

COMPARACIÓN DE INDICADORES HEMATOLÓGICOS ENTRE INDIVIDUOS SANOS Y LESIONADOS DE TRES ESPECIES DE AVES RAPACES MANTENIDAS EN CENTROS DE RESCATE Y REHABILITACIÓN DE LA ZONA CENTRO Y SUR DE CHILE

Comparison of hematological indicators between healthy and injured individuals of three species of raptor maintained in rescue and rehabilitation centers of central and southern Chile

DANIEL GONZÁLEZ-ACUÑA¹, MARIO MORALES¹, IGNACIO TRONCOSO², VICTORIA MERINO¹, KAREN ARDILES¹, DANIELA DOUSSANG¹, ROBERTO GONZÁLEZ² & LUCILA MORENO³

¹Laboratorio de Parasitología y Enfermedades de Fauna Silvestre, Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción, Chillán, Chile

²Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Santo Tomás, sede Temuco, Chile

³Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

Correspondencia: Daniel González-Acuña, danigonz@udec.cl

RESUMEN.- Comparamos los valores de indicadores hematológicos obtenidos en individuos clínicamente sanos y con lesiones traumáticas de tucúquere (*Bubo virginianus*), lechuza blanca (*Tyto alba*) y tиюque (*Milvago chimango*) mantenidos en centros de rescate y rehabilitación del centro y sur de Chile. Por cada especie recolectamos muestras sanguíneas de 10 individuos sanos y 10 con lesiones traumáticas, las que fueron analizadas mediante métodos convencionales. En el laboratorio analizamos los siguientes indicadores hematológicos: (i) Hematocrito, (ii) Hemoglobina, (iii) Proteínas Plasmáticas Totales, (iv) Conteo Total de Leucocitos, y (v) Porcentaje de Linfocitos, Monocitos, Eosinófilos, Heterófilos y Basófilos. Los tucúqueres sanos y lesionados solo mostraron diferencias estadísticamente significativas en los valores de Proteínas Plasmáticas Totales y Conteo Total de Leucocitos, los cuales fueron menores en el segundo grupo. En la lechuza blanca solo detectamos diferencias estadísticamente significativas en el nivel de Hemoglobina, siendo mayor en individuos lesionados. En el caso del tиюque, solo encontramos diferencias estadísticamente significativas en el conteo diferencial de Linfocitos el cual fue mayor en tиюques sanos, y en la concentración de Heterófilos la cual fue mayor en individuos lesionados. Los valores sanguíneos de las aves que acá analizamos son similares a los obtenidos en diferentes especies de rapaces de otras regiones del mundo.

PALABRAS CLAVE: *Bubo virginianus*, *Milvago chimango*, medicina aviar, parámetros sanguíneos, *Tyto alba*

ABSTRACT.- We compared the values of hematological indicators obtained in clinically healthy individuals and with traumatic lesions of Great Horned Owl (*Bubo virginianus*), Barn Owl (*Tyto alba*) and Chimango Caracara (*Milvago chimango*) maintained in rescue and rehabilitation centers of central and southern Chile. For each species we collected blood samples from 10 healthy individuals and 10 with traumatic lesions, which were analyzed by using conventional methods. In the laboratory we analyzed the following hematological indicators: (i) Hematocrit, (ii) Hemoglobin, (iii) Total Plasma Proteins, (iv) Total Leukocyte Count, and (v) Percentage of Lymphocytes, Monocytes, Eosinophils, Heterophils, and Basophils. The healthy and injured Great Horned Owls only showed statistically significant differences in the values of Total Plasma Proteins and Total Leukocyte Count, which were lower in the second group. In the Barn Owl we only detected statistically significant differences in the Hemoglobin level, being higher in injured individuals. In the case of the Chimango Caracara, we only found statistically significant differences in the differential Lymphocyte count, which was higher in healthy individuals, and in the Heterophiles concentration, which was higher in injured individuals. The blood values of the birds that we analyzed here are similar to those obtained in different raptor species from other regions of the world.

KEY WORDS: Avian medicine, blood parameters, *Bubo virginianus*, *Milvago chimango*, *Tyto alba*.

Manuscrito recibido el 23 de febrero 2018, aceptado el 10 de junio 2018.

