

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS VETERINARIAS



**“Medidas Ecobiométricas con Modos A y B en el Ojo  
del Águila Arpía (*Harpia harpyja*) en un Zoocriadero  
de Huachipa, Distrito de San Juan de Lurigancho,  
Región de Lima”**

Tesis para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

Carlos Baiocchi Ureta

Lima, Perú

2017

## *AGRADECIMIENTOS*

A la Dra. Michelle Freunt, a mi director Mauricio Jara y a Alberto Delgado Alburqueque, por toda su paciencia y apoyo brindado durante este arduo recorrido.

A mi tía, por todo lo que ha hecho por mí, por tener mucha paciencia y dedicación, sin su apoyo todo esto no hubiera sido posible.

A mis hermanos y Fiorella, que siempre estuvieron apoyándome en todo momento.

## RESUMEN

La evaluación ultrasonográfica del ojo es una herramienta de diagnóstico oftálmico rutinario en la oftalmología de pequeños animales. Se han establecido parámetros para la biometría oftálmica en algunas especies, sin embargo, existen pocos estudios de este parámetro en la clínica aviar. El presente estudio tuvo como objetivo establecer las medidas biométricas normales de la longitud axial, cámara anterior, cristalino, segmento posterior y pecten de las águilas arpías (*Harpia harpyja*) adultas en cautiverio en el zoológico el Huayco, distrito de San Juan de Lurigancho, Lima-Perú. Se realizaron 24 ecografías oculares en 12 águilas arpías (*Harpia harpyja*) sin antecedentes de enfermedad oftálmica previa, con un peso entre 7.2 a 8.7 kg. Las mediciones se realizaron en planos sagitales usando una sonda lineal de 15MHz. La biometría en el ojo derecho e izquierdo fueron, respectivamente,  $28.6 \pm 0.52\text{mm}$  y  $28.69 \pm 0.65\text{mm}$  para la longitud axial,  $5.6 \pm 0.48\text{mm}$  y  $5.51 \pm 0.43\text{mm}$  para la cámara anterior,  $5.83 \pm 0.19\text{mm}$  y  $5.59\text{mm}$  para el cristalino,  $17.23 \pm 0.17\text{mm}$  y  $17.74 \pm 0.71\text{mm}$  para el segmento posterior, y  $9.27 \pm 0.35\text{mm}$  y  $9.4 \pm 0.71\text{mm}$  para el pecten. No se encontraron diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre el ojo derecho e izquierdo para ninguna de las biometrías evaluadas.

Palabras claves: *Harpia harpyja*, ecógrafo, ojo, biometría oftálmica

## ABSTRACT

Ultrasound evaluation of the eye is a routine ophthalmic diagnostic tool in small animal ophthalmology. Parameters have been established for ophthalmic biometry in some species, however, there are few studies of this parameter in the avian clinic. The present study aimed to establish the normal biometric measurements of the axial length, anterior chamber, crystal, posterior segment and pecten of adult harpy eagles (*Harpia harpyja*) at the Huayco zocriadero, San Juan de Lurigancho district, Lima, Peru. Twenty-four ocular ecographies were performed on 12 harpy eagles (*Harpia harpyja*) without precedent of previous ophthalmic disease, weighing between 7.2 to 8.7 kg. Measurements were made in the sagittal planes using a 15MHz linear probe. The biometrics in the right and left eye were, respectively,  $28.6 \pm 0.52$  mm and  $28.69 \pm 0.65$  mm for the axial length,  $5.6 \pm 0.48$  mm and  $5.51 \pm 0.43$  mm for the anterior chamber,  $5.83 \pm 0.19$  mm and  $5.59$  mm for the crystal,  $17.23 \pm 0.17$  mm and  $17.74 \pm 0.71$  mm for the posterior segment, and  $9.27 \pm 0.35$  mm and  $9.4 \pm 0.71$  mm for the pecten. No significant differences ( $p>0.05$ ) were found between right and left eye for any of the biometrics evaluated

Key words: *Harpia harpyja*, ultrasound, eye, ophthalmic biometry

# ÍNDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>RESUMEN</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | <b>4</b>  |
| <b>ÍNDICE</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....                                  | <b>6</b>  |
| <b>ÍNDICE DE GRÁFICOS E IMÁGENES</b> .....                     | <b>7</b>  |
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....                                   | <b>8</b>  |
| <b>I. MARCO TEÓRICO</b> .....                                  | <b>9</b>  |
| 2.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y BIOLOGÍA DEL ÁGUILA ARPÍA ..... | 9         |
| 2.2 IMPORTANCIA DE LA ESPECIE Y ESTADO DE CONSERVACIÓN .....   | 10        |
| 2.3 ANTECEDENTES DE CRIANZA EN CAUTIVERIO .....                | 10        |
| 2.4 CARACTERÍSTICAS DE LA FUNCIÓN VISUAL .....                 | 11        |
| 2.5 ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA OCULAR .....                         | 12        |
| 2.6 ENFERMEDADES OCULARES EN RAPACES .....                     | 13        |
| 2.7 ECOGRAFÍA OCULAR .....                                     | 14        |
| 2.8 ANTECEDENTES DE ESTUDIOS ECOGRÁFICOS OCULARES .....        | 16        |
| <b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....                          | <b>20</b> |
| 2.1 LOCALIZACIÓN Y AMBIENTE .....                              | 20        |
| 2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA .....                                  | 20        |
| 2.3 METODOLOGÍA DIAGNÓSTICA .....                              | 20        |
| <b>III. RESULTADOS</b> .....                                   | <b>22</b> |
| <b>IV. DISCUSIÓN</b> .....                                     | <b>23</b> |
| <b>V. CONCLUSIONES</b> .....                                   | <b>27</b> |
| <b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....                    | <b>29</b> |
| <b>VII. ANEXO</b> .....  | <b>33</b> |

# ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| TABLA 1. PARÁMETROS DE RESUMEN DE LAS MEDIDAS ECOBIOMÉTRICAS DE LOS OJOS DE LAS ÁGUILAS ARPÍAS ( <i>HARPIA HARPYJA</i> ) DEL ZOOCRIADERO EL HUAYCO, HUACHIPA, LIMA –PERÚ AÑO 2011.....        | 33 |
| TABLA 2. PARÁMETROS DE RESUMEN DE LAS MEDIDAS ECOBIOMÉTRICAS DEL OJO DERECHO DE LAS ÁGUILAS ARPÍAS ( <i>HARPIA HARPYJA</i> ) DEL ZOOCRIADERO EL HUAYCO, HUACHIPA, LIMA-PERÚ AÑO 2011.....     | 33 |
| TABLA 3. PARÁMETROS DE RESUMEN DE LAS MEDIDAS ECOBIOMÉTRICAS DEL OJO IZQUIERDO DE LAS ÁGUILA ARPÍAS ( <i>HARPIA HARPYJA</i> ) DEL ZOOCRIADERO EL HUAYCO, HUACHIPA, LIMA-PERÚ AÑO 2011.....    | 34 |
| TABLA 4. DIFERENCIA DE MEDIAS DE LA LONGITUD AXIAL ENTRE EL OJO DERECHO E IZQUIERDO DEL ÁGUILA ARPÍA ( <i>HARPIA HARPYJA</i> ) DEL ZOOCRIADERO EL HUAYCO, HUACHIPA, LIMA-PERÚ AÑO 2011. ....  | 34 |
| TABLA 5. DIFERENCIA DE MEDIAS DE LA CÁMARA ANTERIOR ENTRE EL OJO DERECHO E IZQUIERDO DEL ÁGUILA ARPÍA ( <i>HARPIA HARPYJA</i> ) DEL ZOOCRIADERO EL HUAYCO, HUACHIPA, LIMA-PERÚ AÑO 2011.....  | 35 |
| TABLA 6. DIFERENCIA DE MEDIAS DEL CRISTALINO ENTRE EL OJO DERECHO E IZQUIERDO DEL ÁGUILA ARPÍA ( <i>HARPIA HARPYJA</i> ) DEL ZOOCRIADERO EL HUAYCO, HUACHIPA, LIMA-PERÚ AÑO 2011. ....        | 35 |
| TABLA 7. DIFERENCIA DE MEDIAS DEL SEGMENTO POSTERIOR ENTRE EL OJO DERECHO E IZQUIERDO DEL ÁGUILA ARPÍA ( <i>HARPIA HARPYJA</i> ) DEL ZOOCRIADERO EL HUAYCO, HUACHIPA, LIMA-PERÚ AÑO 2011..... | 36 |
| TABLA 8. DIFERENCIA DE MEDIAS DEL PECTEN ENTRE EL OJO DERECHO E IZQUIERDO DEL ÁGUILA ARPÍA ( <i>HARPIA HARPYJA</i> ) DEL ZOOCRIADERO EL HUAYCO, HUACHIPA, LIMA-PERÚ AÑO 2011.....             | 36 |
| TABLA 9. DETALLE DE LOS PARAMETROS DE LAS MEDIDAS ECOBIOMETRICAS DEL OJO DERECHO DEL ÁGUILA ARPÍA ( <i>HARPIA ARPYJA</i> ) DEL ZOOCRIADERO EL HUAYCO, HUACHIPA, LIMA –PERÚ AÑO 2011.....      | 37 |
| TABLA 10. DETALLE DE LOS PARAMETROS DE LAS MEDIDAS ECOBIOMETRICAS DEL OJO IZQUIERDO DEL ÁGUILA ARPÍA ( <i>HARPIA ARPYJA</i> ) DEL ZOOCRIADERO EL HUAYCO, HUACHIPA, LIMA –PERÚ AÑO 2011. ....  | 37 |

