



## Valores hematológicos, química sérica y descripción de células sanguíneas del cóndor andino (*Vultur gryphus*) cautivos en el Zoológico Vesty Pakos, de La Paz, Bolivia

RUIZ PINELL, GRACE<sup>1</sup>

TORREZ CHOQUE, CLAUDIA<sup>1</sup>

FERNÁNDEZ ANAGUA, MARIO FIDEL<sup>2</sup>

CHOQUE BAUTISTA, FORTUNATO<sup>2</sup>

MORALES VARGAS, ANDREA<sup>2</sup>

LEDEZMA ENCINAS, GRACE<sup>2</sup>

ÁVILA ILLANES, JUAN ANTONIO<sup>1</sup>

CORRESPONDENCIA: GRACERFM@HOTMAIL.COM

<sup>1</sup> Unidad de Ensayos Biológicos - Bioterio, Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas. Universidad Mayor de San Andrés

<sup>2</sup> Zoológico Municipal Vesty Pakos, La Paz-Bolivia

FECHA DE RECEPCIÓN: 22/02/2016

FECHA DE ACEPTACIÓN: 11/05/2016

### Resumen

Se evaluaron muestras sanguíneas de 9 cóndores (*Vultur gryphus*) en cautiverio clínicamente sanos, del zoológico Municipal Vesty Pakos de La Paz Bolivia, con la finalidad de obtener valores hematológicos de referencia, química sérica y hacer la correspondiente descripción morfológica y morfométrica de los diferentes tipos celulares en sangre. Las variables para hemograma fueron: Recuento de Glóbulos Rojos (RGR); Hematocrito (Hto); Hemoglobina (Hb); Volumen Corpuscular Medio (VCM); Hemoglobina Corpuscular Media (HCM); Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM); Reticulocitos (RET); Células inmaduras (CI), Plaquetas (PLT) y Velocidad de Eritrosedimentación (VES). El recuento diferencial de leucocitos fue: Heterófilos (HET), Linfocitos (Lin), Eosinófilos

### Abstract

Blood samples of 9 condors (*Vultur gryphus*) in captivity clinically healthy, the Municipal Zoo Vesty Pakos La Paz Bolivia were evaluated in order to obtain baseline hematologic, serum chemistry and make the corresponding morphological and morphometric description of the different types blood cell. The variables for CBC were: Red Blood Cell Count (RBC); hematocrit (Ht); Hemoglobin (Hb); Mean Corpuscular Volume (MCB); Mean corpuscular hemoglobin (MCH); Mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC); reticulocytes (Retic); immature cells (IC), platelets (PLT) and erythrocyte sedimentation rate (ESR). The differential leukocyte count was: Heterophil (HET), lymphocytes (Lym), eosinophils (Eo), basophils (Bas), and monocytes (Mo). No blood parasites were observed in smears

(Eo), Basófilos (Bas) y Monocitos (Mo). No se observaron hemoparásitos en los frotis examinados. El análisis de química sérica incluyó: Urea, Nitrógeno Ureico en Sangre (NUS), Creatinina (CREA), Aspartatoaminotransferasa (AST-GOT), Alaninoaminotransferasa (ALT-GPT), Fosfatasa alcalina (FAL), Albumina (AL), Proteínas totales (PT), Glucemia (Glu) y Bilirrubina (BT, BD y BI). Los valores se presentan como medias, desviaciones estándar, coeficiente de variación y rangos mínimo y máximo. La morfología de las células sanguíneas fueron similares a otras aves, con eritrocitos nucleados de gran tamaño, los linfocitos y heterófilos resultaron ser los leucocitos más abundantes. Los parámetros presentados proveen una referencia útil en la práctica veterinaria como una herramienta indispensable que aporta en el momento de confirmar un diagnóstico.

#### **PALABRAS CLAVE**

*Vultur gryphus*, cautiverio, diagnóstico clínico, cóndor, química sérica, valores hematológicos.

examined. Analysis of serum chemistry included: Urea, Blood Urea Nitrogen (BUN), creatinine (Creat), aspartate aminotransferase (AST-GOT), alanine aminotransferase (ALT-GPT), alkaline phosphatase (ALP), albumin (AL), total protein (TP), glycemia (Gly) and bilirubin (TB, IB and DB). The values are presented as mean, standard deviation, coefficient of variation and minimum and maximum ranges. The morphology of blood cells were similar to other poultry, large nucleated erythrocytes, lymphocytes and heterophils were the most abundant leukocyte. The parameters presented provide a useful reference in veterinary practice as an indispensable tool that provides at the time of confirming a diagnosis.

#### **KEY WORDS**

Andean Condor, captivity, clinical diagnosis, condor, serum chemistry, hematology reference.

## **INTRODUCCIÓN**

Los valores hematológicos y química sérica son herramientas invaluableles en la evaluación clínica, diagnóstico de patologías, bienestar animal así como la disponibilidad de alimento, ingesta de proteína, energía y alteraciones básicas de los tejidos que permitan la orientación del manejo, tratamientos en medicina veterinaria y la valoración indirecta del hábitat. En Bolivia no se tiene estudios encontrados sobre valores de referencia para hematología, química sérica y otros parámetros en fauna silvestre, que son completamente desconocidos, que posibiliten el manejo de especies en peligro de extinción.