INTRODUCCIÓN

Los estudios hematológicos en aves rapaces silvestres son escasos (Cooper 1975, Gee *et al.* 1981, Hawkey & Samour 1988, Szabó *et al.* 2006, 2014). Por esta razón existe un vacío importante respecto de los valores de referencia (*i.e.*, parámetros) de los distintos indicadores hematológicos en este grupo de aves, particularmente en Sudamérica (Oliveira *et al.* 2014, Doussang *et al.* 2018). La obtención de valores de referencia de indicadores hematológicos es fundamental en medicina aviar, ya que son útiles para evaluar el estado de salud de individuos mantenidos en cautiverio y proporcionan una base para el diagnóstico de diversas enfermedades (Ferrer 1990, Schulz *et al.* 2000, Aengwanich *et al.* 2002, García-Montijano *et al.* 2002).

La lechuza blanca (*Tyto alba*) y el tucúquere (*Bubo virginianus*) son especies comunes y ampliamente distribuidas en el mundo y en América, respectivamente (Pavez 2004a). Por otra parte, el tiuque (*Milvago chimango*) es una especie restringida al sur de Sudamérica y es muy abundante (Martínez & González 2017). Coincidentemente, estas especies son las que ingresan con mayor frecuencia a centros de rescate y rehabilitación, debido generalmente a lesiones traumáticas causadas por humanos mediante el uso de armas de fuego, colisiones con vehículos motorizados y estructuras de construcción (Pavez 2004b, Basso 2014). A pesar de esto, existen pocos estudios sobre los indicadores hematológicos de estas especies, lo cual limita la evaluación del estado de salud de las aves una vez que ingresan a un centro de rescate o rehabilitación.

En el caso de la lechuza blanca, varios autores han evaluado parámetros sanguíneos en individuos mantenidos en cautiverio (Cooper 1975, Hawkey & Samour 1988, Szabó *et al.* 2006, 2014, Goulart 2015), pero solo Szabó *et al.* (2004, 2016) proporcionaron valores de referencias en individuos clínicamente sanos. Los parámetros sanguíneos del tucúquere fueron documentados por Black *et al.* (2011) en Estados Unidos y por Goulart (2015) en Brasil. Los parámetros hematológicos de tiuques clínicamente sanos en Brasil y Argentina fueron reportados por Goulart (2015) y Paterlini *et al.* (2017), respectivamente.

En este artículo proporcionamos información sobre los valores de varios indicadores hematológicos obtenidos en individuos sanos y lesionados de lechuza blanca, tucúquere y tiuque mantenidos en centros de rescate y rehabilitación del centro y sur de Chile. Nuestro objetivo fue generar valores de referencia sobre la base de individuos sanos que permitan determinar potenciales alteraciones fisiológicas en individuos con lesiones traumáticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Origen y condición de las aves analizadas

Los individuos analizados provinieron del Centro de Rehabilitación de Fauna Silvestre de la Universidad de Concepción, Campus Chillán (6 tucúqueres, 12 lechuzas y 12 tiuques) y del Centro de Rescate de Aves Rapaces de Talagante (14 tucúqueres, 8 lechuzas y 8 tiuques). Por cada especie, analizamos 10 individuos clínicamente sanos y 10 con lesiones traumáticas. Consideramos como aves clínicamente sanas todas aquellas que se encontraban recuperadas de lesiones y en proceso de liberación. El estado de salud de estas aves fue confirmado mediante un examen clínico que consistió en una inspección de la condición corporal, piel, mucosas, cavidad oral, plumas y presencia de ectoparásitos. Además, medimos su temperatura corporal y los auscultamos con el fin de evidenciar la presencia de alguna alteración en el sistema respiratorio. Las aves con lesión traumática las identificamos mediante un examen clínico durante el cual corroboramos la presencia de heridas, fracturas o signos de haber colisionado.

Toma de muestras sanguíneas

La obtención de muestras sanguíneas la realizamos entre los años 2005 y 2007. En los individuos sanos obtuvimos las muestras dos a tres días antes de su liberación en hábitats naturales apropiados, y en el caso de los individuos con lesión traumática, inmediatamente al ingresar a cada centro. La sangre fue extraída mediante la punción de la vena braquial utilizando agujas de 21G o 24G (Nitro®, Japón), dependiendo del tamaño corporal del ave (Campbell & Coles 1986, Jain 1993). Por cada individuo extrajimos 1 mL de sangre que depositamos en crioviales con anticoagulante EDTA (ácido etilendiamino-tetracético) (Campbell & Coles 1986, Harrison & Harrison 1986, Jain 1993). Estas muestras las refrigeramos a 4°C y las transportamos en una caja isotérmica al Laboratorio de Patología Clínica del Departamento de Ciencias Clínicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Concepción, Campus Chillán. Justo antes de depositar las muestras en los crioviales, separamos una gota de sangre sobre un portaobjeto para realizar un recuento de leucocitos mediante la técnica de extendido o frotis sanguíneo. Los extendidos sanguíneos fueron fijados con alcohol metílico absoluto durante 3 min, los secamos a temperatura ambiente y los teñimos en una solución diluida al 1/10 de colorante Giemsa con tampón PBS (solución salina amortiguada por fosfato) por 30 min. Luego los lavamos y los dejamos secar.