# ÍNDICE DE GRÁFICOS E IMÁGENES

|   |    |
|---|----|
| GRÁFICO 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS VALORES DE LA LONGITUD AXIAL DE LOS OJOS DEL ÁGUILA ARPÍA ( <i>HARPIA HARPYJA</i> ) DEL ZOCRIADERO EL HUAYCO, HUACHIPA, LIMA-PERÚ AÑO 2011. ....                               | 38 |
| GRÁFICO 2. DISTRIBUCIÓN DE LOS VALORES DE LA CÁMARA ANTERIOR DE LOS OJOS DEL ÁGUILA ARPÍA ( <i>HARPIA HARPYJA</i> ) DEL ZOCRIADERO EL HUAYCO, HUACHIPA, LIMA-PERÚ AÑO 2011.....                               | 38 |
| GRÁFICO 3. DISTRIBUCIÓN DE LOS VALORES DEL CRISTALINO DE LOS OJOS DEL ÁGUILA ARPÍA ( <i>HARPIA HARPYJA</i> ) DEL ZOCRIADERO EL HUAYCO, HUACHIPA, LIMA-PERÚ AÑO 2011. ....                                     | 39 |
| GRÁFICO 4. DISTRIBUCIÓN DE LOS VALORES DEL SEGMENTO POSTERIOR DE LOS OJOS DEL ÁGUILA ARPÍA ( <i>HARPIA HARPYJA</i> ) DEL ZOCRIADERO EL HUAYCO, HUACHIPA, LIMA-PERÚ AÑO 2011.....                              | 39 |
| GRÁFICO 5. DISTRIBUCIÓN DE LOS VALORES DEL PECTEN DE LOS OJOS DEL ÁGUILA ARPÍA ( <i>HARPIA HARPYJA</i> ) DEL ZOCRIADERO EL HUAYCO, HUACHIPA, LIMA-PERÚ AÑO 2011. ....   | 40 |
| GRÁFICO 6. DISTRIBUCIÓN DE LAS MEDIAS DE LA LONGITUD AXIAL ENTRE EL OJO DERECHO Y EL OJO IZQUIERDO DEL ÁGUILA ARPÍA ( <i>HARPIA HARPYJA</i> ) DEL ZOCRIADERO EL HUAYCO, HUACHIPA, LIMA-PERÚ AÑO 2011. ....    | 40 |
| GRÁFICO 7. DISTRIBUCIÓN DE LOS VALORES DE LA CÁMARA ANTERIOR ENTRE EL OJO DERECHO Y EL OJO IZQUIERDO DEL ÁGUILA ARPÍA ( <i>HARPIA HARPYJA</i> ) DEL ZOCRIADERO EL HUAYCO, HUACHIPA, LIMA-PERÚ AÑO 2011. ....  | 41 |
| GRÁFICO 8. DISTRIBUCIÓN DE LOS VALORES DEL CRISTALINO ENTRE EL OJO DERECHO Y EL OJO IZQUIERDO DEL ÁGUILA ARPÍA ( <i>HARPIA HARPYJA</i> ) DEL ZOCRIADERO EL HUAYCO, HUACHIPA, LIMA-PERÚ AÑO 2011. ....         | 41 |
| GRÁFICO 9. DISTRIBUCIÓN DE LOS VALORES DEL SEGMENTO POSTERIOR ENTRE EL OJO DERECHO Y EL OJO IZQUIERDO DEL ÁGUILA ARPÍA ( <i>HARPIA HARPYJA</i> ) DEL ZOCRIADERO EL HUAYCO, HUACHIPA, LIMA-PERÚ AÑO 2011. .... | 42 |
| GRÁFICO 10. DISTRIBUCIÓN DE LOS VALORES DEL CRISTALINO ENTRE EL OJO DERECHO Y EL OJO IZQUIERDO DEL ÁGUILA ARPÍA ( <i>HARPIA HARPYJA</i> ) DEL ZOCRIADERO EL HUAYCO, HUACHIPA, LIMA-PERÚ AÑO 2011. ....        | 42 |
| IMAGEN 1. MEDIDAS ECOGRÁFICAS DEL SEGMENTO POSTERIOR (LINE1) Y DE LA CÁMARA ANTERIOR (LINE2), TOMADAS EN PLANO SAGITAL DEL ÁGUILA ARPÍA. ....   | 43 |
| IMAGEN 2. MEDIDAS ECOGRÁFICAS DEL CRISTALINO (LINE1) Y DEL PECTEN (LINE2), TOMADAS EN PLANO SAGITAL DEL ÁGUILA ARPÍA. ....  | 43 |
| IMAGEN 3. MEDIDA ECOGRÁFICA DE LA LONGITUD AXIAL (LINE1), TOMADA EN PLANO SAGITAL DEL ÁGUILA ARPÍA.....   | 44 |

# I. INTRODUCCIÓN

El águila arpía (*Harpia harpyja*) es una especie nativa del Perú, es el ave rapaz más grande de Sudamérica y una de las más grandes del mundo, de la familia de *Accipitridae*, sigue sin ser muy estudiada, habiendo solo pocos estudios de la misma (1).

La importancia del estudio se basa en proporcionar las medidas ecobiométricas normales (longitud axial, cámara anterior, cristalino, segmento posterior y pecten) de ambos ojos del águila arpía adulta en cautiverio, los cuales servirán para ayudar a un diagnóstico de enfermedades oculares, y asimismo a futuras investigaciones.

El águila arpía se encuentra categorizada por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) como especie CASI AMENAZADA desde el 2004 (2). Siendo en la arpía como en la todas las aves el ojo el órgano de vital importancia para su supervivencia en cautiverio como en vida silvestre, ya que sin estos no se podrían movilizar adecuadamente en el aire, por lo que no se podrían alimentar eficazmente, trayendo paulatinamente problemas de nutrición y posteriormente la muerte (3). Por lo tanto, el examen oftalmológico es de vital importancia para así poder obtener tener mayor información de estas aves, y así diagnosticar ciertas patologías y tratarlas referidas a esta estructura.

Por lo mismo el propósito de este trabajo es determinar los valores ecobiometricos mediante ecografía con modos A y B de los globos oculares en Águilas Arpía.

# I. MARCO TEÓRICO

## 1.1 Clasificación taxonómica y biología del águila arpía

El águila arpía, comúnmente llamada también Arpía Mayor, Harpía, American Harpy Eagle, taxonómicamente pertenece al Reino *Animalia*, Filo *Chordata*, Clase *aves*, Orden *Accipitriformes* y Familia *Accipitridae* (2). El águila arpía (*Harpia harpyja*) es el representante de la familia *Accipitridae* de mayor tamaño en Mesoamérica y el ave más poderosa a nivel mundial (1, 4).

Según Beachma (2000), Grzimek (2003) y Merrick (2006), las águilas arpías (*Harpia harpyja*) son la especie más grande de águilas con una longitud corporal que oscila de 89 a 102 cm y una envergadura de hasta 2 metros. Sus garras pueden tener hasta 12,5 cm de largo. Los machos tienen un peso promedio de 5 a 8 kg, y las hembras suelen ser más grandes llegando a tener un peso de 7 a 9 kg, asimismo no presentan diferencias oculares externas al examen oftalmológico entre machos y hembras. El dorso y alas es de un color gris oscuro o negro pizarra, su pecho y vientre son de color blanco. La cola es blanca con rayas negras. La corona de las águilas arpías consiste en largas plumas negras que se levantan cuando amenazan, aunque algunas teorías refieren que las elevan para dirigir el sonido a sus oídos, este aspecto es conocido como disco facial, parecido al que realizan los búhos. Sus pies son amarillos con garras negras (5).

La región neotropical abarca una superficie aproximada de 20,5 millones de km<sup>2</sup>, distribuidos desde el Sur de México hasta el Sur de América. La avifauna del neotrópico es una de las que tiene mayor diversidad del mundo, teniendo aproximadamente 3751 especies residentes y 286 migratorias (6).

El rango geográfico de la arpía se extiende desde el sur de México hasta noreste de Argentina de forma discontinua (7). Habita en bosques húmedos

lluviosos de tierras bajas, primordialmente en selvas perennifolias, desde el nivel del mar hasta casi 800 metros de altitud (8).

En el 2006 se registraron 356 reportes de la arpía, los cuales se dieron en dos periodos de 1980 a 1989 y de 1990 a 2002, en el cual el 89% de estos constituyen a registros confiables o confirmados por observaciones de nidos, adultos, juveniles y sub-adultos en cautiverios, muertos o silvestres. De estos reportes el 38% proceden de México y Centro América y el 62% de Sur América (9).

## **1.2 Importancia de la especie y estado de conservación**

La arpía se ubica como primer lugar de la cadena trófica, debido que no tiene predador. Es uno de los depredadores más grandes que vive en el bosque tropical, el águila arpía tiene un rol muy importante para mantener el equilibrio ecológico de estos ecosistemas en la cadena alimentaria en los bosques tropicales en donde se puede encontrar a esta especie. Así mismo, tiene un papel muy importante en el control de mesopredadores (7)

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), en el año 1988, el Águila arpía (*Harpia harpyja*) fue declarada como “especie amenazada”, en 1994 fue categorizada como “especie de bajo riesgo/casi amenazada”. A partir del 2004, son consideradas “especies casi amenazadas” (2).

Esta categorización de “CASI AMENAZADA” se debe a que constante destrucción de su hábitat por medio de la tala de árboles, incendios, la cacería por diversión o cacería de la gente de los pueblos que se encuentran en los bosques tropicales (3).

## **2.3 Antecedentes de crianza en cautiverio**

En un estudio realizado entre 1987 y el 2006, se evaluó si las crías del águila arpía (*Harpia harpyja*) que se encontraban en cautiverio podían ser liberadas en hábitats adecuados para ellas, con resultados satisfactorios. Las águilas

arpías fueron prestadas de Panama, Ecuador, Venezuela, Los Angeles Zoo, San Diego Zoo, Cheyenne Mountain Zoo y Captive hatched in Boise, participaron 18 águilas arpías (10)

Además, de 131 huevos puestos, 44 volantones fueron criados con éxito. Se observó el rechazo del otro huevo por parte de los padres, una vez eclosionaba el primero, los huevos rechazados fueron puesto en la incubadora. Al final del estudio se supo que habían fallecido aproximadamente el 64% de los individuos liberados, el 30% se encontraban desaparecidos y posiblemente con vida, y el 6% se hallaba nuevamente en cautiverio. Teniendo en cuenta que el 44% de las muertes de las águilas fueron por parte de los humanos con armas de fuego (10).

El estudio demostró que es muy factible poder criar águilas arpías (*Harpia harpyja*) en cautiverio con altas tasas suficientemente para tener una óptima restauración, seguido de un enriquecimiento sobre las arpías a los ciudadanos que se encuentran en el hábitat que serán liberadas estas (10).

## **2.4 Características de la función visual**

Las aves son la clase de vertebrados más dependientes visualmente (11,12). El órgano sensorial de la visión en aves es altamente especializado para que se ajuste a sus condiciones de vida. Su agudeza visual puede llegar a ser de hasta 8 veces más alta que los mamíferos. Sus campos visuales son hasta 360°, el rango de estereopsis es de 0° a 70°, la máxima frecuencia espacial (habilidad para distinguir un cierto movimiento en imágenes simples) es de más de 160 imágenes / segundos (10 – 15 en humanos) y una detección mínima de movimientos superiores a 15° / hora (movimientos que se realizan de forma muy lenta) (13, 14).

La percepción de la luz ultravioleta es una habilidad común en las aves diurnas, debido a las varillas en la retina, las cuales tienen una sensibilidad especial a la luz ultravioleta, por lo que esta juega un papel muy importante en características como la comunicación de las aves, el camuflaje y la orientación

(13). La agudeza de muchas aves rapaces supera la de otros seres vivos por su capacidad para discriminar las luminancias (11).

Los ojos de las aves ocupan un volumen considerable de la cabeza y son muy grandes en relación con el tamaño del cerebro. La luz entrante tiene que pasar a través de cuatro medios: la córnea, la cámara anterior, el lente y el cuerpo vítreo, antes de llegar a la retina, donde los fotorreceptores convierten la energía luminosa en impulsos eléctricos por blanqueo de pigmentos visuales. Los cuatro medios ópticos son notablemente transparentes, transmitiendo longitudes de onda hasta por lo menos 310 nm en el rango cercano al ultravioleta (15).

## **2.5 Anatomía y fisiología ocular**

El globo ocular posee un segmento posterior desproporcionadamente más grande que el izquierdo. La parte posterior del globo se fija estrechamente en la órbita, aunque algunas zonas temporales y dorsales no están protegidas por el hueso. El diámetro del ecuador del globo excede el diámetro del orbital óseo anterior en muchas especies. Las orbitas están separadas solo por una delgada estructura ósea o un tabique de tejido conectivo (16).

Los músculos extraoculares son rudimentarios, por lo que la motilidad ocular es limitada en comparación con los mamíferos. Hay 4 músculos rectos, 2 oblicuos, 1 músculo piramidal y 1 músculo cuadrado (el cual reemplaza al músculo retractor del bulbi en mamíferos que se encarga de la motilidad de la membrana nictitante (17, 18).

En las aves la córnea es histológicamente similar a la de los mamíferos. El lente es suave y casi esférico en aves nocturnas y tiene una apariencia anterior flanqueada en aves diurnas. Los procesos ciliares se unen a la capsula de la lente ecuatorial (17).

El vítreo es grande y transparente. El fondo del ojo es normalmente de color gris o rojizo con sus respectivos vasos coroides no siempre visible. El disco

óptico es largo y ovalado, pero a menudo es difícil en la oftalmoscopia, debido al pecten (19).

La retina en las aves es completamente avascularizada para evitar sombras y dispersión de la luz. Esta disposición se asocia con la presencia de un dispositivo nutricional inusual específico para las aves, el pecten. Esta estructura pigmentada negra sobresale de la retina ventral por encima de la salida del nervio óptico hacia el lente y está compuesta de vasos sanguíneos y células estromales extravasculares pigmentadas. También tiene una función nutritiva, esto es demostrado por la presencia de un gradiente del oxígeno del pecten a la retina, pasando de nutrientes del pecten en el vítreo, y la observación que los marcadores fluorescentes pasan del pecten en el vítreo. También postulan que la inercia del pecten durante los movimientos sacádicos del ojo podría ser utilizada como un sacudidor para propulsar el oxígeno y los alimentos dentro del ojo (20).