El Cóndor Andino (*Vultur gryphus* Linnaeus, 1758), es considerado el ave volador más grande del mundo (COPANACU, 2002); símbolo de los Andes, importante en la cultura de los pueblos indígenas (Lambertucci y Trejo, 2008; Uzueda y Wallace, 2007). Se distribuye a lo largo de la Cordillera de los Andes, abarcando desde el oeste de Venezuela hasta el sur de Argentina y Chile (Fjeldsa y Krabbe, 1990; Díaz y col. 2000). En Bolivia está ampliamente distribuido en los departamentos de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, Chuquisaca Tarija, Oruro, Potosí, ocupando principalmente ecoregiones a lo largo de la cordillera de los Andes, en la caja de monte, Puna, Valles secos interandi-

nos y la región del Bosque Boliviano-Tucumano, y eventualmente bosques transicionales del subandino hacia la llanura chaqueña (Martínez y col. 2010; Balderrama y col. 2009). La población ha disminuido en la mayor parte de las áreas de distribución y se estima un total alrededor de 6.200 individuos (Díaz y col. 2000). Incluido en el Apéndice I del Comercio Internacional de Especies (CITES 2013), considerado casi amenazado (NT) por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2013). En Bolivia Vulnerable (VU) (Balderrama y col., 2009) por pérdida de hábitat, competencia por alimento con animales introducidos, envenenamiento accidental, reducción de presas y por conflicto con el humano (Díaz y col. 2000). A pesar de ser considerada una especie bandera en nuestro país, no se cuenta con información sobre su biología y ecología (Martínez y col., 2010) y se conoce muy poco acerca de su estado poblacional.

En este sentido, la evaluación hematológica y sérica del cóndor permite inferir sobre su estado de salud y puede ser una herramienta útil al momento de realizar o evaluar tratamientos en poblaciones cautivas, o en poblaciones silvestres. La falta de estudios en Bolivia trae como consecuencia que se usen como referencia valores hematológicos y séricos, de animales ubicados fuera del país. La utilización de estos datos podría ser poco confiable debido a la variación existente entre, individuos, regímenes alimenticios, de manejo y situación de cautiverio o libertad, incluso pueden existir diferencias en los valores hematológicos y séricos obtenidos de un mismo individuo en diferentes épocas del año, diferentes edades o estados fisiológicos. Adicionalmente, las tablas de referencias presentadas en algunos textos o artículos no especifican los métodos de laboratorio usados ó el número de individuos utilizados para la obtención de los valores, generando gran variabilidad y menor confiabilidad en los datos.

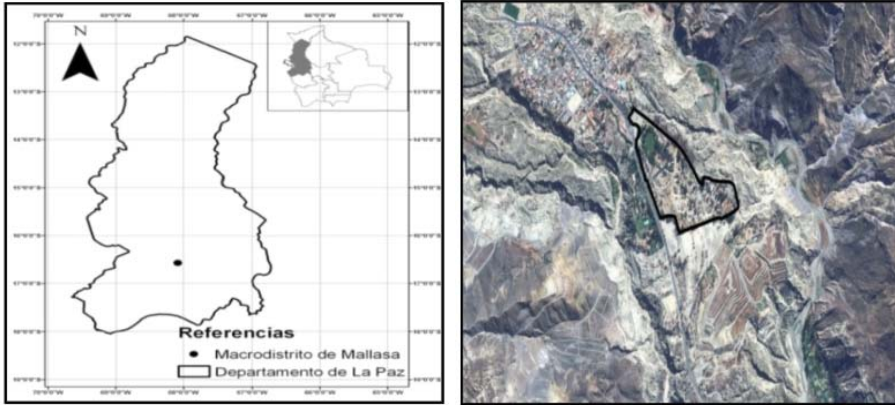
Lo recomendable es que cada institución zoológica realice periódicamente pruebas hematológicas en sus animales para obtener valores propios bajo las condiciones de manejo y alimentación. Por ello el objetivo de este trabajo fue determinar los valores hematológicos, química sérica y la correspondiente descripción morfológica y morfométrica de los diferentes tipos celulares en sangre de los cóndores cautivos en el zoológico Municipal Vesty Pakos de La Paz, Bolivia, con la finalidad de obtener valores de referencia autóctonos que sirvan de base para interpretar adecuadamente los parámetros hematológicos y séricos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación geográfica y extensión

El Zoológico Municipal Vesty Pakos se encuentra en el Macrodistrito de Mallasa, Municipio de La Paz. Ubicado a aproximadamente 12 Km al sudeste de la ciudad de La Paz (16°34'20" Latitud Sur, 68°4'59" Longitud Oeste, el zoológico tiene una extensión actual de 201.522,15 m<sup>2</sup> Figura 1 y una altura media de 3.265 m.s.n.m.