Análisis de laboratorio

En el laboratorio evaluamos los siguientes indicadores hematológicos:

Hematocrito (Ht; %): El nivel de hematocrito lo determinamos mediante la centrifugación de la sangre contenida en tubos de microhematocrito durante 5 min a 12.800 rpm (Digital microcentrifuge, HS CODE: 9319, Already Enterprise INC, Taiwan, China). El hematocrito es el porcentaje de glóbulos rojos en la sangre y permite diagnosticar alteraciones tales como anemia o policitemia causadas por diferentes patologías.

Proteínas Plasmáticas Totales (PPT; g/dL): La concentración de PPT la determinamos por refractometría (Golberg TS Meter Clinical Refractometer, Reichert Analytical Instrument, New York, EE.UU.). La evaluación del nivel de PPT permite detectar la existencia de hipoalbuminemia e hipoproteinemia causadas ya sea por deshidratación, falla hepática, hemorragias, enfermedades renales, entre otras alteraciones orgánicas.

Hemoglobina (Hb; g/dL): La concentración de Hb la determinamos mediante el método de Drabkin o cianometahemoglobina, con reactivos comerciales (Laboratorio VALTEK) y utilizando un espectrofotómetro Microlab 200. La lectura fue realizada a 540 nm. Un bajo nivel de hemoglobina es un indicador de la existencia de anemia causada posiblemente por hemorragia, enfermedad renal crónica, intoxicación por plomo o hemólisis, entre otros factores.

Conteo Total de Leucocitos (CTL; células/ μ l): Este indicador lo evaluamos sobre la base de los extendidos sanguíneos mencionados anteriormente. El número de leucocitos lo determinamos manualmente en un hemocitómetro utilizando como diluyente la solución descrita por Res & Ecker modificada (Lucas & Jamroz 1961). Una baja concentración de leucocitos (leucopenia) puede indicar niveles altos de estrés, malnutrición, deficiencia de vitaminas y minerales, o enfermedades infecciosas.

Fórmula Leucocitaria Diferencial (FLD; cel/ μ l): La FLD la determinamos mediante la diferenciación de 200 leucocitos en los frotis sanguíneos (Fudge 2000), teñidos con Giemsa, observándolos al microscopio con aumento de inmersión (1.000x) para diferenciar heterófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos. La FLD permite detectar infecciones, anemia y reacciones inflamatorias producto de lesiones traumáticas.

Análisis de los datos

Para detectar si los valores de cada indicador hematológico difirieron significativamente entre individuos clínicamente sanos e individuos con lesiones traumáticas utilizamos la prueba de suma de rangos de Wilcoxon. Este procedimiento estadístico compara las medianas de dos muestras emparejadas cuyos valores son expresados en una escala de intervalo (Fowler & Cohen 1994). Decidimos usar este procedimiento no paramétrico debido

a que los datos no mostraron una distribución normal (prueba de Shapiro Wilk $< 0,05$) ni homogeneidad de varianza (prueba de Levene $\leq 0,05$). Asumimos que todas las pruebas cuyo valor $P \leq 0,05$ indicaron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras. Todos los análisis estadísticos los realizamos utilizando el programa estadístico JMP (SAS Institute Inc.). En todos los procedimientos de manipulación y toma de muestras seguimos los protocolos de bienestar y de bioseguridad recomendados por Rojas *et al.* (2015).

RESULTADOS

En general, los valores hematológicos no mostraron diferencias considerables entre individuos clínicamente sanos e individuos con lesiones traumáticas (Tabla 1). En el caso del tucúquere, solo observamos diferencias estadísticamente significativas en los valores de PPT ($W = 140$; $P = 0,008$) y CTL ($W = 138$; $P = 0,013$), los cuales tendieron a ser más bajos en aves con lesión traumática. Respecto de la lechuza blanca, la única diferencia significativa fue en el nivel de Hb, el cual fue más alto en individuos con lesiones traumáticas ($W = 49$; $P = 0,008$). En los tuiques solo observamos diferencias estadísticamente significativas en el conteo diferencial de linfocitos, el cual fue mayor en individuos sanos ($W = 45$; $P = 0,008$), y en la concentración de los heterófilos, la cual fue mayor en individuos lesionados ($W = 15$; $P = 0,011$).

