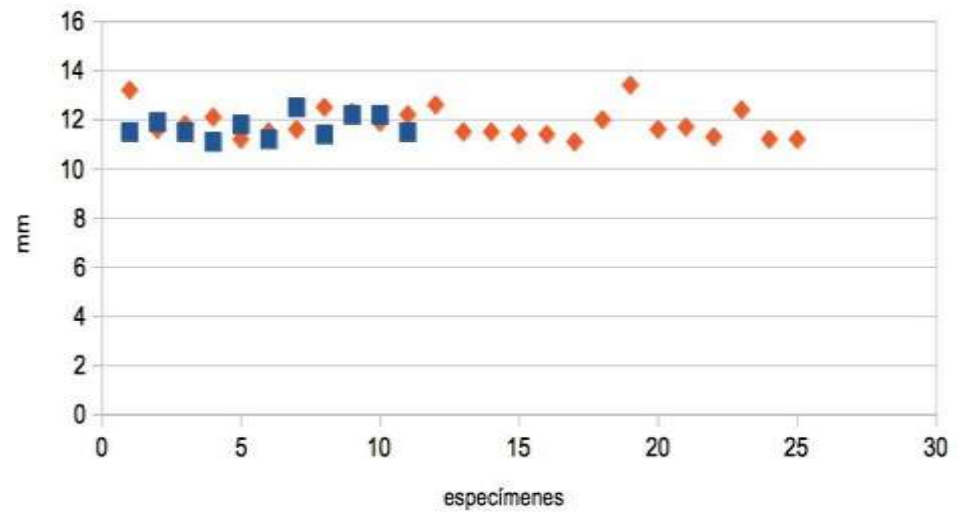


Figura 6. Comparación de las medidas del Coracoides.