Figura 1. Ubicación geográfica del Zoológico Municipal Vesty Pakos en el Valle de Mallasa



### Condiciones de cautiverio

Cinco de los nueve cóndores residen al interior de una estructura metálica denominada domo, tiene un área de 1914.79 m<sup>2</sup>; dividida en 2 compartimentos, uno más amplio “mayor” y uno “menor”, en el que se aíslan temporalmente a dos ejemplares con fines de manejo y otros dos cóndores residen en un ambiente de 25 m<sup>2</sup>. La ambientación del domo consiste en un gran montículo formado por greda y tierra común, coronado con piedras, además de otros elementos básicos para cubrir los requerimientos bioecológicos básicos de la especie y la ambientación del recinto pequeño consiste en un par de cuevas a nivel del suelo, una plataforma que sostiene un posadero de piedra, y perchas de troncos dispuestos horizontalmente Figura 2; además cuenta con un bebedero – piscina sobre el piso.

Figura 2. Estructura metálica “domo” residencia de los cóndores Zoológico Municipal Vesty Pakos en el Valle de Mallasa



El mantenimiento, monitoreo y cuidado de la salud es fundamental para asegurar el bienestar animal. El zoológico tiene gran experiencia en el manejo sanitario de fauna silvestre cautiva, y cuenta con un plantel veterinario dedicado específicamente a este fin. El estado de salud de estos animales se determinó a través de la evaluación de constantes fisiológicas como ser: temperatura (T), frecuencia cardíaca (FC) y frecuencia respiratoria (FR) valoradas por las técnicas convencionales y la observación del comportamiento. Las constantes vitales fueron medidas en condiciones que pudieron ser alteradas por el manejo físico, pero siguen un patrón aparentemente normal. La frecuencia respiratoria (FR) promedio se halla en  $38.53 \pm 7.82$  RPM (respiraciones por minuto), las contracciones cardíacas (FC) entre  $110.74 \pm 5.53$  PPM (palpitaciones por minuto) y la temperatura es de  $40.83 \pm 1.12$  °C asimismo se evaluó la ausencia de secreciones nasales, oculares y cualquier, consideración de apetito normal, peso, estado de plumas, principalmente.

### **Inmovilización de los cóndores y toma de muestras**

Los métodos de manipulación deben ser seguros para coadyuvar la seguridad de los operadores y de los animales, a la vez se vele por el bienestar de la fauna durante la captura y contención de la fauna (Mac Connel, 1996). En la manipulación de los cóndores participaron el equipo técnico y operativo entrenado en la captura, se evitó la persecución brusca a objeto de no alterar las constantes fisiológicas debido a que una sujeción incorrecta puede conducir al animal a lesiones, a la alteración de su comportamiento o la muerte; hubo una planificación y evaluación de la actividad garantizando la seguridad de los operadores y del animal, y se consideró el tiempo estrictamente necesario; para cuyo efecto se procedió con la captura con capucha de red sujeta a un mango largo, se utilizó guantes a objeto de inmovilizar la cabeza, el pico fijado con cinta adhesiva, las alas contra el cuerpo del ave presionando este contra el suelo para evitar que el ave levante las patas, luego se deslizó las manos hacia atrás hasta lograr sujetar las patas por debajo de la articulación del tarso, cumplido con este procedimiento, se procedió a la toma de muestra.

El estudio se realizó en dos repeticiones de cóndores clínicamente sanos y una edad promedio de 33 años. La toma de muestras se efectuó entre las 08:30 y 09:30 horas que fueron extraídos por punción de la vena ulnar localizada en el tarsometatarso de los miembros posteriores, utilizando agujas calibre N° 21G x 1 ½ y colectadas en tubos estériles con el anticoagulante EDTA (etilenodiaminotetraacético) en la proporción de 20 µL/mL de sangre para la hematología, y tubos sin anticoagulante para la química sérica. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de la Unidad de Ensayos Biológicos-Bioterio de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas dependiente de la Universidad Mayor de San Andrés en un periodo no mayor de 3 a 4 horas.

## Determinación de parámetros hematológicos

Dado que todas las células sanguíneas de las aves son nucleadas, los contadores electrónicos de células sanguíneas no pueden emplearse para el estudio del leucograma en hematología aviar. En la práctica clínica se usan métodos hemacitométricos para realizar los recuentos celulares.

El recuento de eritrocitos (RGR) (millones/mm<sup>3</sup>) y leucocitos (10x<sup>3</sup>/μL) se realizaron mediante métodos manuales (cámara de Neubauer) con solución fisiológica y oxalato de amonio al 1%. El hematocrito (Hto) (%) por microhematocrito, y la hemoglobina (Hb) (mg/dL) por el método de la cianometahemoglobina previa centrifugación a 2500 rpm para remover el núcleo y detritus celulares. Los índices Eritrocitarios: Volumen Corpuscular Medio (VCM) (fL), Hemoglobina Corpuscular Media (HbCM) (pg) y la Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM) (g/dL) mediante valores obtenidos matemáticamente utilizando los resultados del recuento de eritrocitos, hematocrito y la hemoglobina. El recuento diferencial de leucocitos o leucograma se determinó mediante la diferenciación de 100 leucocitos, en frotis teñidos con tinción panóptica rápida y observada bajo microscopio a 100x reportándose los valores porcentuales de cada tipo de leucocitos observados. Se realizó además conteo de plaquetas, reticulocitos y células inmaduras.