DISCUSIÓN

Nuestros resultados constituyen la primera aproximación para establecer valores de referencia o parámetros hematológicos en las tres especies de aves rapaces estudiadas, al menos en Chile. Los valores obtenidos para cada indicador hematológico en nuestro estudio podrían ser útiles como parámetros en la evaluación clínica de las aves rapaces que ingresan con lesiones traumáticas a centros de rescate o rehabilitación (Gálvez *et al.* 2009). Sin embargo, debemos tener en consideración que existen varios factores que pueden producir cambios en estos valores incluyendo el sexo, la edad y el estado reproductivo de las aves, las variables ambientales, las condiciones de cautiverio, e incluso la técnica utilizada para el análisis de las muestras (Clark *et al.* 2009). Además, un hemograma normal no excluye que un ave sea portadora de alguna enfermedad asintomática (Gálvez *et al.* 2009). Por lo tanto, recomendamos utilizar los valores hematológicos en combinación con el historial del ave para interpretar mejor su estado de salud.

El hecho que no encontramos diferencias estadísticas significativas en la mayoría de los valores promedio

Tabla 1. Comparación de los valores de distintos indicadores hematológicos obtenidos en individuos clínicamente sanos (CS) y con lesiones traumáticas (LT) de tres especies de aves rapaces mantenidas en centros de rescate y rehabilitación del centro y sur de Chile. Ht = hematocrito, Hb = hemoglobina, PPT = proteínas plasmáticas totales, CTL= conteo total de leucocitos. Los valores únicos en la tabla representan la mediana y los valores entre paréntesis representan el rango.

Parámetros Hematológicos	<i>Bubo virginianus</i> *		<i>Tyto alba</i> *		<i>Milvago chimango</i>	
	CS	LT	CS	LT	CS	LT
Ht (%)	34,2 (25 - 41)	37 (25 - 40)	36,5 (12 - 50)	35 (17 - 44)	44,5 (9 - 58)	42,5 (40 - 54)
Hb (g/dL)	15,8 (11 - 22)	18 (11 - 25)	14 (11 - 18)	20 (18 - 24)	14,5 (7 - 24)	14 (11 - 16)
PPT (g/dL)	4,6 (3,4 - 7,4)	3,5 (1,8 - 4,6)	4,1 (3,2 - 4,8)	4 (3,2 - 4,6)	4,5 (4 - 6,6)	4,7 (3,8 - 5,6)
CTL (células/ μ l)	19.200 (12.800 - 42.200)	14.200 (12.200 - 17.600)	15.000 (7.600 - 120.500)	12.600 (5.950 - 21.200)	20.619 (14.572 - 20.749)	12.175 (4.400 - 18.800)
Linfocitos (%)	31,7 (13 - 61)	31,25 (7,5 - 47,5)	77 (59 - 86)	40,25 (23,5 - 46,5)	79 (56 - 88,5)	39 (20 - 50)
Linfocitos (células/ μ l)**	9.638 (5.486 - 18.400)		7.942 (5.852 - 103.630)		20.619 (14.572 - 20.749)	
Monocitos (%)	2,25 (0,5 - 15)	3 (0,5 - 8)	3,5 (0,5 - 1,3)	4 (2,5 - 4,5)	4,5 (4 - 5)	3,7 \pm 1,2
Monocitos (células/ μ l)	431,16 (211 - 1.428)		440 (280 - 615)		580 (479 - 705)	
Eosinófilos (%)	20 (2 - 37)	15,25 (4 - 41,5)	0,5 (0,5 - 2,5)	40 (31 - 45,5)	8 (0,5 - 23)	13,5 (1 - 35,5)
Eosinófilos (células/ μ l)**	2.447 (844 - 4.774)		2.800 (89 - 6.146)		1.610 (402 - 3.681)	
Heterófilos (%)	37,25 (24,5 - 84,5)	36,5 (17 - 59,5)	22,5 (9 - 38,5)	18,5 (5,5 - 26)	16 (11,5 - 19)	43,5 (18,5 - 61)
Heterófilos (células/ μ l)**	7.546 (4.345 - 35.679)		4.690 (1.710 - 16.870)		3.976 (1.893 - 4.959)	
Basófilos (%)	7,65 (1 - 20,5)	15,75 (5 - 24)	7 (0 - 15,3)	5,4 (1,4 - 9,8)	0	5,3 (2,5 - 8,9)
Basófilos (células/ μ l)	3,8 (1,7 - 6,3)	16 (14 - 22)	7,3 (0 - 7,8)	5,8 (1,4 - 9,8)	0	5,6 (2,5 - 8,9)