Sula nebouxi - ■
Sula variegata - ◆

Longitud de la cabeza del coracoides



Sula nebouxi - ■
Sula variegata - ◆

Ancho de la faceta esternal del coracoides

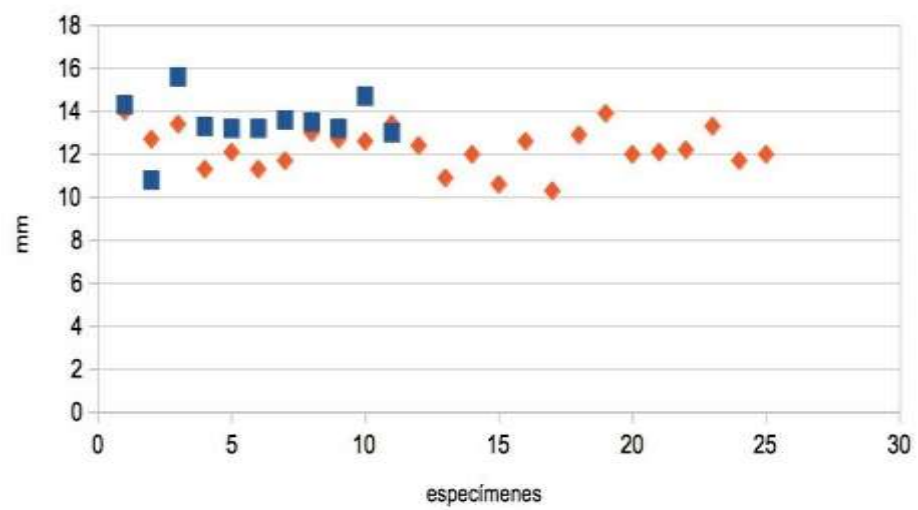