## Determinación de la morfología y morfometría celular

Esta evaluación se realizó mediante un extendido de sangre en lámina teñido con coloración panóptica rápida. Para la biometría de las células sanguíneas se utilizó el programa AmScope para una cámara digital incorporado a un microscopio (LABOMET).

## Determinación de parámetros químicos séricos

La cuantificación y evaluación de los componentes químicos disueltos en sangre se determinaron a través de los valores de: Niveles de Urea (mg/dl), Nitrógeno Ureico (NUS) (mg/dl), Aspartatoaminotransferasa (AST-GOT) (U/L), Alaninoaminotransferasa (ALT-GPT) (U/L), las mediciones se realizaron mediante el método cinético; Fosfatasa Alcalina (FA) (U/L), Creatinina (CREA) (mg/L), y Glucemia (mg/dL) se realizaron por el método enzimático colorimétrico, Albumina (AL) (g/dL), Proteínas Totales (PT) (g/dL) y Bilirrubina (BT, BD y BI) (g/dL) por el método colorimétrico, todas estas pruebas se realizaron en un analizador de química STAT FAX 4500 (AWARENESS).

## Registro de datos y Análisis estadístico

Los valores generados fueron registrados en las hojas de protocolo para su posterior ordenamiento y análisis. Para determinar valores de referencia en hematología, química sérica y contrastes de normalidad (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro Wilk) se utilizó el programa IBM SPSS Statistics versión 21.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

Se obtuvieron muestras sanguíneas de 9 cóndores que presentaron buena condición corporal y buen estado de salud. Todos los cóndores muestreados fueron adultos. Este estudio se encuentra entre los primeros análisis hematológicos de tipo descriptivo para esta especie, con un tamaño muestral aceptable.

### Resultados de la serie roja

Los resultados de los parámetros eritrocitarios son presentados en la Tabla 1. El valor promedio de RGR para la población estudiada fue de  $1,931 \times 10^6/\mu\text{L}$  encontrándose dentro de los rangos de referencia publicados por I.S.I.S. (International Species Information System, Physiological, 2002) cuyos valores mínimos y máximos están entre  $1,29-5,7 \times 10^6/\mu\text{L}$ , así como también valores de  $1,72 \times 10^6/\mu\text{L}$  reportados por Andrés G. Ortega. (2009), Ecuador.

El valor promedio de hematocrito hallado en el presente trabajo es de 47%, el cual está dentro de los rangos hallados por I.S.I.S. (2002), con valores mínimos y máximos de 32% y 56% y ligeramente elevados en relación a los valores reportados por Andrés G. Ortega. 2009, quienes presentan un valor de 39%. Se cita que aves con un hematocrito mínimo del 40% se encuentran dentro de los valores normales (Fudge, A. 2000) y según Campbell (1994) un hematocrito mayor de 55% está asociado a deshidratación o policitemia.

Con respecto a los valores de hemoglobina, el promedio hallado en el presente trabajo es de 18,83 g/dL, valor dentro de los rangos presentados por I.S.I.S. (2002) 5,5 -18,3 g/dL, y con un diferencia considerable con respecto a lo reportado por Andrés G. Ortega (2009) que muestra valores de 13,88 g/dL. El cóndor al superar alturas considerables y como respuesta a la hipoxia producida por la altura responde con una policitemia aumentada, hematocrito y la cantidad de hemoglobina circulante, aumentando la capacidad de transporte de oxígeno.

Los valores promedios de los índices Eritrocitarios: VCM fue de 254,33 fL, HCM 109,76 pg y CHCM es de 40,22 g/dL, valores que están dentro de los rangos reportados por I.S.I.S. (2002), cuyos promedios para el VCM son de 90,2- 324,6 fL, HCM. 29,8-108,5 pg/cel y CHCM 14,5- 36,6 g/dL, así como también con los valores presentados por Andrés G. Ortega. 2009 que son de VCM 240,61 fL, HCM 87,90 pg/cel y CHCM de 36,13 g/dL. Los índices eritrocitarios de este estudio nos revelan que los eritrocitos son células relativamente grandes con respecto a otras aves, mientras que la cantidad de hemoglobina es similar.

Con relación a las plaquetas el promedio en el presente trabajo es de  $64,814 \times 10^3/\mu\text{L}$  valor que es menor al promedio hallado por Andrés G. Ortega

(2009) de  $94,93 \text{ } 10^3/\mu\text{L}$ . La diferencia o variación de valores podría estar relacionada a un proceso de estrés durante la toma de muestra, en la cual puede aparecer una trombocitosis fisiológica, provocada por la concentración esplénica inducida por adrenalina (Latimer y col., 2005). El valor promedio de Velocidad de Eritrosedimentación fue de  $5,15 \text{ mm}/1 \text{ h}$ .