*Algunos autores consideran que la población de tucúqueres y lechuzas blancas presentes en Chile, corresponde a las especies *Bubo magellanicus* y *Tyto furcata*, respectivamente. **Valores no determinados para aves con lesión traumática.

de los diferentes indicadores hematológicos al comparar individuos sanos y lesionados, podría explicarse por la reducida cantidad de individuos analizados, o a que no había transcurrido el tiempo suficiente para la manifestación de alteraciones en los componentes sanguíneos entre el momento de ocurrida la lesión y la toma de la muestra de sangre. Generalmente, las lesiones traumáticas producen alteraciones en el hemograma tales como el aumento en la concentración de leucocitos (leucocitosis), heterófilos (heterofilia), basófilos (basofilia) o monocitos (monocitosis), producto de infecciones bacterianas o anemia por pérdida de sangre debido a un trauma severo (Campbell & Coles 1986).

Los niveles de Ht, Hb, PPT y CTL obtenidos en tucúqueres clínicamente sanos durante nuestro estudio caen dentro de los rangos reportados para esta misma especie

en Brasil (Goulart 2015) y Estados Unidos (Black *et al.* 2011) y para Strigiformes por Smith y Bush (1978). El nivel de Hb también presentó valores similares a los de otros estudios realizados en el tucúquere (Baronetzky-Mercier & Seidel 1995). Para la serie blanca (*i.e.*, leucocitos), detectamos un amplio rango de valores de CTL, mayor a lo reportado por Black *et al.* (2011). Sin embargo, el valor más alto registrado por nosotros se encuentra entre los valores reportados para aves en cautiverio en general (hasta $52,8 \times 10^3$ cel/UI) (International Species Information System). Esto puede ser producto del estrés que podría ocasionar el encierro en condiciones de cautiverio (Davis *et al.* 2008).

Aún cuando observamos diferencias en la concentración de PPT y CTL entre tucúqueres sanos y lesionados, los valores registrados en estos últimos son similares a

aquellos detectados en individuos sanos por otros autores (Black *et al.* 2011, Goulart 2015). No obstante, uno de los individuos con lesión presentó un valor de PPT de 1,8 g/dL, valor que cae bajo los rangos reportados en la literatura. Esto podría indicar el padecimiento de una enfermedad crónica de tipo renal o hepática, problemas de mala absorción intestinal o desnutrición (Campbell & Coles 1986). Respecto de la concentración de las células blancas, evidenciamos diferencias marcadas entre los dos grupos de aves (con excepción de los basófilos), encontrándose una concentración más alta en los individuos lesionados. Aún no está clara la función de los basófilos, pero algunos autores indican que estos estarían involucrados en el proceso inflamatorio ante una infección, ya que aparecen luego de la migración heterofílica (Fudge 2000, Gálvez *et al.* 2009).

Los valores de Hb y PPT en lechuzas blancas sanas y con lesión estuvieron dentro de los rangos reportados por Szabó *et al.* (2014), Agustí (2015) y Goulart (2015). Valores similares también fueron registrados en otras especies de Strigiformes de distintas regiones del mundo las cuales incluyen al pequén (*Athene cunicularia*), cárabo norteamericano (*Strix varia*), búho chico (*Otus asio*), autillo africano (*Otus s. senegalensis*), cárabo oriental (*Strix leptogrammica*), búho nival (*Nyctea scandiaca*), búho lechoso (*Bubo lacteus*), mochuelo de los saguaros (*Micrathene whitneyi*), lechuzón orejudo (*Asio clamator*), nucu (*Asio flammeus*), búho pescador castaño (*Ketupa zeylonensis*) y búho pescador malayo (*Ketupa ketupa*) (Smith & Bush 1978). Al comparar las lechuzas blancas clínicamente sanas con aquellas lesionadas solo observamos diferencias estadísticas significativas en la concentración de Hb, cuyo nivel fue más alto en las últimas. Lo anterior contradice la idea que una mayor concentración de Hb es indicativo de anemias causadas por hemólisis o hemorragias atribuidas a parasitismo, heridas o intoxicación (Minias 2015). Sin embargo, un aumento en el nivel de Hb en aves con lesión traumática podría ser atribuible a un aumento del transporte de oxígeno como una respuesta fisiológica a la lesión (Lucas & Jamroz 1961). Algunos autores también documentaron cambios en las concentraciones de Hb asociadas a la estación reproductiva (Powell *et al.* 2013), edad (Reissing *et al.* 2002), sexo (Limiñana *et al.* 2009) y calidad de la dieta (Pryke *et al.* 2012), entre otros. Así, múltiples factores podrían influenciar un alza en la concentración de Hb encontrada en este grupo de aves. Respecto a la concentración de leucocitos, observamos una mayor proporción de linfocitos y eosinófilos en aves con lesión traumática. Es posible que un incremento en la proporción de linfocitos indique alguna infección viral, mientras que, un aumento de los eosinófilos sea debido a la presencia de parásitos (Campbell & Coles 1986).