Figura 7. Comparación de las medidas del Fémur

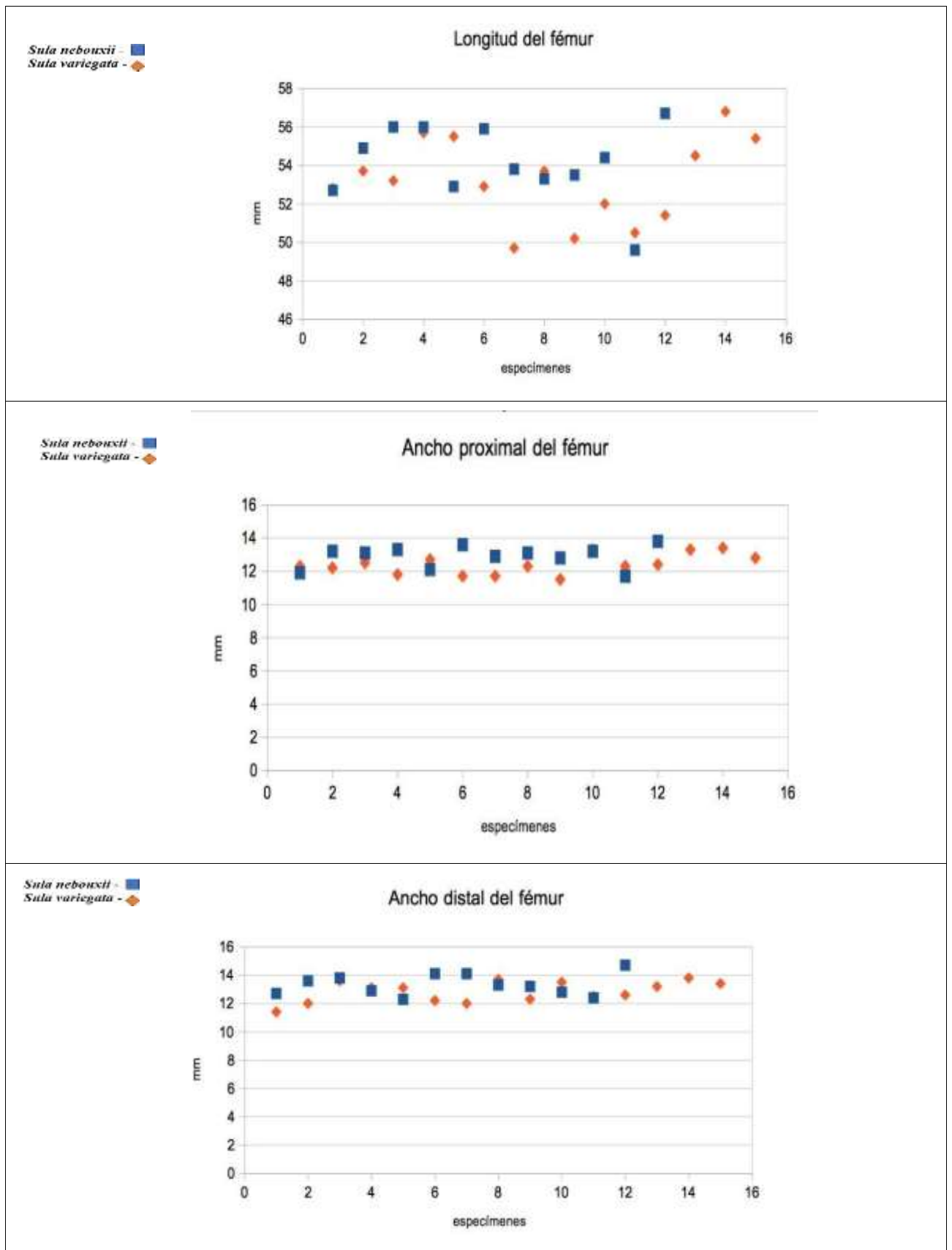


Figura 8. Comparación de las medidas del Tibiotarso

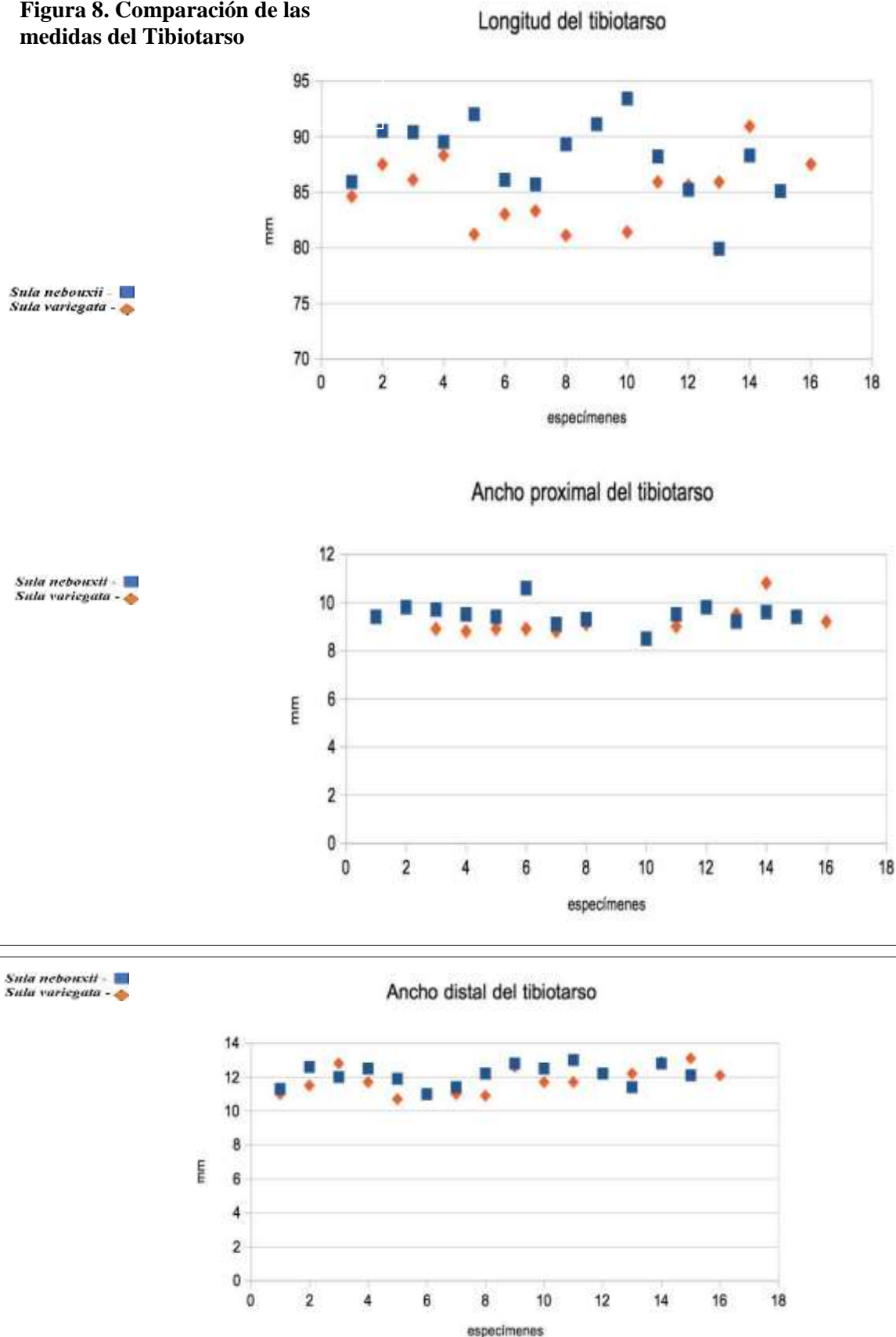
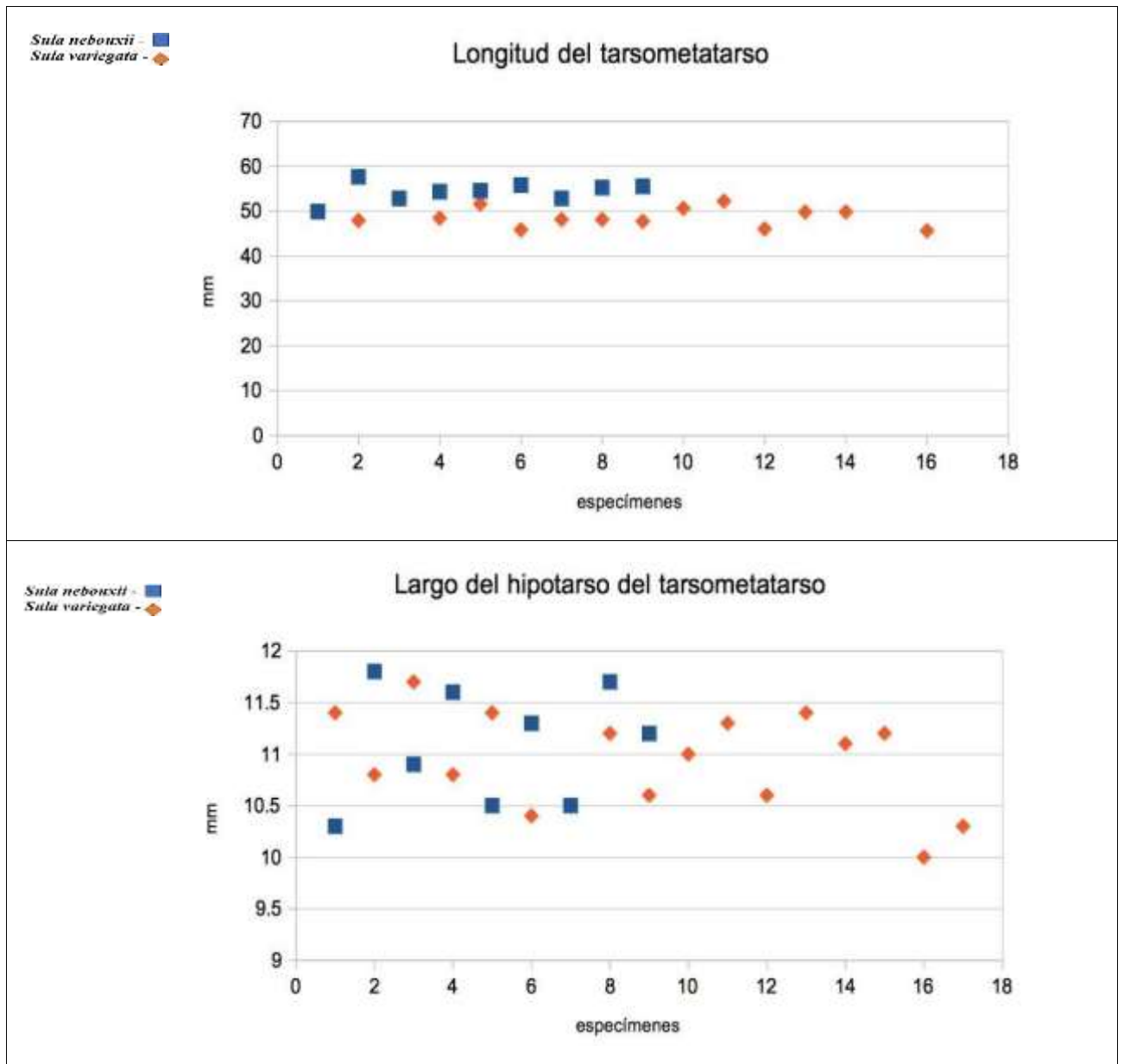
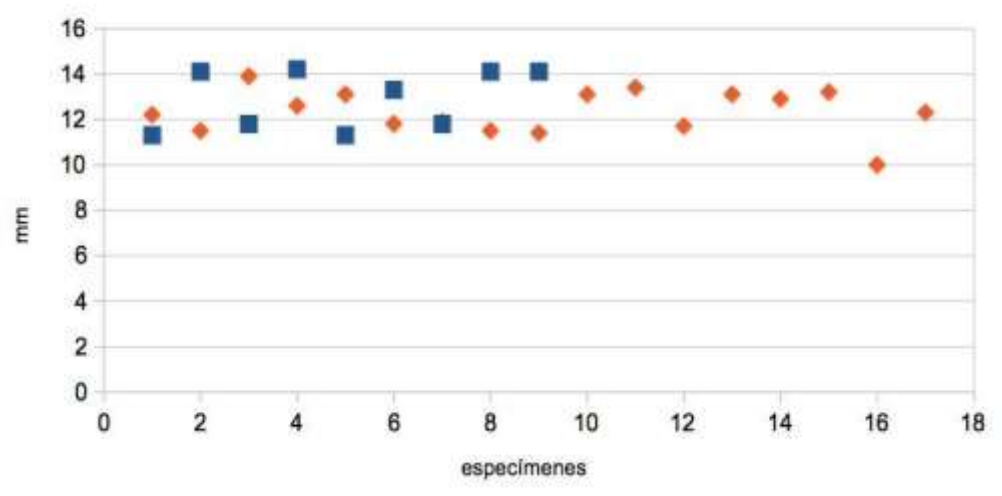


Figura 9. Comparación de las medidas del Tarsometatarso



Sula nebouxi - ■
Sula variegata - ◆

Ancho proximal del tarsometatarso



Sula nebouxi - ■
Sula variegata - ◆

Ancho distal del tarsometatarso