Tabla 1: Valores hematológicos de la serie roja: media, desviación estándar (DE), coeficiente de variación, mínimos y máximos, de 9 Cóndores (*Vultur gryphus*) cautivos en el zoológico Vesty Pakos, de La Paz, Bolivia

Parámetros Hematológicos	Unidades	Media $\pm$ DE*	CV**	Rangos	
				Mínimas	Máximas
Eritrocitos	Mill./mm <sup>3</sup>	1,93 $\pm$ 0,42	21,86%	1	2,6
Hematocrito	%	46,9 $\pm$ 2,62	5,59%	41	51
Hemoglobina	g/dL	18,83 $\pm$ 1,57	8,38%	14,96	22,3
Volumen corpuscular medio	fl.	254,33 $\pm$ 53,90	21,19%	182,51	389,47
Hemoglobina Corpuscular media	pg.	109,76 $\pm$ 26,63	24,26%	77,32	171,54
Concentración de Hemoglobina Corpuscular media	g/dL	40,22 $\pm$ 3,4	8,47%	31,41	48,9
Reticulocitos	%	1,06 $\pm$ 0,7	65,98%	0,69	2,54
Células inmaduras	%	2,12 $\pm$ 0,75	35,69%	1,08	3,52
Plaquetas	Mil/mm <sup>3</sup>	64.815 $\pm$ 15.38	23,73%	36.000	98.000
Velocidad de Eritrosedimentación	mm/1 h	5,15 $\pm$ 1.06	20,7%	3	6

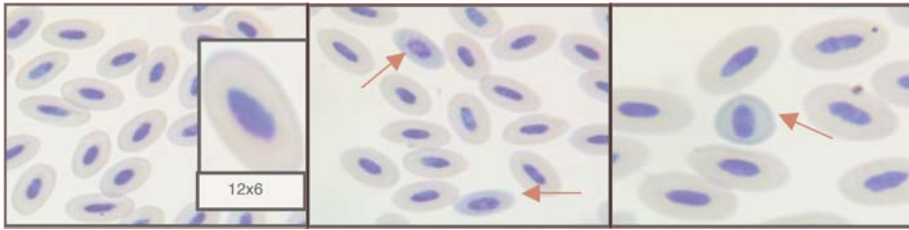
\*DS (Desviación Estándar) \*\*CV (Coeficiente de Variación)

## Morfología y morfometría celular de eritrocitos

Las células sanguíneas observadas se presentan en la Figura 3. En general la morfología de los eritrocitos fue normal en todas las muestras, observándose las características celulares de forma ovalada, con un núcleo central con cromatina densa y citoplasma de color rosa-naranja y de mayor tamaño que los mamíferos Figura 3A. Se observaron un 2,12% de eritrocitos con cromatina menos densa que la de los eritrocitos maduros, núcleos redondeados y citoplasma ligeramente basófilo y su coloración azul violáceo (eritrocitos policromatófilicos) eritrocitos inmaduros que se observan generalmente en frotis de sangre de aves sanas o anémicas Figura 3B. Porcentajes mayores al 5% indican regeneración. Bajo la coloración supravital con azul de metileno, se observaron células de un tono azul claro con material reticular punteado o formando agregados los llamados reticulocitos los cuales fueron cuantificados con un promedio de 1,6% Figura 3C.



Figura 3. Morfología y morfometría celular de eritrocitos de cóndores (*Vultur gryphus*) (100x)



A. Eritrocitos

B. Eritrocitos policromatofílicos

C. Reticulocitos

## Resultados de la serie Blanca

Con respecto al conteo de GB el valor hallado fue de 6,240  $10^3/\mu\text{L}$ , valores dentro de los rangos reportados por I.S.I.S. cuyos valores mínimos y máximos son de 2,500-43,800  $10^3/\mu\text{L}$ , con relación a los valores reportados por Andrés G. Ortega de 4,353  $10^3/\mu\text{L}$ , los valores elevados en este trabajo, podría deberse principalmente a los diferentes métodos empleados para la captura de los animales, pues las técnicas aplicadas pueden alterar significativamente los valores leucocitarios por efecto del estrés. El recuento total de leucocitos es de gran utilidad clínica ya que define los conceptos de leucopenia (disminución) y leucocitosis (aumento) que pueden estar asociados con una amplia variedad de enfermedades estados fisiológicos, (Campbell, T. 1995) refiere que en aves silvestres libres o poco manejados clínicamente sanos el conteo de glóbulos blancos puede alcanzar hasta 25.000 cel/ $\mu\text{L}$  o más, conteos iguales o mayores están asociados a procesos inflamatorios o infecciones, en especial aquellos relacionados a cambios tóxicos en la morfología leucocitaria.