En tiiques sanos y lesionados, los niveles de Ht, Hb, PPT y CTL reportados en este estudio fueron similares a los reportados por Peterlini *et al.* (2017). Por otra parte, Goulart (2015) documentó valores más bajos para estos indicadores, aunque basado sólo en dos individuos. Al comparar tiiques sanos con lesionados observamos una mayor proporción de linfocitos en los primeros respecto de los últimos. Una linfocitosis puede ser indicador de alguna fase de infección clamidial y viral (Gálvez *et al.* 2009). No obstante, debido a que no realizamos pruebas diagnósticas para detectar infecciones de este tipo, desconocemos si los tiiques analizados padecían alguna enfermedad subclínica (*e.g.*, viruela, hepatitis). Respecto de los heterófilos, observamos un mayor porcentaje en tiiques con lesión traumática, lo cual podría estar relacionado con la generación de procesos inflamatorios. Tal situación coincide con lo encontrado por Clark & Raidal (2009) y Clark *et al.* (2014) en Falconiformes lesionados o enfermos. Sin embargo, existe una gran variedad de situaciones en las cuales la concentración de heterófilos aumenta, incluyendo estrés, administración de corticoesteroides, infecciones, traumas, tóxicosis, neoplasias y leucemias (Campbell & Coles 1986, Jain 1993, Raskin 2002). Al igual que en el caso de la lechuza blanca, observamos una mayor proporción de eosinófilos en los tiiques con lesión traumática respecto de los tiiques sanos. El incremento en el número de estas células parece estar asociado frecuentemente a la presencia de parásitos (Campbell & Coles 1986). La presencia de basófilos sólo la detectamos en tiiques con alguna lesión traumática. Como ya fue mencionado anteriormente, los basófilos podrían estar involucrados en el proceso inflamatorio producido por una lesión (Fudge 2000).

Resumiendo, los valores de los distintos indicadores hematológicos obtenidos en tucúqueres, lechuza blancas y tiiques durante nuestro estudio son similares a los obtenidos en diferentes especies de rapaces de otras regiones del mundo. Estos valores básicos son utilizados a menudo en medicina aviar para evaluar el estado de salud de las aves rapaces. No obstante, son necesarios estudios que incluyan una mayor cantidad de individuos para entender las respuestas de los diferentes procesos hematológicos y, de esta manera, establecer parámetros confiables que permitan mejorar el diagnóstico clínico y actuar rápidamente ante la presencia de lesiones traumáticas.

AGRADECIMIENTOS.- Agradecemos a los encargados del Centro de Rescate de Aves Rapaces de Talagante, Dr. Eduardo Pavez y Víctor Escobar, y al Dr. Luis Carrasco veterinario del zoológico de Quilpué por su colaboración en la extracción de las muestras sanguíneas.

Además, agradecemos a dos revisores anónimos y a R.A. Figueroa quienes contribuyeron a mejorar considerablemente la claridad y organización de este artículo.