## **2.6 Enfermedades oculares en rapaces**

La presencia de microftalmia puede ser como resultado de una malformación congénita o por ptisis bulbi adquirida. Se ha descrito, la microftalmia con presencia de cataratas, displasia de retina y desprendimiento de retina en aves rapaces. La ptisis bulbi se ha podido observar con frecuencia secundaria a uveítis, sin embargo, es menos evidente que en los mamíferos, debido a la presencia de los huesos esclerales, es por ello que la diferencia entre microftalmia y ptisis depende de la historia clínica y el examen oftalmológico (21).

Las enfermedades orbitarias que causan exoftalmo son poco comunes en aves, de presentarse el desplazamiento anterior del globo ocular se puede deber a un traumatismo orbital, inflamación (hemorragia post traumática), infecciones tales como abscesos orbitales, neoplasias como neoplasmas linforeticulares, adenocarcinoma y osteosarcoma (22).

Las principales causas de uveítis en rapaces incluyen traumatismos, infecciones, inmunomediadas y neoplasias. La uveítis se puede presentar como uveítis anterior y/o posterior, frecuentemente asociada con hemorragia. En varios estudios realizados en rapaces, el hifema fue el hallazgo clínico más predominante, sin embargo, también se encuentran hallazgos como hipopion, coágulos de fibrina, iridociclodialisis (desgarro de iris), lesiones del lente y fracturas de los huesecillos esclerales (16, 23). Las secuelas de uveítis crónica incluyen edema corneal, sinequias posteriores, las cuales causan oclusión pupilar e iris bombé, sinequias anterior y posterior, glaucoma secundario, cataratas, atrofia o desprendimiento de retina y ceguera. (23)

El glaucoma puede ser secundario a uveítis e hifema. El glaucoma primario no se presenta en aves debido al ancho del ángulo iridocorneal. La buftalmia no es grave en el glaucoma en rapaces, debido a la presencia de los huesecillos esclerales (24).

Las cataratas en aves son congénitas o secundarias a deficiencias nutricionales, trauma, edad y degeneración retiniana. Las anomalías de desarrollo ocular microfaquia, el desarrollo de lentes con material anormal e hipoplasia del nervio óptico se han descrito en aves rapaces. Finalmente, otras etiologías de las cataratas incluyen la encefalomiелitis aviar, la deficiencia de vitamina E materna, traumatismo y la uveítis crónica (24).

## **2.7 Ecografía ocular**

El ultrasonido es un término utilizado para poder describir el sonido de frecuencias por encima de 20 000 Hz, más allá del alcance de la audición humana. Las frecuencias de 1-20 MHz son típicas para el ultrasonido diagnóstico (25).

La ecografía diagnóstica depende del análisis computarizado de las ondas ultrasónicas reflejadas, que construyen de manera no invasiva imágenes finas de las estructuras corporales internas. La resolución alcanzable es mayor con

longitudes de ondas más cortas, siendo la longitud de onda inversamente proporcional a la frecuencia. Asimismo, el uso de altas frecuencias está limitado por su mayor atenuación (pérdida de fuerza de la señal) en los tejidos, por lo tanto, menor profundidad de penetración. Es por ello, que se utilizan diferentes rangos de frecuencia dependiendo del examen a realizar; 3-5 MHz para zonas abdominales, 5-10 MHz para piezas pequeñas y superficiales y 10-30 MHz para piel y/o los ojos (26).

El funcionamiento del ecógrafo o software del computador, se basa en elaborar una imagen ecográfica visible en el monitor, con una escala de grises, dependiendo de las características del tejido sobre el que incide el haz de ultrasonidos. La valoración de estos niveles de grises, permite aproximarse a una interpretación tisular, ante una imagen ecográfica concreta. El brillo o luminosidad de un tejido es proporcional a la amplitud (en decibelios) de las ondas ultrasónicas reflejadas (27).

El modo A (modulación de amplitud), es una técnica de examen unidimensional en la que se utiliza un transductor con un solo cristal (26). Con este tipo de unidad de ultrasonido, los ecos se muestran como picos y se pueden medir las distancias entre las diversas estructuras. Este patrón no se muestra normalmente, pero se utiliza la información similar para construir la imagen bidimensional en el modo B (28).

El modo B (modulación de brillo), es una técnica similar, pero los ecos se muestran como puntos de diferente brillo, este tipo de imagen muestra todo el tejido atravesado por el ultrasonido. Las imágenes son bidimensionales y se conocen como imágenes en modo B o secciones de modos b. Si se ven múltiples imágenes en modo B en secuencia rápida, se convierten en imágenes en tiempo real (28).

## 2.8 Antecedentes de estudios ecográficos oculares

Se han realizado diversos trabajos oftalmológicos de medidas ecobiométricas en diversas especies de animales tanto domésticos como silvestres, a continuación, se presentan los resultados.

En primer lugar, en 1988, Buyukmihci N, realizó un estudio sobre el desarrollo de enfermedades oculares en aves rapaces, evaluando 16 aves rapaces desde 1977 hasta 1986, dando como resultado que la microftalmia fue la enfermedad más común que presentó esta serie de aves (21).

El primer estudio de ecografía ocular fue en 1982, en el cual evaluaron los ojos de perros con ecografía en modo A. Desde entonces la biometría ocular ha sido objeto de estudio en diferentes especies de animales (caninos, felinos, bovinos, caprinos, caimanes, entre otros) (29).

En el 2001, Paunknis A, realizó un estudio sobre la ecobiometría ocular en perros de diferentes edades (pediátricos, adultos), se tomaron las medidas del lente, longitud axial y profundidad vítrea, no se encontraron resultados con significancia ( $p > 0.05$ ) entre los 3 grupos evaluados con respecto a las cámaras evaluadas (30).

En el 2006, Gumpenberger y Kolm realizaron un estudio de ecografía y tomografía en los ojos de 7 especies de aves diferentes, estas fueron; el ratonero común (*Buteo buteo*), el cernícalo común (*Tinnunculus tinnunculus*), la lechuza (*Tyto alba*), el búho carabo (*Strix aluco*), el búho orejas largas (*Asio otus*), el búho cornudo (*Bubo bubo*) y la paloma doméstica (*Columba livia*). En este estudio, no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre el ojo derecho e izquierdo de las aves por medio de la ecografía o tomografía axial computarizada (TAC) (31).

En un estudio realizado por Harris en el 2008, reportó los hallazgos oftalmológicos encontrados en 23 búhos autillo chillón o búho de chillido oriental (*Megascops asio*), entre los cuales se encuentra la ecografía en modo A-scan con sonda de 15-MHz. Se tuvo la biometría de la cámara anterior, la

distancia de la córnea hasta la capsula posterior de lente, y la longitud axial, fueron respectivamente,  $4.03 \pm 0.3 \text{ mm}$ ,  $10.8 \pm 0.5 \text{ mm}$  y  $20.33 \pm 0.6 \text{ mm}$ . Se concluye que no hay diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre el ojo derecho e izquierdo de los búhos autillo chillón (32).

En el 2010, Pinto A. realizo un estudio ecográfico en 30 cabras adultas, donde midió la profundidad de la cámara anterior, el lente, la profundidad vítrea y la longitud axial diferenciando entre machos y hembras, fueron respectivamente  $3.46 \pm 0.55$ ,  $3.33 \pm 0.46 \text{ mm}$  (cámara anterior);  $8.60 \pm 0.34$ ,  $8.65 \pm 0.39 \text{ mm}$  (lente);  $11.34 \pm 0.61$ ,  $11.39 \pm 0.66 \text{ mm}$  (cámara vítrea); y  $23.43 \pm 0.92$ ,  $23.39 \pm 0.86 \text{ mm}$  (longitud axial). Finalmente se concluyó que no hay evidencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre machos y hembras ni entre el ojo derecho e izquierdo, siendo muy similares al de otras especies domesticas silvestres (33).

En el 2010, Lehmkuhl R. realizo un estudio ecográfico en 32 loros amazonas de frente azul (*Amazona aestiva*) utilizando un transductor de 10Mhz, sus resultados biométricos fueron,  $1.26 \pm 0.06 \text{ cm}$  para la longitud axial,  $0.17 \pm 0.03 \text{ cm}$  para la profundidad de la cámara anterior, y  $0.35 \pm 0.02 \text{ cm}$  para el lente, y  $0.73 \pm 0.04 \text{ cm}$  para el segmento posterior. No encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre el ojo derecho e izquierdo (34).

En un estudio realizo por Renata Squarzoni en el 2010, se evaluaron 27 del lechuzones orejudos (*Rhinoptynx clamator*), en este se determinaron 5 medidas ecobiométricas (longitud axial, profundidad de la cámara anterior, espesor del cristalino, profundidad del segmento posterior o vítreo y el pecten) usando un transductor de 12 MHz, dando como media lo siguiente resultados; para el ojo izquierdo fueron  $23.76 \pm 0.92 \text{ mm}$  para la longitud axial,  $7.79 \pm 0.27 \text{ mm}$  para el cristalino,  $4.27 \pm 0.47$  para la cámara anterior,  $11.36 \pm 0.29 \text{ mm}$  para el vítreo y  $5.69 \pm 0.50 \text{ mm}$  para el pecten, y en el ojo derecho los valores fueron,  $24.25 \pm 0.79 \text{ mm}$  para la longitud axial,  $8.03 \pm 0.40 \text{ mm}$  para el cristalino,  $4.56 \pm 0.52 \text{ mm}$  para la cámara anterior,  $11.40 \pm 0.25 \text{ mm}$  para el vítreo y  $5.68 \pm 0.41 \text{ mm}$  para el pecten. Dando como

resultado final que no se encontraron diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre el ojo izquierdo y derecho de las medidas analizadas (35)

En un estudio realizado por Martins B. en el 2010, evaluó a perros con cataratas inmaduras, maduras y diabéticas, siendo las medidas de longitud axial, cámara anterior, lente y cámara vítrea fueron respectivamente, 19.22mm, 2,35mm, 7,94mm y 8,94mm. Así mismo, se mostraron diferencias significativas mayores en el lente con catarata diabética con 8.9mm comparada con la catarata madura de 8.12mm, por otro lado el lente con catarata inmadura eran de menor tamaño que las de catarata madura y diabética (36)

En el 2011, se realizó otro estudio de ultrasonografía con modo B en perros de raza Cavalier King con edad promedio de 1 hasta 3 años, utilizando un transductor curvo de 8MHz. Se midió la longitud axial, el espesor del lente, la profundidad de la cámara anterior y la profundidad de la cámara vítrea; longitud axial  $18,10\pm 0,48$ mm, espesor del lente  $7,15\pm 0,16$ mm, para la cámara anterior fue  $2,05\pm 0,37$ mm y para la cámara vítrea fue  $8,91\pm 0,30$ mm, al igual que los otros estudios de diferentes autores no encontraron diferencia significativa ( $p>0.05$ ) entre ojo derecho e izquierdo, ni entre machos y hembras (37).

En el 2012, Amber Labelle realizó un examen oftalmológico completo, incluyendo la ecografía ocular en modo B, en 7 especies de aves silvestres; búho barrado (*Strix varia*), halcón de Cooper (*Accipiter cooperii*), búho de chillido oriental (*Megascops asio*), gran búho cornado (*Bubo virginianus*), cernícalo americano (*Falco sparverius*), halcón de cola roja (*Buteo jamaicensis*) y el buitre de Turquía (*Cathartes aura*). Solo el 11.3% de las aves presentaron anomalías en el ultrasonido, siendo el 77.8% un aumento de la ecogenicidad vítrea y un 55.6% desprendimiento de retina (38).

