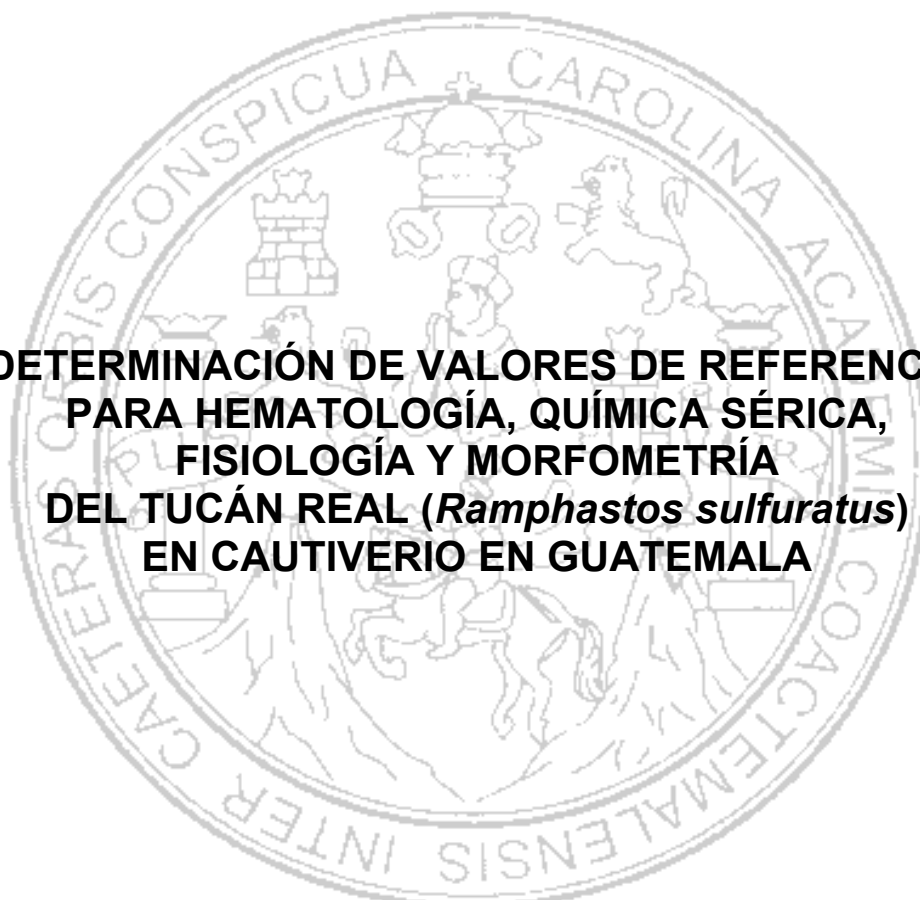


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**DETERMINACIÓN DE VALORES DE REFERENCIA
PARA HEMATOLOGÍA, QUÍMICA SÉRICA,
FISIOLOGÍA Y MORFOMETRÍA
DEL TUCÁN REAL (*Ramphastos sulfuratus*)
EN CAUTIVERIO EN GUATEMALA**

INGEBORG RENATE AMANDA VALENTIN NICOLESCU

Guatemala, Abril 2008.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**DETERMINACIÓN DE VALORES DE REFERENCIA
PARA HEMATOLOGÍA, QUÍMICA SÉRICA,
FISIOLOGÍA Y MORFOMETRÍA
DEL TUCÁN REAL (*Ramphastos sulfuratus*)
EN CAUTIVERIO EN GUATEMALA**

TESIS

**Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
de la Universidad de San Carlos de Guatemala**

Por

INGEBORG RENATE AMANDA VALENTIN NICOLESCU

Previo a optar al título profesional de

Médica Veterinaria

Guatemala, Abril 2008.

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Decano: Lic. Zoot. Marco Vinicio de la Rosa Montepeque
Secretario: Med. Vet. Marco Vinicio García Urbina
Vocal I: Med. Vet. Yeri Edgardo Véliz Porras
Vocal II: Mag. Sc. Med. Vet. Fredy Rolando Gonzáles Guerrero
Vocal III: Med. Vet. Edgar Bailey Vargas
Vocal IV: Br. José Abraham Ramírez Chang
Vocal V: Br. José Antonio Motta Fuentes

ASESORES

Mag. Sc. Med. Vet. Dennis Guerra Centeno
Med. Vet. Héctor Fuentes Rousselin
Med. Vet. Jorge Miranda Hammer

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de tesis titulado:

**DETERMINACIÓN DE VALORES DE REFERENCIA
PARA HEMATOLOGÍA, QUÍMICA SÉRICA,
FISIOLOGÍA Y MORFOMETRÍA
DEL TUCÁN REAL (*Ramphastos sulfuratus*)
EN CAUTIVERIO EN GUATEMALA**

Que me fuera aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Previo a optar al título profesional de:

MÉDICA VETERINARIA

ACTO QUE DEDICO

A Dios mi luz y guía; porque a pesar de los desafíos que la vida me ha presentado siempre me ha dado la fortaleza para permanecer de pie.