LITERATURA CITADA

- AENGWANICH, W., A. TANOMTONG, R. PATTANARUNSON & S. SIMARAKS. 2002. Blood cell characteristic, hematological and serum biochemistry values of Painted Stork (*Mycteria leucocephala*). *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 24: 473-479.
- AGUSTÍ MONTOLÍO, S. 2015. *Estudio de la hematología y la bioquímica de las rapaces nocturnas ibéricas*. Tesis Doctoral. Departament de Medicina i Cirurgia Animals. Facultat de Veterinària. Universitat Autònoma de Barcelona. 170 pp.
- BARONETZKY-MERCIER, A. & B. SEIDEL. 1995. Greifvögel und Eulen. Pp. 443-465, in Göltenboth, R. & H. Klös (eds.). *Krankheiten der Zoo- und Wildtiere*. Blackwell Wissenschafts-Verlag. Berlin, Alemania.
- BASSO, B., V. ARNÉS, Á. ESPINOZA & F. IZQUIERDO. 2013. Hematological and biochemical blood parameters in captivity Black-chested Buzzard-eagle (*Geranoaetus melanoleucus*, Vieillot 1819) from the Metropolitan region, Chile. *Raptor Research Foundation Annual Conference 2013*, Bariloche, Argentina.
- BASSO, E. 2014. *Estudio retrospectivo del centro de rehabilitación de fauna silvestre de la universidad Austral de Chile (CEREFAS) durante el periodo 2005-2012 y propuesta de un sistema de gestión de base de datos*. Memoria de Título Médico Veterinario, Valdivia, Chile. 59 pp.
- BLACK, P.A., D.L. MCRUER & L-A. HORNE. 2011. Hematologic parameters in raptor species in a rehabilitation setting before release. *Journal of Avian Medicine and Surgery* 25: 192-198.
- CAMPBELL, T.W. & E.H. COLES. 1986. Avian Clinical Pathology. Pp. 279-301, en Coles, E.H. (ed.). *Veterinary Clinical Pathology*. Cuarta edición. W. B. Saunders Company. Philadelphia, EE.UU.
- CLARK, P. & S.R. RAIDAL. 2009. Haematological indicators of inflammation exhibited by Australian Falconiformes. *Comparative Clinical Pathology* 18: 1-6.
- CLARK, P., W.S.J. BOARDMAN & S.R. RAIDAL. 2014. Haematological responses of Australian owls to naturally occurring disease or injury. *Comparative Clinical Pathology* 23: 993-997.
- COOPER, J.E. 1975. Haematological investigations in east African birds of prey. *Journal of Wildlife Disease* 11: 389-394.
- DAVIS, A.K., MANEY, D.L. & J.C. MAERZ. 2008. The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologists. *Functional Ecology* 22: 760-772.
- DOUSSANG, D., C. PALMA, L. MORENO, B. ZAMBRANO, E. PAVEZ, F. CERDA & D. GONZÁLEZ-ACUÑA. 2018. Hematological and biochemical parameters of captive Andean Condors. *Journal of Raptor Research* 52: 72-81.
- FERRER, M. 1990. Hematological studies in birds. *Condor* 92: 1085-1086.
- FOWLER, J. & L. COHEN. 1994. *Statistics for ornithologists*. British Trust for Ornithologist, Reino Unido. 150 pp.
- GÁLVEZ, C.F., G.F. RAMÍREZ & J.H. OSORIO. 2009. El laboratorio clínico en hematología de aves exóticas. *Biosalud* 8: 178-188.
- GARCÍA-MONTIJANO, M., A. GARCÍA, J.A. LEMUS, A. MONTESINOS, R. CANALES, I. LUACES & P. PEREIRA. 2002. Blood chemistry, protein electrophoresis, and hematologic values of captive Spanish Imperial eagles (*Aquila adalberti*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 33: 112-117.
- GOULART, M.A. 2015. *Parâmetros hematológicos, bioquímicos e pesquisa de cepas produtoras de esbl e carbapenemas em aves de rapina em cativeiro no Brasil*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. 153 pp.
- FUDGE, A.M. 2000. Laboratory Medicine. *Avian and Exotic Pets*. W.B. Saunders Company. Pennsylvania, EE.UU. 468 pp.
- GEE, G.F., J.W. CARPENTER & G.L. HENSLER. 1981. Species differences in hematological values of captive cranes, geese, raptors and quail. *Journal of Wildlife and Management* 45: 463-483.
- HARRISON, G.J. & L.R. HARRISON. 1986. *Clinical Avian Medicine and Surgery: including avicultura*. W.B. Saunders Company. Philadelphia, EE.UU. 717 pp.
- HAWKEY, C.M. & J.H. SAMOUR. 1988. The value of clinical hematology in exotic birds. Pp. 93-98, in Jacobson, E.R. & G.V.J. Kollias (eds). *Exotic animals: contemporary issues in small animal practice*. Churchill Livingstone, London.
- JAIN, N.C. 1993. *Essentials of Veterinary Hematology*. Lea & Febiger. Philadelphia, EE.UU. 417 pp.
- LIMIÑANA, R., J.R. LOPEZ-OLVERA, M. GALLARDO, M. FORDHAM & V. URIOS. 2009. Blood chemistry and hematologic values in free-living nestling of Mountagu's Harriers (*Circus pygargus*) in a natural habitat. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 40: 687-695.
- LUCAS, A.M. & C. JAMROZ. 1961. *Atlas of Avian Hematology*. Agriculture Monograph 25, United States Department of Agriculture. Washington, EE.UU. 271 pp.
- MARTÍNEZ, D.E. & G.E. GONZÁLEZ. 2017. *Aves de Chile. Guía de Campo y Breve Historia Natural*. Ediciones del Naturalista. Santiago, Chile. 538 pp.
- MINIAS, P. 2015. The use of hemoglobin concentrations to assess physiological condition in birds: a review. *Conservation Physiology* 3: cov007.
- OLIVEIRA, M., I. NASCIMENTO, V. RIBEIRO, L. CORTES, R. FERNANDES, L. SANTOS, W. MORAES & Z. CUBAS. 2014. Haema-