Se tomó la biometría de la cámara anterior, el lente, el vítreo, la longitud axial y el pecten, del búho barrado, halcón de Cooper, búho de chillido oriental, gran búho cornado, cernícalo americano, halcón de cola roja y el buitre de Turquía,

concluyéndose que no se encontró diferencia significativa entre el ojo derecho y el ojo izquierdo de cada especie (38).

En el 2014, se midió la presión intraocular y la ecobiometría de 44 ojos de yacaré negro (*Caiman yacare*). Tomando las medidas de profundidad de la cámara anterior, espesor del lente, profundidad de la cámara vítrea y la longitud axial del globo ocular, se dividieron entre machos y hembras, respectivamente, cámara anterior  $2.61 \pm 0.13$  y  $2.55 \pm 0.188$ mm, lente  $7.60 \pm 0.17$  y  $7.54 \pm 0.20$ mm, cámara vítrea  $6.83 \pm 0.20$  y  $6.90 \pm 0.22$ mm y para la longitud axial  $17.55 \pm 0.25$  y  $17.54 \pm 0.29$ mm. Así mismo, no se encontró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre machos ni hembras y ni entre ojo derecho e izquierdo (39).

Mirshahi realizó un trabajo en el 2014 en 20 gatos persas, se evaluaron mediante ultrasonido las medidas de cámara anterior, espesor del lente, cámara vítrea mediante, fueron  $4.1 \pm 0.7$ mm,  $7.7 \pm 0.5$ mm y  $8.2 \pm 0.4$ mm respectivamente, no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre el ojo izquierdo y derecho, ni entre la toma de planos horizontales y verticales (40).

Finalmente, en un estudio realizado por Warderlei en el 2017, evaluó la arteria ocular del pecten en 20 águilas arpías adultas entre machos y hembras mediante la ecografía doppler en modo B (41).

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Localización y Ambiente

El estudio se realizó en el Zocriadero José Antonio Otero “El Huayco”, en el distrito de San Juan de Lurigancho, región Lima, departamento de Lima; geográficamente está ubicado en la Calle 4 182 Lima, Perú, en las coordenadas Latitud 12°00′29.9″ S, Longitud 76°55′23.9″ W. Tiene un rango altitudinal de 0 – 200 m.s.n.m., ubicado a la ribera del río Huaycoloro, afluente del río Rímac que desemboca en el Océano Pacífico.

Considerado como desierto del pacifico, tiene un clima cálido en el verano y húmedo durante el invierno, época en que son frecuentes las garúas y una espesa capa de nubes que impiden el paso del sol. El verano se extiende desde fines de setiembre a marzo.

### 2.2 Población y Muestra

El muestreo se realizó utilizando el total de la población de águilas arpías sanas al examen oftalmológico (12 ejemplares) del zocriadero el huayco, realizado en agosto-septiembre del 2011, tomando muestras del total de águilas adultas (hembras, machos). (Tabla 9-10)

### 2.3 Metodología Diagnóstica

Las medidas ecobiométricas fueron obtenidas por medio del ecógrafo ocular B-Scan Accutome™ (4 herramientas de medición incluyendo la A-Vectorial para diagnóstico de patologías oculares, resolución de 0.015mm, 34 segundos lazos ilimitados de la película, zoom 2x sin distorsión de imagen y tiene interfaz de fácil uso, portable con un transductor de 15MHz). Para lo cual se tuvieron que tomar de manera individual a las aves, siguiendo un mismo protocolo para cada una de ellas.

El examen fue llevado a cabo con las aves despiertas. Cada ave fue capturada por su capataz, llevada a un cuarto con mínima cantidad de ruido, el cual estaba a 20m de distancia de su jaula, su cuidador les realizo una sujeción física, en primer lugar, les envolvió las alas con una malla de cocada de 1 metros de ancho por 0.5 metro de alto, luego de ello les sujeto con su otra mano las patas, y un segundo cuidador le sujeto la cabeza para que se pueda realizar la ecografía adecuadamente, luego se aplicó en cada córnea un anestésico tópico (tetracaina 0.5%), esperado 15 segundos que haga efecto el anestésico, seguidamente por ojo se colocó 1 ml de gel para ultrasonido en la punta del transductor de 15 MHz, se abrieron los párpados mecánicamente y se acercó el transductor en un plano sagital al ojo derecho y luego al ojo izquierdo del águila arpía, terminado la ecografía se limpiaron los ojos del águila con gasa y suero fisiológico estéril, y se liberó al ave soltando primero su alas, cabeza y al final sus patas, en su jaula observándola durante 15 minutos para evaluar si tuvo algún nivel de estrés.

Durante el procedimiento se recogió las medidas biométricas con modo A y B, descritas a continuación: en primer lugar, la longitud axial, la cual es la medida comprendida desde la parte posterior de la córnea hasta la retina. La cámara anterior que es el espacio que se encuentra entre la córnea y la capsula anterior del lente o cristalino. El cristalino el cual está situado detrás del iris y el humor acuoso (capsula posterior del lente) y por delante del humor vítreo (capsula posterior del lente). El segmento posterior que comprende desde la capsula posterior del cristalino hasta la retina, y finalmente el pecten. Una vez terminadas las medidas del total de las águilas, fueron almacenadas en Office Microsoft Excel 2010 ®.

Se guardaron las ecografías oculares de las águilas en un computador portátil, hasta que fue realizado el procesamiento de las longitudes en el centro de computación de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Ricardo Palma. Los cuales se registran en las tablas 1-10.

### III. RESULTADOS

Se evaluaron 12 individuos, entre machos y hembras de águilas arpías (*Harpia harpyja*) adultas en cautiverio, sin alteraciones evidentes al examen clínico oftalmológico, con un total de 24 ojos medidos.

Se realizaron 5 medidas ecográficas en ambos ojos de cada individuo: obteniendo un promedio de  $28.65 \pm 0.41$ mm para la longitud axial,  $5.56 \pm 0.32$ mm para la cámara anterior,  $5.86 \pm 0.17$ mm para el cristalino,  $17.48 \pm 0.37$ mm para el segmento posterior, y  $9.34 \pm 0.26$ mm para el pecten. (Tabla 1) (Gráfico 1-5)

Los resultados comparativos de las medidas ecográficas entre el ojo derecho e izquierdo se encuentran en las tablas 2-8 y gráficos 6-10.

El promedio de la longitud axial fue  $28.6 \pm 0.52$ mm para el ojo derecho, y  $28.69 \pm 0.65$ mm para el ojo izquierdo. No se encontró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). (Tabla 4) (Gráfico 6)

El promedio de la cámara anterior fue  $5.6 \pm 0.48$ mm para el ojo derecho, y  $5.51 \pm 0.43$ mm para el ojo izquierdo. No se encontró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). (Tabla 5) (Gráfico 7)

El promedio del cristalino fue  $5.83 \pm 0.19$ mm para el ojo derecho, y  $5.89 \pm 0.28$ mm para el ojo izquierdo. No se encontró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). (Tabla 6) (Gráfico 8)

El promedio para el segmento posterior fue  $17.23 \pm 0.17$ mm para el ojo derecho, y  $17.74 \pm 0.71$  para el ojo izquierdo. No se encontró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). (Tabla 7) (Gráfico 9)

El promedio para el pecten fue  $9.27 \pm 0.35$ mm para el ojo derecho, y  $9.4 \pm 0.40$ mm para el ojo izquierdo. No se encontró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). (Tabla 8) (Gráfico 10)

## IV. DISCUSIÓN

En otros estudios se realizó las mediciones ecobiométricas de 20 ratoneros común y cernícalos comunes (31), de 6 buitres de Turquía, 5 águilas de Cooper (38), en un estudio realizado por Wanderlei en el 2017, se utilizaron 20 águilas arpías (*Harpia harpyja*) para la evaluación de la arteria ocular del pecten (41), en este estudio se utilizó el total de águilas arpías (*Harpia harpyja*) adulta, constituyen el total de arpías criadas en cautiverio en el Zoocriadero el Huayco y siendo el primer estudio en águilas arpías en el Perú.

El modo A ecográfico es un método unidimensional donde los ecos se muestran como picos, donde cada pico indica el inicio o término de una estructura, pudiéndose así medir las distancias entre diversas estructuras (26,28). El modo B es una técnica similar, sin embargo, los ecos se ven como puntos de diferente intensidad de brillo, mostrándose el tejido atravesado por el ultrasonido, siendo así un método bidimensional, dando una imagen de la estructura y permitiendo medir estructuras (28). Es por ello, que en este estudio se utilizó el modo B, debido a que da una mayor exactitud en las medidas de las estructuras (31, 33,34, 35, 41).

El 1982 se publicó el primer estudio ecográfico en animales, en el cual evaluaron los ojos de perros con ecografía en modo A (29). Habiendo pocos estudios ecográficos en el globo ocular de las aves, aunque hay diferencias en las conformaciones anatómicas oculares con respecto al tamaño y forma de las especies aviares. Las águilas arpías fueron usadas en este estudio porque son aves que se encuentran según la UICN como especie CASI AMENAZADA desde el 2004 (2), además de ser el ave rapaz más grande de Sudamérica, y de ser una especie común en diferentes áreas geográficas, desde el sur de México hasta el noreste de Argentina (7).

Los ojos de las aves son relativamente grandes en comparación con el tamaño de la cabeza, el cerebro y el resto del cuerpo. La proporción del ojo de las aves es aproximadamente el 15% del peso total de la cabeza y en los humanos esta proporción es aproximadamente 1% (26). Por lo que el estudio de la biometría ocular es de vital importancia en aves, dado que en todas las aves el globo ocular es el órgano de vital importancia para su supervivencia en cautiverio como en vida silvestre (3).

La biometría del ojo puede usarse para determinar cambios en el tamaño ocular; glaucoma, neoformaciones, cataratas, enfermedades orbitarias, etc. (30, 32, 36). Este estudio en águilas arpías proporciona los valores biométricos normales de la longitud axial, la cámara anterior, el cristalino, el segmento posterior y el pecten, para que pueda ser utilizada como ayuda diagnóstica oftalmológica en esta especie y comparativa para otras rapaces y aves de otros género.

En este estudio la media de la longitud axial fue de 28.65mm, estos valores son mayores a los notificados por Squarzoni en el 2010, obtuvo una media para longitud axial de 23.76mm en el lechuzon orejudo (*Rhinoptynx clamator*) (35), sin embargo, el lechuzon orejudo posee unos ojos grandes con relación a su cabeza, además de ser mucho más pequeño (427-622gr) que el águila arpía (*Harpia harpyja*) (7.2-8.7 kg) (5). Así como también Lehmkuhl en el 2010, realizo un estudio en 32 loros amazonas de frente azul obteniendo como la media para la longitud axial de 11.26mm, siendo menores a los de las arpías, debido al tamaño y peso de las aves. En el 2012, se evaluó las medidas ecografías de 3 buitres de Turquía (*Cathartes aura*) adultos con un peso de 1.2-2.2 Kg, dando la media de 16.8mm para la longitud axial, siendo menor a la del águila arpía debido al menor peso de buitre de Turquía (38). La medición de la longitud axial sirve de apoyo diagnostico en casos de microftalmia. Buyukmihci en 1988, evaluó a 16 aves rapaces con diferentes condiciones oculares; siendo la microftalmia la patología más común entre las aves (21).

La media de la cámara anterior en este estudio fue de 5.56mm, a diferencia de otros estudios; en el 2006 se realizó la medición de la águila ratonera (*Buteo buteo*) dando una media de la cámara anterior de 2.9mm (31), en un estudio en el 2010 se evaluó mediante ecografía a 27 lechuzones orejados dando como media de la cámara anterior 4.27mm (35), en el 2012 una evaluación en buitres de Turquía dio su medida para la cámara anterior de 3.1mm (38), estos valores fueron inferiores a los del águila arpía debido a la menor envergadura y peso de las aves a diferencia de la arpía. La medición de la cámara anterior, es de ayuda diagnóstica en caso de glaucoma, uveítis anterior y/o posterior. En el glaucoma se altera en primera instancia el tamaño de la cámara anterior, y según sea mayor la hipertensión presentada, podrá alterar todas las estructuras del globo ocular (24). La uveítis en rapaces se asocia a traumatismos, infecciones, enfermedades inmunomediadas y neoplasias, pudiendo alterar la cámara anterior y/o segmento posterior (23).