La diferenciación de los leucocitos fue de forma manual basándose en las observaciones microscópicas de las variaciones morfológicas, clasificándose subpoblaciones leucocitarias de un total de 100 células contadas. Los conteos leucocitarios y leucogramas se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2: Valores hematológicos de la serie blanca: mínimos, máximos, media y desviación estándar (DE) de la serie blanca de 9 cóndores (*Vultur gryphus*) cautivos en el zoológico Vesty Pakos, de La Paz, Bolivia

Parámetros Hematológicos	Unidades	Media $\pm$ DE*	CV**	Rangos	
				Mínimas	Máximas
Glóbulos Blancos	mm <sup>3</sup>	6.240 $\pm$ 1,43	22,25%	4.000	9.900
Heterófilos	%	51,15 $\pm$ 11,11	21,73%	34	69
Linfocitos	%	44,82 $\pm$ 12,35	27,56%	24	66
Monocitos	%	2,45 $\pm$ 1,83	74,9	0	6
Eosinófilos	%	0,56 $\pm$ 0,23	-	0	1
Basófilos	%	0,17 $\pm$ 0,44	-	0	2

\*DE (Desviación Estándar) \*\*CV (Coeficiente de Variación)

Los leucocitos observados durante el estudio según su predominancia numérica fueron: granulocitos (heterófilos, eosinófilos y basófilos) y mononucleares (monocitos, linfocitos). La célula blanca observada con mayor frecuencia en el leucograma fueron los heterófilos, con valores relativos de 51,1% lo que difiere con los valores presentados por I.S.I.S.(2002) que van de 1-35% donde se puede observar valores mucho más altos en este trabajo y valores mucho más bajos en relación a los repostados por Andrés G. Ortega de 12,79%. Generalmente los heterófilos son redondos, con un núcleo lobulado de cromatina densa que se tiñe de color morado. Su citoplasma es pálido y presenta gránulos de color rojo ladrillo de forma espiculada. Los heterófilos pueden exhibir gran cantidad de cambios debido al estrés o patologías diversas. Los heterófilos tóxicos se caracterizan por presentar degranulación, vacuolización y/o basofilia del citoplasma. En este estudio no se evidenciaron cambios tóxicos en heterófilos en ninguna de las muestras evaluadas, todas las células observadas presentaron características normales, heterófilos en banda con núcleos sin segmentaciones y granulación citoplasmática de morfología normal Figura 4 A.

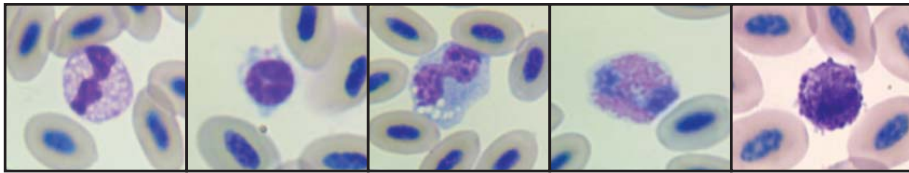
Los linfocitos constituyeron las células observadas con mayor frecuencia después de los heterófilos, los valores fueron de 44,82%, valores que están dentro de los rangos presentados por I.S.I.S. (2002) que son de 0-56%. Si bien los resultados de este estudio no concuerdan con los estudios realizados por Andrés G. Ortega en (2009) que son de 18,11%, las discrepancias observadas en los conteos podrían deberse a la dificultad para diferenciar trombocitos de linfocitos pequeños, ocasionando un sobre conteo o subconteo de linfocitos al ser confundidos con plaquetas Figura 4B.

Los monocitos fueron los leucocitos observados en menos cantidad y en su mayoría presentaron características normales, siendo las células de mayor tamaño observadas en los frotis, comprendiendo el 2,45% cuyos valores están dentro del rango reportado por I.S.I.S.(2002) que son de 0-4% y aumentados en relación a los de Andrés G. Ortega en (2009) de 0,34%. En una baja proporción se presentaron monocitos con abundante citoplasma y muy vacuolados Figura 4C. Según Fudge (1997) la monocitopenia y la basopenia son normales para la mayoría de especies.

En cuanto a los eosinófilos observados se presentaron con citoplasma teñidos ligeramente de violeta azulado conteniendo gránulos redondeados de color rosa, representando un 0,56%, valor ligeramente elevado dentro de los rangos presentados I.S.I.S. (2002) que son de 0-3%, y menor a los presentados por Andrés G. Ortega en (2009) que es de 2,71% Figura 4 D. La función de los eosinófilos en aves es poco clara, sin embargo la eosinofilia está asociada con infecciones por nematodos gastrointestinales y reacciones de hipersensibilidad tipo IV; la eosinofilia ocurre esporádicamente en aves (Cambell, 1994).

Con respecto a los basófilos el promedio hallado fue de 0,17% encontrándose dentro de los valores reportados por I.S.I.S. (2002) 0-2% y Andrés G. Ortega en (2009) 0,07%, siendo estos últimos los más escasos en el recuento Figura 3E.

Figura 4. Células sanguíneas observadas en la población de cóndores (*Vultur gryphus*) cautivos en el zoológico Vesty Pakos, de La Paz, Bolivia:  
A) Heterófilo; B) Linfocito; C) Monocito; D) Eosinófilo y E) Basófilo (100x)



A. Heterófilo

B. Linfocito

C. Monocito

D. Eosinófilo

E. Basófilo

## Resultados de los valores de química sérica

En la Tabla 3 se muestran los valores de química sérica. El promedio de los niveles de urea sérica hallados en el presente trabajo fue de 0 mg/dL, este valor no concuerda con los resultados obtenidos por I.S.I.S. (2002) y Andrés G. Ortega en (2009), cuyos promedios son de 2-32 mg/dL y 7,40 mg/dL respectivamente.