- tological values for a captive Harpy Eagle (*Harpia harpyja*). *Pesquisa Veterinaria Brasileira* 34: 805-809.
- PATERLINI, C., M.S. BÓ, O. GARCÍA, G. FUENTES, R. CORDOVA, A. VASSALLO & L. BIONDI. 2017. Hematology and blood chemistry in free-living Chimango Caracara (*Milvago chimango*). *Ornithological Congress of the Americas*. Puerto Iguazú, Argentina.
- PAVEZ, E. 2004a. Descripción de las especies vivientes. Pp. 29-104, in Muñoz-Pedrerros, A., J. Rau & J. Yañez (eds.). *Aves Rapaces de Chile*. CEA, Valdivia, Chile.
- PAVEZ, E. 2004b. Centro para las aves rapaces. Pp. 335-352, in Muñoz-Pedrerros, A., J. Rau & J. Yañez (eds.). *Aves Rapaces de Chile*. CEA, Valdivia, Chile.
- POWELL, C., A. LILL & C.P. JOHNSTONE. 2013. Body condition and chronic stress in urban and rural noisy miners. *Open Ornithology Journal* 6: 25-31.
- PRYKE, S., L. ASTHEIMER, S. GRIFFITH & W. BUTTERMER. 2012. Covariation in life-history traits: differential effects of diet on condition, hormones, behavior and reproduction in genetic finch morph. *American Naturalist* 179: 375-390.
- RASKIN, R.E. 2002. Avian Hematology. Pp. 59-61, in Harvey, J.W., A. MacNeill, S. Ramaiah & H. Wamsley (eds.). *Proceedings 10th Congress of the International Society of Animal Clinical Biochemistry for Animal Clinical Biochemistry*. University of Florida. Gainesville. Florida, EE.UU.
- REISSING, E.C., C.A. ROBLES & R. SAGER. 2002. Hematology and serum chemistry values of the Lesser Rhea (*Pterocnemia pennata*) raised in a Patagonia farm (Argentina). *Journal of Zoo and wildlife Medicine* 33: 328-331.
- SCHULZ, J.H., A.J. BERMUDEZ, J.L. TOMLINSON, J.D. FIRMAN & Z. HE. 2000. Blood plasma chemistries from wild Mourning Doves held in captivity. *Journal of Wildlife Diseases* 36: 541-545.
- SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO. 2015. *La ley de caza y su reglamento, legislación sobre fauna silvestre*. Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero, División de protección de recursos naturales renovables, XVI Edición. 112 pp.
- SMITH, E.E. & M. BUSH. 1978. Haematologic parameters on various species of Strigiformes and Falconiformes. *Journal of Wildlife Diseases* 14: 447-450.
- SZABÓ, Z., A. KLEIN, A. BEREGI & T. GAÁL. 2006. Evaluation of white blood cells in juvenile Barn Owls (*Tyto alba*). *Veterinary Clinical Pathology* 35: 474-488.
- SZABÓ, Z., A. KLEIN & C. JAKAB. 2014. Hematologic and plasma biochemistry reference intervals of healthy adult Barn Owls (*Tyto alba*). *Avian Diseases* 58: 228-231.
- TORO, H., E.F. PAVEZ, R.E GOUGH, G. MONTES & E.F. KALETA. 1997. Serum chemistry and antibody status to some avian pathogens of free- living and captive condors (*Vultur gryphus*) of central Chile. *Avian Pathology* 26: 339-345.