En el estudio la media del cristalino fue de 5.86mm, en un estudio por Squarzoni en el 2010 la media del cristalino en lechuzones orejados fue de 4.56mm (35), en el 2006 un estudio en el *Buteo buteo* la media del cristalino fue de 5.50mm (31), en el buitre de Turquía 3.5mm (38), en el amazona de frente azul la media del cristalino fue de 3.5mm (34), la media para el cristalino del águila arpía fue mayor que el de estas aves, por el mayor tamaño y peso que presenta. El estudio ecográfico del cristalino (medición y ecogenicidad), permite el diagnóstico del tipo y estadio de catarata sean congénitas o secundarias deficiencias nutricionales, trauma, edad y degeneración retiniana (24,36).

La media del segmento posterior en este estudio fue de 17.48mm, en otros estudios de otras especies aviares se encontró los siguiente resultados; en el *Buteo buteo* tuvo un media de 13.00mm en el 2006, en el 2010 dos estudios uno en amazonas de frente azul dio una media de 7.30mm para el segmento posterior (34) y otro en lechuzones orejados dio una media de 11.36mm (35), en el 2012 en el buitre de Turquía dio la media del segmento posterior 11.4mm

(38), siendo menores a las medias encontradas en este estudio para el águila arpía, debido a su mayor envergadura y tamaño. La medición del segmento posterior o cámara vítrea, permite identificar exoftalmos, ya que habrá una disminución en su medida por la presión ejercida del problema subyacente. El exoftalmo es poco común en aves, puede ser secundario a traumas, infecciones orbitales o neoplasias causando un desplazamiento anterior del globo ocular (22).

En este estudio la media del pecten fue de 9.34mm, en otros estudios se encontraron las siguientes medias del pecten; en un estudio en buitres de Turquía la media del pecten fue de 7.4mm (38), en lechuzones orejudos la media del pecten fue de 5.68mm (35), el águila arpía presenta un mayor tamaño del pecten debido al mayor tamaño del globo ocular, la cual tiene referencia debido a que tiene un mayor tamaño y peso. La medición del pecten, es de ayuda diagnóstica en patologías referente a la misma, debido a que este es el encargado de nutrir al globo ocular, ya que la retina es avascular. El pecten puede presentar atrofia del pecten, de la arteria ocular del pecten, etc. (41).

En este estudio se concuerda con los autores (30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40,41) de no tener diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre el ojo derecho e izquierdo de la biometría de la longitud axial, la cámara anterior, el cristalino, el segmento posterior y el pecten de las águilas arpías (*Harpia harpyja*).

## V. CONCLUSIONES

Se evaluó el total de águilas arpías (*Harpia harpyja*) adultas criadas en cautiverio en el Zoológico el Huayco en el 2011, siendo el primer estudio realizado en arpías en el Perú.

La ecografía en modo A y B puede ser utilizada para evaluar la biometría ocular del águila arpía y de otras especies animales, además de servir como un importante instrumento diagnóstico clínico para aves con anomalías oculares. Además, la ecografía ocular es una técnica diagnóstica para identificar patologías oculares y debe de constituirse como un examen de rutina tanto en águilas arpías, como en otras especies.

Es importante la mayor información posible que ayude a la supervivencia de la especie, ya que esta se encuentra como una especie CASI AMENAZADA, desde el 2004 según la UICN.

Los aspectos oculares de esta ave son similares a las de otras aves rapaces, sin embargo, es importante tener sus propios valores biométricos para así poder llevar a cabo una correcta interpretación del examen ocular.

Los datos obtenidos en esta investigación son de animales aparentemente sanos al examen oftalmológico, los cuales pueden ser la base para la comparación en el diagnóstico de enfermedades oculares en águilas arpías.

La medición de la longitud axial de globo ocular sirve como ayuda diagnóstica de enfermedades como la microftalmia.

La medición de la cámara anterior, es un apoyo diagnóstico para patologías como; glaucoma, uveítis anterior, uveítis posterior y panuveítis.

La biometría del cristalino permite diagnosticar el estadio de cataratas congénitas o secundarias.

La medición del segmento posterior es un apoyo diagnóstico para determinar la causa de la exoftalmia.

Se concluye que las mediciones del globo ocular del águila arpía (*Harpia harpyja*) es de mayor tamaño al de águila ratonera (*Buteo buteo*), lechuzon orejudo (*Rhinoptynx clamator*), loro amazonas de frente azul (*Amazona aestiva*) y buitres de Turquía (*Cathartes aura*), dado que el águila arpía tiene un mayor peso y tamaño que el águila ratonera, lechuzon orejudo, loro amazonas de frente azul y buitres de Turquía.

No se encontró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre el ojo derecho e izquierdo para la longitud axial, la cámara anterior, el cristalino, el segmento posterior y el pecten.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Collar, N. J. 1989. Harpy Eagle. *World Birdswatch*. 11(3): 5.
2. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) Red List of Threatened Species: *Harpia Harpyja*. [Página en internet]. 2017. [Consultado el 18 de abril 2017]. Disponible en: <https://goo.gl/QdMNNV>
3. Rettig, N., K. Hayes. 1995. Remote world of the harpy Eagle. *National Geographic*; 187(2): 40-49.
4. Sick, H. 1997. *Ornitología Brasileira*. Ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, Brasil.
5. Shaner, K. 2011. *Harpia Harpyja*. Animal Diversity Web University of Michigan. Disponible en: <https://goo.gl/mYC386>
6. Ojasti, J. 2000. Manejo de fauna silvestre Neotropical. SIMAB Serie No.5, Smithsonian Institution/MAB Program, Washington, DC.
7. Retting, N. 1978. Breeding behavior of the Harpy Eagle. *Auk* 95: 629–643.
8. Álvarez, E. 1996. Biology and conservation of the Harpy Eagle in Venezuela and Panama. Ph.D. Gainesville, FL: University of Florida. Disponible en: <https://goo.gl/hGFFUq>
9. Vargas, J. J., D. Whitacre, R. Mosquera, J. Albuquerque, R. Piana, J. M. Thiollay, C. Márquez, J. E. Sánchez, M. Lezama-López, S. Midence, S. Matola, S. Aguilar, N. Rettig y T. Sanalotti. 2006. Status and current distribution of the Harpy Eagle (*Harpia harpyja*) in Central and South America. *Ornitologia Neotropical* 17: 39-55.
10. Ritchard T. Watson, Christopher J.W. McClure, F. Hernán Vargas, and J. Peter Jenny. 2016. Trial Restoration of the Harpy Eagle, a large, long-lived, Tropical Forest Raptor, in Panama and Belize. *J. Raptor Res*; 50(1):3-22.

11. Güntürkün O. Sensory Physiology: vision. In: Whittow G. C. Sturkie's Avian Physiology. 5a ed. New York, NY: Academic Press; 2000. pp. 1-19. Toronto: Springer; 2011. P. 13-19.
12. Jones M, Pierce K, Ward D. Avian Vision: A Review of Form and Function with Special Consideration to Bird of Prey. Journal of Exotic Pet Medicine, (April), 2007: Vol 16, No 2 pp 69-87.
13. Bennett A.T. and Cuthill I.C. - Ultraviolet vision in birds: What is its function? *Vis Res*, 1994; 34:1471-1478.
14. Korbelt R.T. - Avian ophthalmology principles and application. Proceedings WSAVA-FECAVA-AVEPA Congress, 2002; 214-217.
15. Emmerton, J. Schwemer, J. Muth, I. and Schlecht, P. (1980). Spectral transmission of the ocular media of the pigeon. (*Columba livia*). Invest. Ophthalmol. Visual Sci. 19, 1382-1387.
16. Korbelt R.T. Disorders of the Posterior eye segment in Raptors- Examination procedures and findings. In: Lumeij J, Remple J, Redig P, Lierz M, 23. Cooper J. Raptor Biomedicine III. Zoological Education Network. Florida. 2000; 179-193.
17. Kern J. Disorders of the Special Senses. In: Altman R., Clubb S, DORRESTEIN G, Quesenberry K. Avian Medicine and Surgery. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1989; 563-589.
18. Bohorquez M, Aparecida de Oliveira C: An additional bone in the sclera of the eyes of owls and the common potoo (*Nyctibius griseus*) and its role in the contraction of the nictitating membrane. *Acta Anat (Basel)* 163:201-211, 1998.
19. Bellhorn R.W. Retinal Nutritive Systems in Vertebrates. *Sem in Avian and Exotic Pet Med*, 1997, 6: 108-118.
20. Bellhorn, R.W. and Bellhorn, M.S. 1975. The avian pecten. I. Fluorescein permeability. *Ophthalmic Res.* 7, 1-7.
21. Buyukmihci NC, Murphy CJ, Schultz T. Developmental ocular disease of raptors. *Journal of Wildlife Diseases.* 1988; 24(2): 207-213.

22. Dukes T.W, Pettit J.R. Avian ocular neoplasia – a description of a spontaneously occurring cases. *Can J Com Med*, 1983; 47: 33-36.
23. Tsai, S., Park J., Hira K., Hakura C. Eye lesions in pet birds. *Pathology*. 1993; 22:95-112.
24. Williams D. Ophthalmology. In: Ritchie B. Harrison G. *Avian Medicine: Principles and Application*. Lake Worth, Fla: Wingers Publishing, 1994:673-694. Disponible en: <https://goo.gl/K97Ljs>.
25. Chan V, Perlas A. Basics of Ultrasound Imaging. In: Narouze S. N. editors. *Atlas of Ultrasound-Guided Procedures in Interventional Pain*. Toronto: Springer; 2011. p. 13-19.
26. Lutz H, Soldner R. Basic physics of ultrasound. In: Buscarini E, Lutz H. editors. *Manual of diagnostic ultrasound*. Geneva: WHO; 2011. p. 1-26.
27. Muñoz, H. A. *Ecografía ocular y orbitaria [tesis doctoral]*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Medicina; 1992.
28. World Health Organization. *Manual of diagnostic ultrasound*. Geneva: Palmer; 2003.
29. Schiffer S. P., Rantanen N. W., Leary G. A., and Bryan G. M. Biometric study of the canine eye, using A-mode ultrasonography. *Am J Vet Res*. 1982;43(5):826-830.
30. Paunknis A, Svaldeniene E, Paunksniene M, Babrauskiene V. Ultrasonographic evaluation of the eye parameters in dogs of different age. *Ultrag*. 2001;2(39):1-4.
31. Gumpenberger M., Kolm G. Ultrasonographic and computed tomographic examinations of the avian eye: physiologic appearance, pathologic findings, and comparative biometric measurement. *Vet Radiol & Ultrasound*. 2006;47(5):492-502.
32. Harris M., Schorling J., Herring I., Elvinger F., Bright P., and Pickett J. Ophthalmic examination findings in a colony of Screech owls (*Megascops asio*). *Vet Ophtal*. 2008; 11(3): 186-192.