Con respecto al promedio hallado de NUS hallado en este estudio fue de 0 mg/dL.

En cuanto a la creatinina sérica los valores promedios hallados fueron de 4,82 mg/dL, valores mucho más altos que los encontrados por I.S.I.S. (2002) y Andrés G. Ortega en (2009) cuyos promedios son de 0,1-0,7 mg/dL y 0,60 mg/dL respectivamente. El aumento de la concentración de creatinina en aves está asociado a la alimentación con dietas de alto contenido proteico, septicemias o traumas renales (Hochleithner 1994 y Fudge 1997).

El valor promedio hallado para ALT-GPT fue de 29,7 IU/L, encontrándose dentro de los rangos presentados por I.S.I.S. (2002) y Andrés G. Ortega en (2009), con promedios de 13-49 IU/L y 21,46 IU/L respectivamente. La ALT-GPT es una enzima encontrada en las células de muchos tejidos aviares, en otras especies la elevación de esta enzima se asocia con problemas en la función hepato celular, pero no se ha establecido una asociación consistente en aves (Fudge, 1997).

Con respecto a la AST-GOT el valor promedio hallado fue de 10,71 IU/L encontrándose dentro de los rangos presentados por I.S.I.S. (2002) y Andrés G. Ortega en (2009), con promedios de 2-104 IU/L y 25,53 IU/L. La AST-GOT se encuentra presente en distintas partes del organismo como el hígado, músculo esquelético, riñones, corazón y cerebro, regularmente las elevaciones están asociadas a enfermedades del hígado y daños musculares (Tully 2000)

Con relación al promedio hallado para la Fosfatasa Alcalina (FAL), el valor fue de 252,31 UI/L. el cual está dentro de los rangos reportados por I.S.I.S. (2002) y Andrés G. Ortega (2009), con promedios de 27-514 IU/L y 226,99 IU/L

El valor promedio de glucosa fue de 216,36 mg/dL valores que no son comparables con datos de I.S.I.S. (2002) y Andrés G. Ortega en (2009) por no

presentar datos referenciales. La hiperglucemia moderada transitoria puede ocurrir por estrés (Fudge. 1997)

En cuanto a las proteínas totales, en este estudio se determinó un promedio de 3,46 g/dL, el cual está dentro de los valores presentados por I.S.I.S. (2002) y Andrés G. Ortega en (2009), con promedios de 2,7-6,8 g/dL y 4,38 g/dL. Las proteínas sanguíneas son muy importantes en el mantenimiento de la homeostasis metabólica en las aves, promueve una presión osmótica adecuada para prevenir la extravasación de sangre y mantener un pH apropiado; mediante un efecto de buffer, se puede ver un incremento verdadero en anormalidades inflamatorias y en hemoconcentración por deshidratación.

Con relación a la albumina el promedio hallado fue de 1,14 g/dL, valor dentro de los rangos realizados por I.S.I.S. (2002) y Andrés G. Ortega en (2009), con promedio de 0,9-2,5 g/dL y 1,73 g/dL respectivamente.

El promedio hallado para bilirrubina total fue de 0,48 mg/L, bilirrubina directa fue de 0,18 mg/L y bilirrubina indirecta fue de 0,31 mg/dL, valores que no son comparables con datos de I.S.I.S. (2002) y Andrés G. Ortega en (2009) por no presentar datos referenciales.

Los valores de química sérica en aves presentan variaciones según las condiciones fisiológicas (edad, muda, comportamiento migratorio, ciclo circadiano) y la condición ambiental (ave libre o cautiva, nutrición, condiciones climáticas, exposición a infecciones subclínicas) de las aves que se encuentran sin sintomatología clínica. Los datos de química sanguínea pueden indicar una tendencia hacia una condición clínica particular y para que sean de valor significativo deben tener un incremento de por lo menos el doble sobre los de referencia base (Coles, 2007).

**TABLA 3: Valores de química sérica, máximos, media y desviación estándar (DE) de 9 cóndores (*Vultur gryphus*) cautivos en el zoológico Vesty Pakos, de La Paz, Bolivia**

Parámetros Bioquímicos	Unidades	Media ±DE*	CV**	Rangos	
				Mínimas	Máximas
Glucosa	mg/dL	216,36±42,42	19,6%	136,9	295,04
Urea	g/L	0	0%	0	0
Nitrógeno Ureico	mg/dL	0	0%	0	0
Creatinina	mg/L	4,82±0,76	15,94%	3,9	6,6
Fosfatasa Alcalina	U/L	252,31±104,88	41,56%	106,23	443,40
Transaminasas:					
GOT	U/L	10,71±6,68	62,39%	2,3	23,5
GPT	U/L	29,7±9,95	33,52%	11,65	43,3
Albumina	g/dL	1,14±0,20	18,03%	0,8	1,5
Proteínas totales	g/dL	3,46±0,063	18,19%	2,5	4,7
Bilirrubina Total	mg/dL	0,48±0,25	53,27%	0,17	1,26
Bilirrubina Directa	mg/dL	0,18±0,09	50,6%	0,1	0,45
Bilirrubina Indirecta	mg/dL	0,31±0,13	44,65%	0,13	0,57