33. Pinto R. A, Lima S. N, Costa S. V, Campos F. A, Auxiliadora M. I, Laus J. Ultrasonographic and echobiometric findings in the eyes of adults goats. *Cienc Rural*. Mar 2010;40(3):568-573.
34. Lehmkuhl R, Almeida M, Mamprim M, and Vulcano L. B-Mode ultrasonography biometry of the Amazon Parrot (*Amazona aestiva*) eye. *Vet Ophtal*. 2010;13(1):26-28.
35. Squarzoni R, Perlmann E, Antunes A, Milanelo L y Moraes P. Ultrasonographic aspects and biometry of Striped owl's eyes (*Rhinoptynx clamator*). *Vet Ophtal*. 2010;13(1):86-90.
36. Martins B. C, Lima F. S, Laus J. L. Simultaneous mode A and mode B echobiometry of senile cataractous eyes in dogs. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*.2010;62(1):42-46.
37. Squarzoni, R. Ocular biometry and its relation with gender, age, size, weight and dimensions of the head in Cavalier king Charles Spaniels. [dissertation]. Universidad de San Paulo; 2011.
38. Amber L. Labelle, Julia K. Whittington, Carrie B. Breaux, Philippe Labelle, Mark A. Mitchell, Mitzi K. Zarfoss, Stephanie A. Schmidt and Ralph E. Hamor. Clinical utility of a complete diagnostic protocol for the ocular evaluation of free-living raptors. *Vet Ophtal*. 2012; 15(1): 5-17.
39. Ruíz T, Campos W, Peres T, Goncalves C, Ferraz R, Néspoli P; et al. Intraocular pressure, ultrasonographic and echobiometric findings of juvenile Yacare caimán (*Caiman yacare*) eye. *Vet Ophthalmol*. 2014;1-6.
40. Mirshahi A, Shafigh SH, Azizzadeh M. Ultrasonographic biometry of the normal eye of the Persian cat. *Aust Vet J*. July 2014;92(7):246-249.
41. Wanderlei M., Ferreira T., Somma A., Cubas Z., Moore B., Montiani F. Doppler ultrasonography of the *pectinis oculi* artery in harpy eagles (*Harpia harpyja*). *OpenVetJ*. 2017; 7(1):70-74.

## VII. ANEXO

| Variable           | n  | Media | D.E. | E.E. | CV    | Mín   | Máx   |
|--------------------|----|-------|------|------|-------|-------|-------|
| Longitud axial     | 24 | 28.65 | 1.03 | 0.21 | 3.59  | 26.91 | 31.51 |
| Cámara Anterior    | 24 | 5.56  | 0.8  | 0.16 | 14.32 | 4.09  | 6.9   |
| Cristalino         | 24 | 5.86  | 0.43 | 0.09 | 7.35  | 5.21  | 6.92  |
| Segmento posterior | 24 | 17.48 | 0.94 | 0.19 | 5.35  | 16.86 | 21.51 |
| Pecten             | 24 | 9.34  | 0.66 | 0.13 | 7.08  | 8.3   | 10.46 |

Tabla 1. Parámetros de resumen de las medidas ecobiométricas de los ojos de las Águilas arpías (*Harpia harpyja*) del zocriadero el Huayco, Huachipa, Lima –Perú año 2011.

| Variable           | n  | Media | DE   | LI(95) | LS(95) |
|--------------------|----|-------|------|--------|--------|
| Longitud axial     | 12 | 28.6  | 0.93 | 28.01  | 29.19  |
| Cámara anterior    | 12 | 5.6   | 0.86 | 5.05   | 6.15   |
| Cristalino         | 12 | 5.83  | 0.35 | 5.61   | 6.05   |
| Segmento posterior | 12 | 17.23 | 0.31 | 17.04  | 17.42  |
| Pecten             | 12 | 9.27  | 0.63 | 8.87   | 9.67   |

Tabla 2. Parámetros de resumen de las medidas ecobiométricas del ojo derecho de las Águilas arpías (*Harpia harpyja*) del zocriadero el Huayco, Huachipa, Lima-Perú año 2011.

| Variable           | n  | Media | DE   | LI(95) | LS(95) |
|--------------------|----|-------|------|--------|--------|
| Longitud axial     | 12 | 28.69 | 1.16 | 27.96  | 29.43  |
| Cámara anterior    | 12 | 5.51  | 0.76 | 5.03   | 5.99   |
| Cristalino         | 12 | 5.89  | 0.51 | 5.56   | 6.21   |
| Segmento posterior | 12 | 17.74 | 1.26 | 16.94  | 18.54  |
| Pecten             | 12 | 9.4   | 0.71 | 8.95   | 9.86   |

Tabla 3. Parámetros de resumen de las medidas ecobiométricas del ojo izquierdo de las Águila arpías (*Harpia harpyja*) del zoocriadero el Huayco, Huachipa, Lima-Perú año 2011.

|                       | Grupo 1       | Grupo 2       |
|-----------------------|---------------|---------------|
|                       | Ojo Derecho   | Ojo Izquierdo |
| n                     | 12            | 12            |
| Media                 | 28.6          | 28.69         |
| Varianza              | 0.87          | 1.34          |
| Media(1)-<br>Media(2) | -0.09         |               |
| LI(95)                | -0.98         |               |
| LS(95)                | 0.8           |               |
| pHomVar               | 0.4917        |               |
| T                     | -0.21         |               |
| <b>p-valor</b>        | <b>0.8329</b> |               |

Tabla 4. Diferencia de medias de la longitud axial entre el ojo derecho e izquierdo del Águila arpía (*Harpia harpyja*) del zoocriadero el Huayco, Huachipa, Lima-Perú año 2011.

|                       | Grupo 1       | Grupo 2       |
|-----------------------|---------------|---------------|
|                       | Ojo Derecho   | Ojo Izquierdo |
| n                     | 12            | 12            |
| Media                 | 5.6           | 5.51          |
| Varianza              | 0.74          | 0.58          |
| Media(1)-<br>Media(2) | 0.09          |               |
| LI(95)                | -0.6          |               |
| LS(95)                | 0.77          |               |
| pHomVar               | 0.6789        |               |
| T                     | 0.26          |               |
| <b>p-valor</b>        | <b>0.8001</b> |               |

Tabla 5. Diferencia de medias de la cámara anterior entre el ojo derecho e izquierdo del Águila arpía (*Harpia harpyja*) del zoológico el Huayco, Huachipa, Lima-Perú año 2011.

|                       | Grupo 1      | Grupo 2       |
|-----------------------|--------------|---------------|
|                       | Ojo Derecho  | Ojo Izquierdo |
| n                     | 12           | 12            |
| Media                 | 5.83         | 5.89          |
| Varianza              | 0.12         | 0.26          |
| Media(1)-<br>Media(2) | -0.06        |               |
| LI(95)                | -0.43        |               |
| LS(95)                | 0.32         |               |
| pHomVar               | 0.2096       |               |
| T                     | -0.31        |               |
| <b>p-valor</b>        | <b>0.762</b> |               |

Tabla 6. Diferencia de medias del cristalino entre el ojo derecho e izquierdo del Águila arpía (*Harpia harpyja*) del zoológico el Huayco, Huachipa, Lima-Perú año 2011.

|                       | Grupo 1       | Grupo 2       |
|-----------------------|---------------|---------------|
|                       | Ojo Derecho   | Ojo Izquierdo |
| n                     | 12            | 12            |
| Media                 | 17.23         | 17.74         |
| Varianza              | 0.09          | 1.6           |
| Media(1)-<br>Media(2) | -0.51         |               |
| LI(95)                | -1.33         |               |
| LS(95)                | 0.31          |               |
| pHomVar               | <0.0001       |               |
| T                     | -1.35         |               |
| <b>p-valor</b>        | <b>0.2007</b> |               |

Tabla 7. Diferencia de medias del segmento posterior entre el ojo derecho e izquierdo del Águila arpía (*Harpia harpyja*) del zoológico el Huayco, Huachipa, Lima-Perú año 2011.

|                       | Grupo 1       | Grupo 2       |
|-----------------------|---------------|---------------|
|                       | Ojo Derecho   | Ojo Izquierdo |
| n                     | 12            | 12            |
| Media                 | 9.27          | 9.4           |
| Varianza              | 0.4           | 0.5           |
| Media(1)-<br>Media(2) | -0.14         |               |
| LI(95)                | -0.7          |               |
| LS(95)                | 0.43          |               |
| pHomVar               | 0.7061        |               |
| T                     | -0.49         |               |
| <b>p-valor</b>        | <b>0.6276</b> |               |

Tabla 8. Diferencia de medias del pecten entre el ojo derecho e izquierdo del Águila arpía (*Harpia harpyja*) del zoológico el Huayco, Huachipa, Lima-Perú año 2011.

|                          | LA    | CA   | C    | SP    | P     |
|--------------------------|-------|------|------|-------|-------|
| <i>Harpia Harpyja 1</i>  | 26.91 | 4.34 | 5.65 | 17.02 | 8.48  |
| <i>Harpia Harpyja 2</i>  | 27.52 | 4.93 | 5.51 | 16.9  | 8.85  |
| <i>Harpia Harpyja 3</i>  | 31.51 | 4.7  | 5.47 | 21.51 | 8.81  |
| <i>Harpia Harpyja 4</i>  | 28.01 | 5.21 | 5.45 | 17.24 | 9.75  |
| <i>Harpia Harpyja 5</i>  | 28.91 | 5.24 | 6.92 | 17.01 | 8.53  |
| <i>Harpia Harpyja 6</i>  | 29.52 | 6.52 | 6.84 | 17.54 | 9.89  |
| <i>Harpia Harpyja 7</i>  | 28.99 | 5.55 | 5.93 | 17.9  | 9.43  |
| <i>Harpia Harpyja 8</i>  | 28.43 | 6.37 | 5.88 | 17.99 | 10.23 |
| <i>Harpia Harpyja 9</i>  | 29.05 | 6.81 | 6.18 | 16.86 | 10.46 |
| <i>Harpia Harpyja 10</i> | 29    | 5.29 | 5.52 | 17.9  | 10.02 |
| <i>Harpia Harpyja 11</i> | 28.55 | 5.98 | 5.51 | 17.1  | 8.63  |
| <i>Harpia Harpyja 12</i> | 27.9  | 5.21 | 5.78 | 17.89 | 9.77  |

Tabla 9. Detalle de los parametros de las medidas ecobiometricas del ojo derecho del Águila arpía (*Harpia arpyja*) del zocriadero el Huayco, Huachipa, Lima –Perú año 2011.

|                          | LA    | CA   | C    | SP    | P     |
|--------------------------|-------|------|------|-------|-------|
| <i>Harpia Harpyja 1</i>  | 27.02 | 4.6  | 5.62 | 17.1  | 8.69  |
| <i>Harpia Harpyja 2</i>  | 27.41 | 4.89 | 5.63 | 16.95 | 8.79  |
| <i>Harpia Harpyja 3</i>  | 27.52 | 4.09 | 5.61 | 17.46 | 8.91  |
| <i>Harpia Harpyja 4</i>  | 28.74 | 5.72 | 5.82 | 17.16 | 10.13 |
| <i>Harpia Harpyja 5</i>  | 29.32 | 5.28 | 6.38 | 17.17 | 8.91  |
| <i>Harpia Harpyja 6</i>  | 29.92 | 6.64 | 6.33 | 17    | 9.21  |
| <i>Harpia Harpyja 7</i>  | 28.66 | 5.67 | 5.57 | 17.72 | 9.4   |
| <i>Harpia Harpyja 8</i>  | 28.9  | 6.79 | 5.21 | 17.11 | 10.3  |
| <i>Harpia Harpyja 9</i>  | 29.94 | 6.9  | 6.24 | 17.01 | 10.16 |
| <i>Harpia Harpyja 10</i> | 28.14 | 5.31 | 5.92 | 17.01 | 9.16  |
| <i>Harpia Harpyja 11</i> | 28.64 | 5.64 | 5.92 | 17.16 | 8.3   |
| <i>Harpia Harpyja 12</i> | 28.99 | 5.64 | 5.73 | 17.91 | 9.27  |

Tabla 10. Detalle de los parametros de las medidas ecobiometricas del ojo izquierdo del Águila arpía (*Harpia arpyja*) del zocriadero el Huayco, Huachipa, Lima –Perú año 2011.

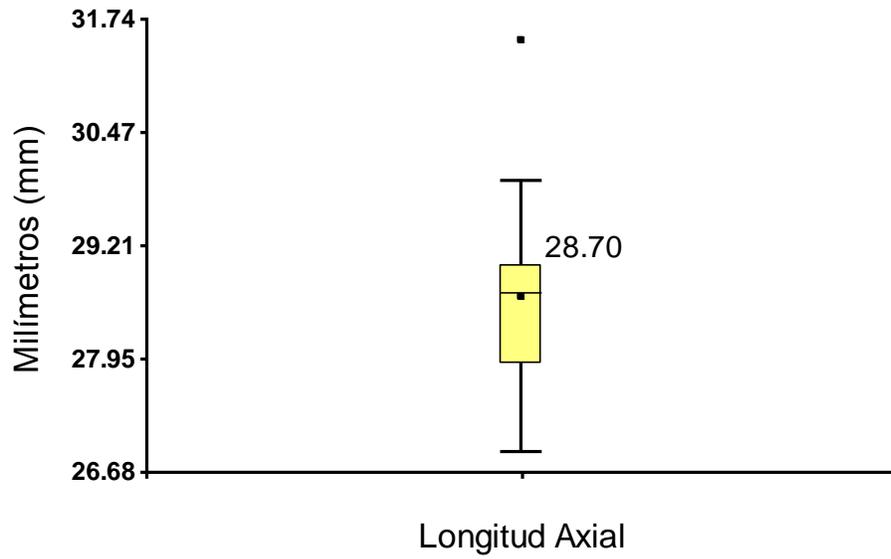


Gráfico 1. Distribución de los valores de la longitud axial de los ojos del Águila arpía (*Harpia harpyja*) del zoológico el Huayco, Huachipa, Lima-Perú año 2011.

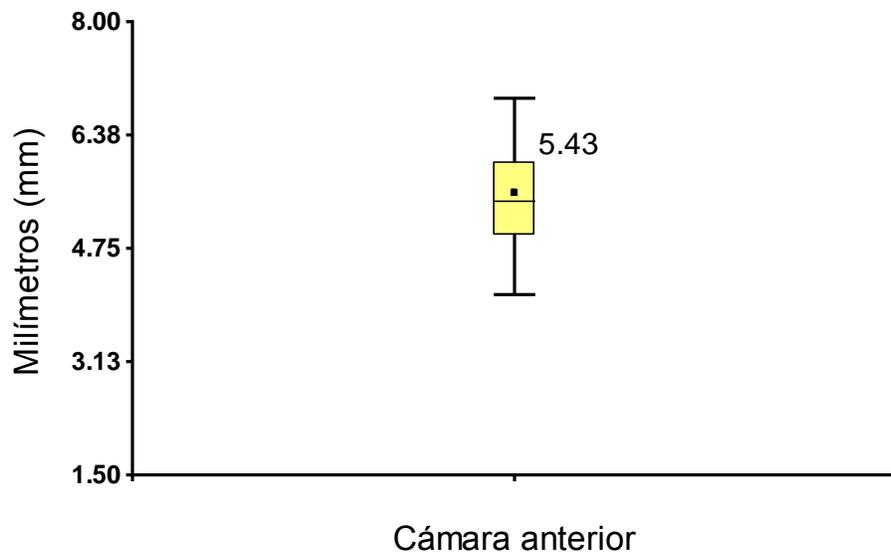


Gráfico 2. Distribución de los valores de la cámara anterior de los ojos del Águila arpía (*Harpia harpyja*) del zoológico el Huayco, Huachipa, Lima-Perú año 2011.

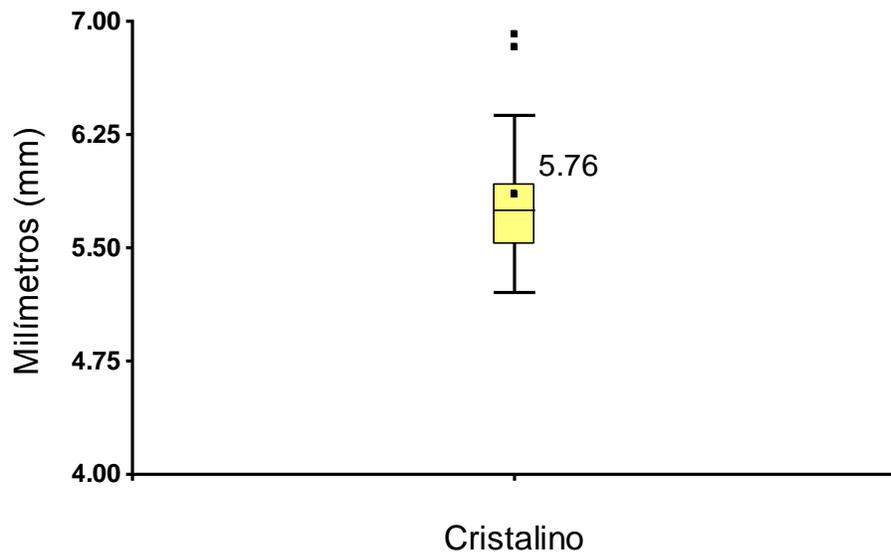


Gráfico 3. Distribución de los valores del cristalino de los ojos del Águila arpía (*Harpia harpyja*) del zoológico el Huayco, Huachipa, Lima-Perú año 2011.

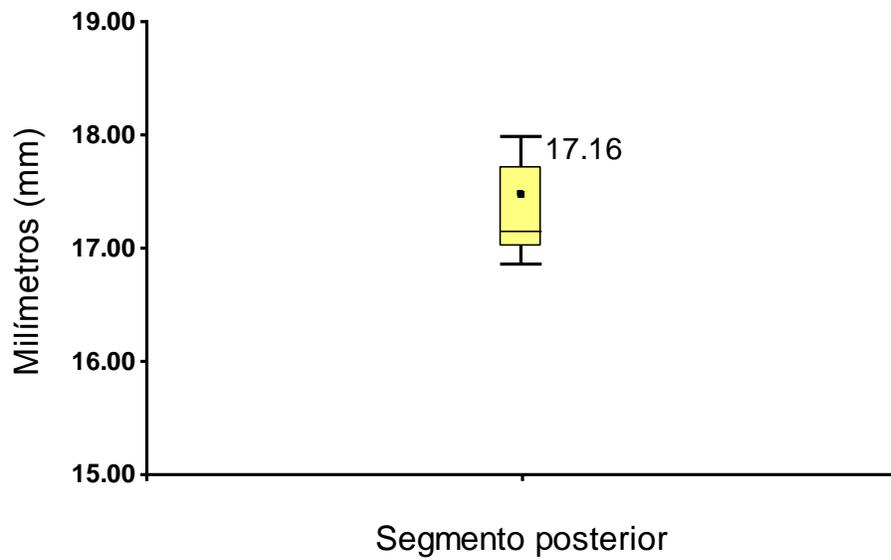


Gráfico 4. Distribución de los valores del segmento posterior de los ojos del Águila arpía (*Harpia harpyja*) del zoológico el Huayco, Huachipa, Lima-Perú año 2011.

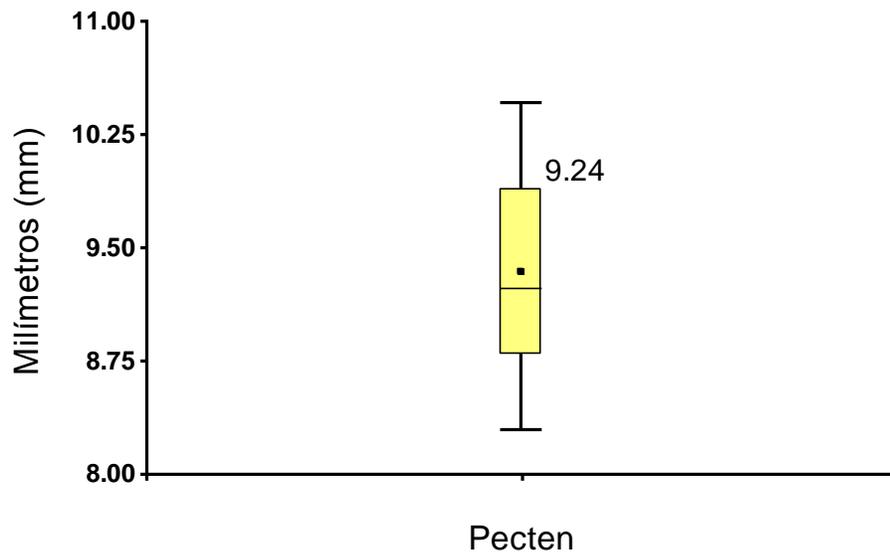


Gráfico 5. Distribución de los valores del pecten de los ojos del Águila arpía (*Harpia harpyja*) del zocriadero el Huayco, Huachipa, Lima-Perú año 2011.

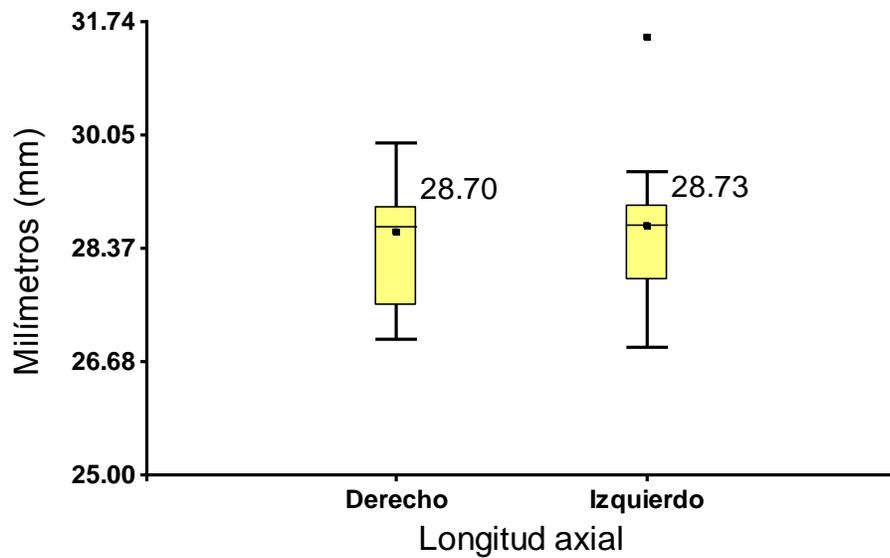


Gráfico 6. Distribución de las medias de la longitud axial entre el ojo derecho y el ojo izquierdo del Águila arpía (*Harpia harpyja*) del zocriadero el Huayco, Huachipa, Lima-Perú año 2011.

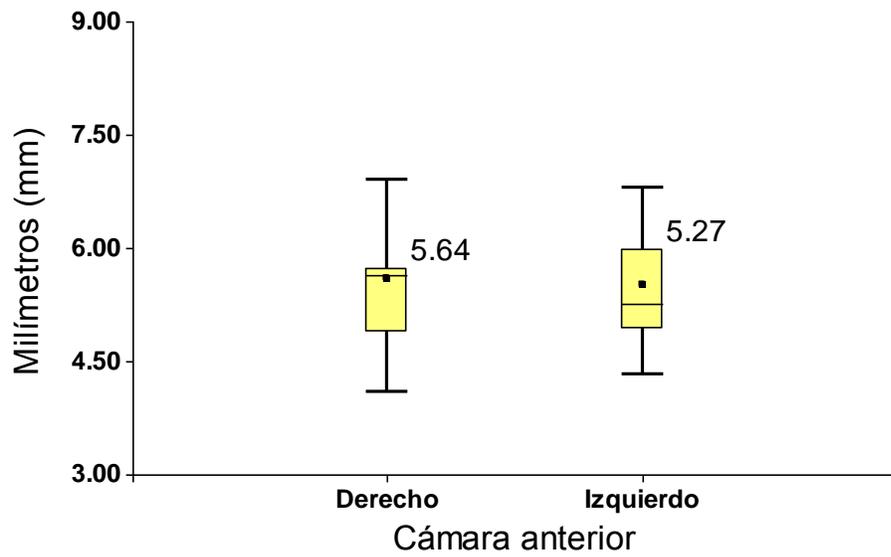


Gráfico 7. Distribución de los valores de la cámara anterior entre el ojo derecho y el ojo izquierdo del Águila arpía (*Harpia harpyja*) del zocriadero el Huayco, Huachipa, Lima-Perú año 2011.