\*DS (Desviación Estándar) \*\*CV (Coeficiente de Variación)

## CONCLUSIONES

Estos valores sanguíneos de hematología, química sérica y morfometría son el primer paso para la aplicación de la hematología como método de diagnóstico de enfermedades con curso clínico en individuos de esta especie, el cóndor (*Vultur gryphus*) y se pueden utilizar como valores de referencia para poblaciones cautivas.

Al establecer estos valores hematológicos se puede utilizar como recurso para determinar eventuales diferencias con ejemplares mantenidos en cautiverio y en estado libre.

## AGRADECIMIENTOS

Un sincero agradecimiento a Grace Carola Ledezma Encinas Encargada de Biología y a los Guarda Faunas (personal operativo) del Zoológico Municipal Vesty Pakos de La Paz, Bolivia por la colaboración prestada en el manejo y la obtención de las muestras.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ortega O. A. G., DMVZ; Arias T. P., DMVZ. (2009) Estado actual de la población del Cóndor andino (*Vultur gryphus*) mantenida en cautiverio en el Ecuador. RE-PORTE TECNICO N°1.
- Balderrama, J. A., C. Quiroga, O. Martínez, & M. Crespo. (2009). *Vultur gryphus*. pp. 363-364. en: Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia (L. F. Aguirre, R. Aguayo, J. Balderrama, C. Cortez & T. Tarifa, eds.). Ministerio de Medio Ambiente y Agua. La Paz, Bolivia.
- Campbell, T. (1994) *Hematology*: 176-198 (en) Ritchie, B.W., Harrison, G.J. & Harrison, L.R. *Avian Medicine: Principles and Application*. Wingers Publishing, INC. Florida.
- Campbell, T. (1995) *Avian Hematology*. In: Campbell, T. *Avian Hematology and Cytology*. 2nd Ed. Iowa State Press. 3-19 pp.
- CITES. (2013). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de fauna y flora silvestres. 2013. *Vultur gryphus*: Apéndices I, II, III.
- Coles, B.H. (2007). *Essentials of Avian Medicine and Surgery*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Díaz, D., M. Cuesta, T. Abreu, Ande. Mujica. (2000). Estrategia de conservación para el cóndor andino (*Vultur gryphus*). World Wildlife Fund and Fundación Bio Andina, Caracas, Venezuela.
- Fudge, A., (1997). *Avian clinical pathology, hematology and chemistry*: 142-157 (en) Altman, R.B., Clubb, S.L., Dorrestein, G.M. & Quesenberry, K. *Avian Medicine and Surgery*. W.B. Saunders Company.
- Fudge, A. (2000) *Laboratory Reference Ranges for selected Avian, Mammalian and Reptilian species*. In: Fudge, A. *Laboratory Medicine Avian and Exotic Pets*. Philadelphia USA. W.B. Saunders Company. 375 pp.
- Fjeldsá J. & N. Krabbe. (1990). *Birds of the high Andes*. Zoological Museum, University of Copenhagen and Apollo Books, Copenhagen.
- Hochleithner, M., (199). *Biochemistries*: 223-245 (en) Ritchie, B.W., Harrison, G.J. & Harrison, L.R. *Avian Medicine: Principles and Application*. Wingers Publishing, INC. Florida.
- [ISIS] *International Species Information System*. (2002). *Clinical Pathology Records Report - ISIS*. In house reference Values Mammals. [Internet], [20 de mayo 2012]. Disponible en : <http://www.isis.org>
- Lambertucci S.A., Jácome N. L., Trejo A.. (2008) Use of communal roosts by Andean Condors in northwest Patagonia, Argentina. *Journal of Field Ornithology* Volume 79, Issue 2, pages 138-146.
- Latimer KS, Mahaffey EA, Prasse KW. (2005). *Patología Clínica Veterinaria*. 4a ed. España: Multimédica ediciones veterinarias. 550p.
- McConnell F. (1996). *The convention on biological diversity. A negotiation history*. Amsterdam Netherlands: Kluwer Intl.
- Martínez y col. (2010). Registros del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en el sur de Bolivia y Comentarios sobre su Estado de Conservación, Museo Nacional de Historia Natural, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz Bolivia. Pg.7

Ríos U. B., Wallace B. R. (2007) Estimating the size of the Andean Condor population in the Apolobamba Mountains of Bolivia. *Journal of Field Ornithology*, Volume 78, Issue 2, pages 170–175.

Tully, T.N., Dorrestein, G.M., Jones, A.K. (2000). *Handbook of Avian Medicine*. London: Saunders Elsevier.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza IUCN. (2013). *Vultur grypus: The IUNC Red List of Threat bed Species*. 2013.2. Disponible en : <http://www.iucn.org/es/>