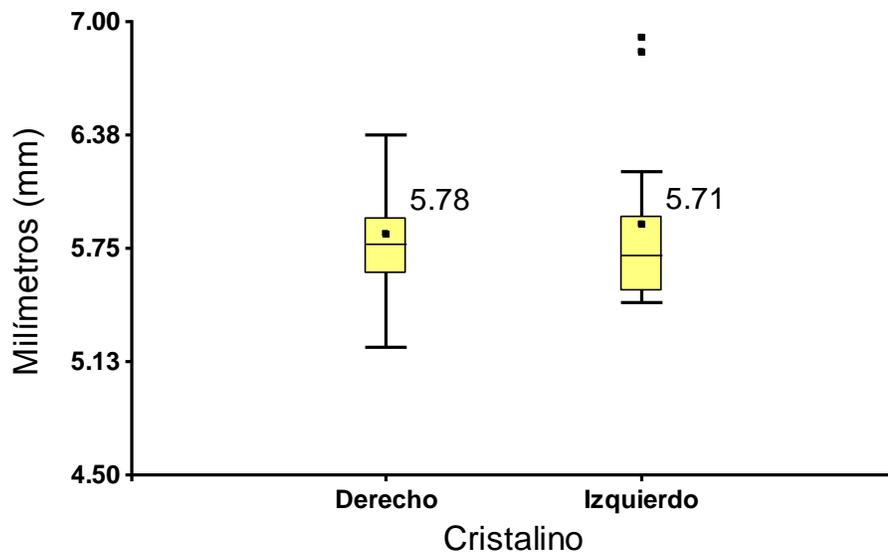


Gráfico 8. Distribución de los valores del cristalino entre el ojo derecho y el ojo izquierdo del Águila arpía (*Harpia harpyja*) del zocriadero el Huayco, Huachipa, Lima-Perú año 2011.

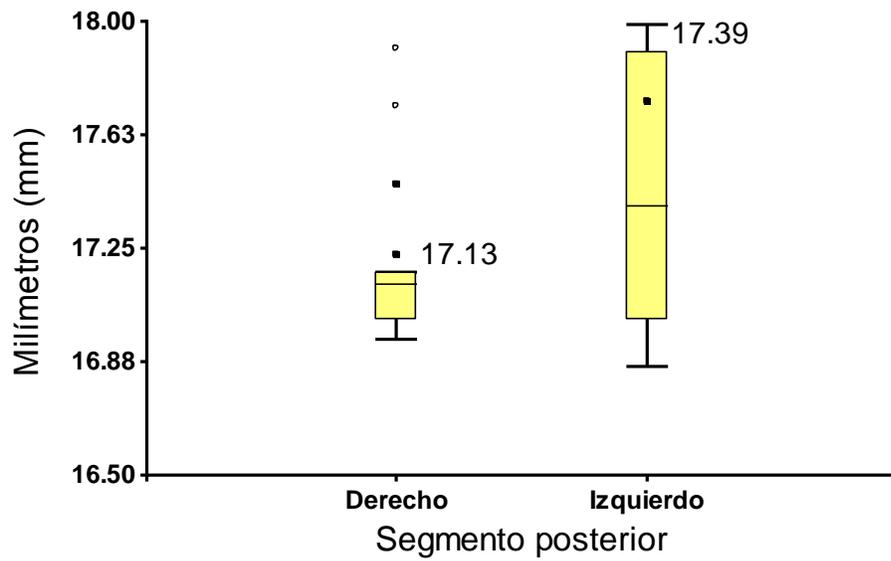


Gráfico 9. Distribución de los valores del segmento posterior entre el ojo derecho y el ojo izquierdo del Águila arpía (*Harpia harpyja*) del zocriadero el Huayco, Huachipa, Lima-Perú año 2011.

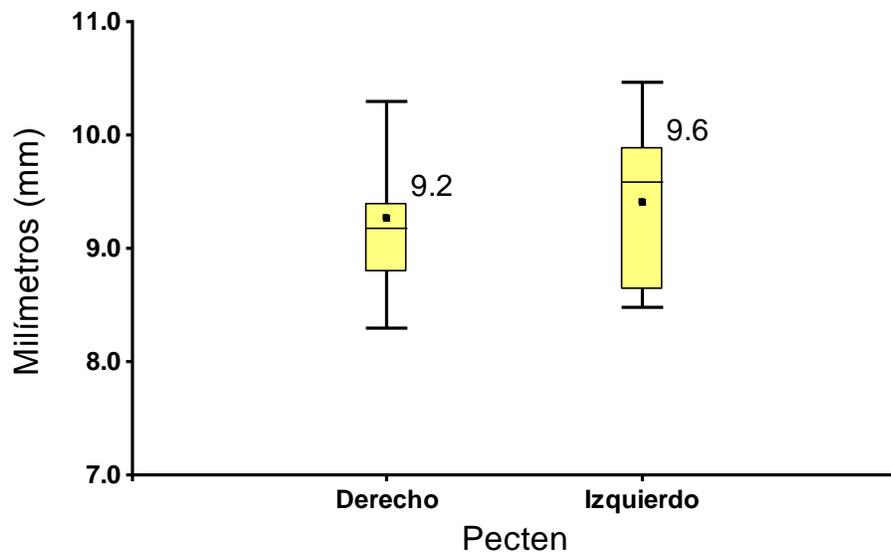


Gráfico 10. Distribución de los valores del cristalino entre el ojo derecho y el ojo izquierdo del Águila arpía (*Harpia harpyja*) del zocriadero el Huayco, Huachipa, Lima-Perú año 2011.

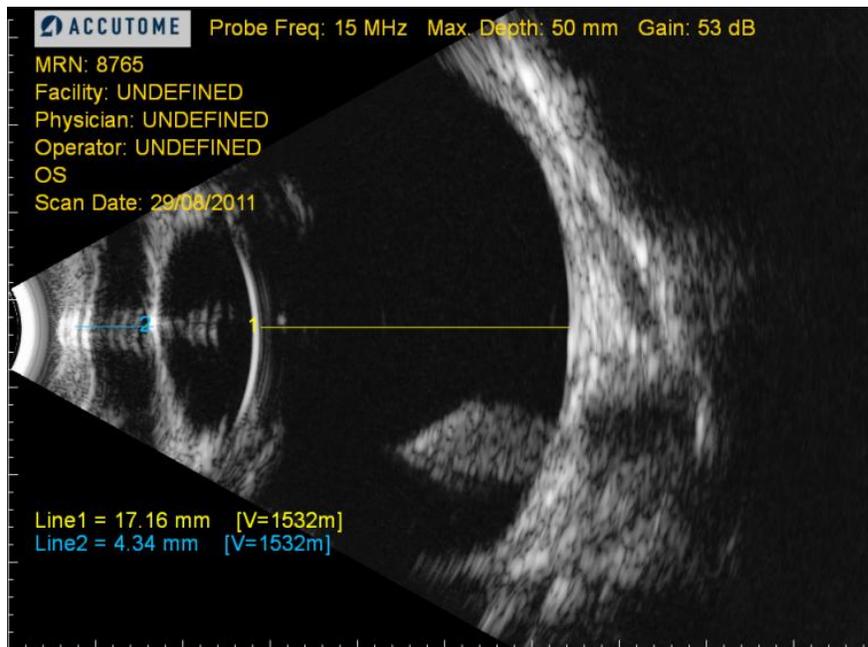


Imagen 1. Medidas ecográficas del segmento posterior (Line1) y de la cámara anterior (Line2), tomadas en plano sagital del Águila arpía.

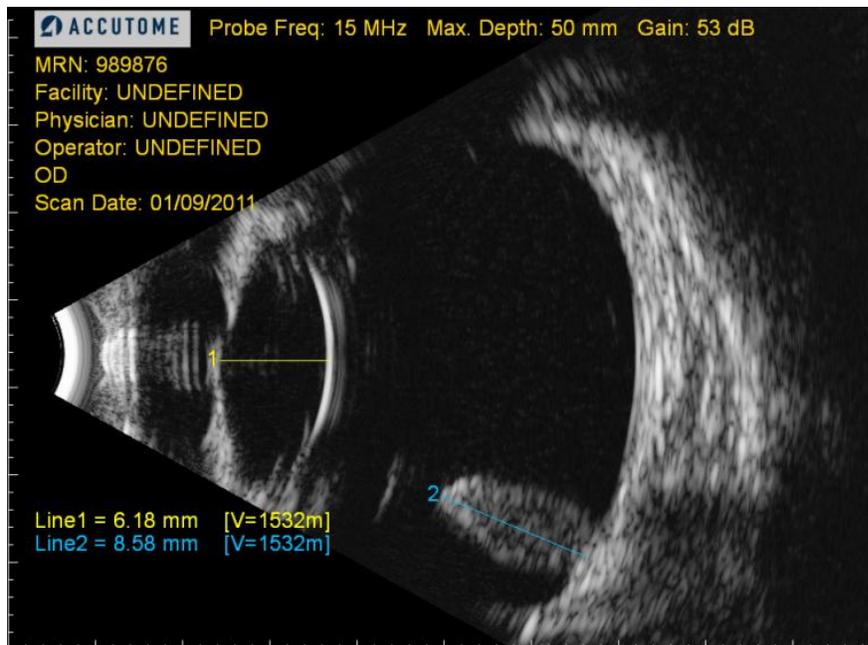


Imagen 2. Medidas ecográficas del cristalino (Line1) y del pecten (Line2), tomadas en plano sagital del Águila arpía.

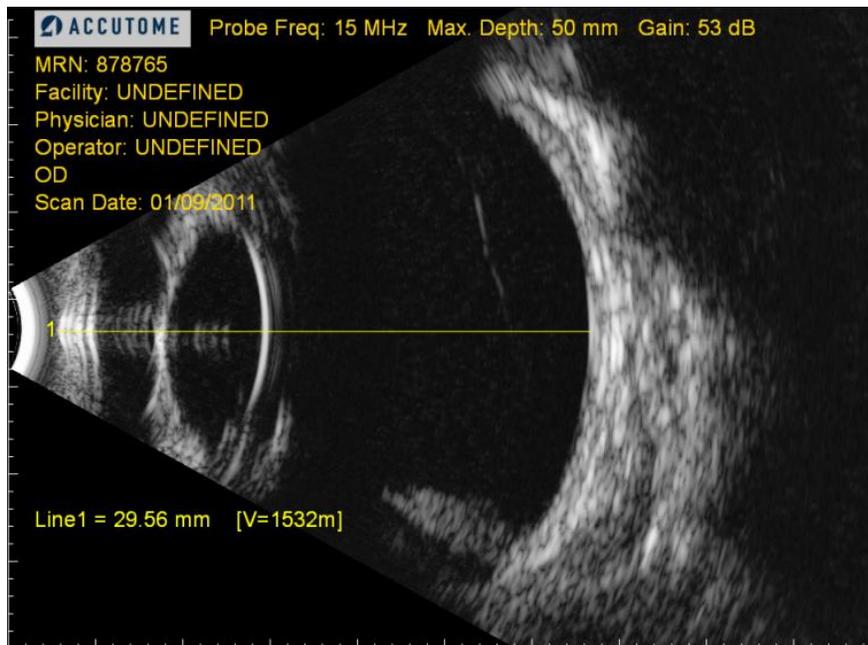


Imagen 3. Medida ecográfica de la longitud axial (Line1), tomada en plano sagital del Águila arpía.