A Olivia Nicolescu, mi ejemplo a seguir, amiga y compañera; por todos sus sacrificios y por estar siempre allí, en cada momento importante o cotidiano de mi vida. Te adoro mamita.

A Guillermo Valentin, quien me enseñó fortaleza y lucha incansable; por ser un padre ejemplar y confiar siempre en mis capacidades.

A mi hermanito, muestra de bondad e inocencia; por el amor y apoyo que siempre me demuestra. Eres una bendición para mí y nuestra familia, te adoramos Fritz.

A Alejandro España, mi alma gemela y el amor de mi vida; por compartir conmigo su amor a la vida y apoyarme incondicionalmente. Te amo.

A mi tío Jorge Nichols, mi ejemplo de lucha y éxito; por sus atenciones, por ser un segundo padre para mí. Lo quiero mucho.

A mi tía Mary Nichols, un ángel de bendición y vida; por sus consejos y oraciones.

A mi abuelita Amanda (†), mujer ejemplar que me llenó de amor.

A mi tío Gerardo Nichols (†) que llevo en mi corazón.

A mis padrinos, Ninette y Ricardo Guzmán, por el gran cariño que me demuestran.

A mis amigos Ana Lucía De León, Ana Lucía Peña, Lorena Mendoza, Diego García, Erick Rabanales y Marlen Alvarez por todas las risas, lágrimas y momentos compartidos. Los quiero mucho a todos.

A mis compañeros de promoción, por los excelentes recuerdos.

A Doguie (†), Rufo, Angy, Elena, Viti, Chili y Carlota (†), mis pequeños, mi compañía y alegría.

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores de tesis, por su paciencia y dedicación.

Al Zoológico La Jungla y Aviarios Mariana, como a su personal administrativo, por confiar en mí y permitirme utilizar a sus tucanes real en este estudio.

Al Laboratorio Popular de Ciencias Químicas y Farmacia, de la Universidad de San Carlos de Guatemala y al Laboratorio Bios, por su colaboración en el procesamiento de las muestras de sangre.

Al M.V. Eddy Meoño por sus invaluable aportes, colaboración y apoyo.

A Licda. Rosa María de Menéndez y Licda. Flor de María de Muñoz por apoyarme con su tiempo, equipo y paciencia.

Al personal técnico del zoológico La Jungla y Aviarios Mariana por su valiosa colaboración en la fase de campo de esta tesis.

A mis padrinos, Med. Vet. Alfredo Viau, Med. Vet. Beatriz Santizo (Piti) y Med. Vet. Carlos Alfaro, por ser maestros y amigos, por enseñarme a ser perseverante y a siempre exigirme más.

Al señor Jorge España, por acogerme en el seno de su hogar y hacer de mi EPS una experiencia muy grata. Lo quiero mucho y deseo que Dios siempre derrame bendiciones sobre usted.

A todas esas personas especiales con las que tuve la oportunidad de compartir o trabajar durante mi formación académica, por las bonitas experiencias y todas las lecciones.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS	2
III. OBJETIVOS	
3.1 General	3
3.2 Específicos	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	
4.1 Tucán real (<i>Ramphastos sulfuratus</i>)	
4.1.1 Clasificación taxonómica	5
4.1.2 Nombres vernaculares	5
4.1.3 Distribución geográfica	6
4.1.4 Estado actual de la especie	6
4.1.5 Historia natural	7
4.2 Hematología y química sérica	10
4.3 Valores disponibles actualmente	12
V. MATERIALES Y MÉTODOS	
5.1 Área de estudio	14
5.2 Materiales	
5.2.1 De laboratorio.....	14
5.2.2 Recursos humanos.....	15
5.2.3 Recursos biológicos	15

5.3 Diseño de muestreo

5.3.1 Periodo de colecta y análisis.....	15
5.3.2 Criterios de inclusión	16

5.4 Métodos

5.4.1 Captura e inmovilización	16
5.4.2 Obtención de la muestra de sangre	16
5.4.3 Colecta de datos fisiológicos, morfométricos, sexo y edad	17
5.4.4 Procesamiento de las muestras de sangre	18

5.5 Análisis estadístico	20
---------------------------------------	-----------

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Hematología.....	22
6.2 Química sérica.....	24
6.3 Fisiología.....	27
6.4 Morfometría.....	28

VII. CONCLUSIONES.....	30
-------------------------------	-----------

VIII. RECOMENDACIONES.....	31
-----------------------------------	-----------

IX. RESUMEN.....	32
-------------------------	-----------

ABSTRACT.....	33
----------------------	-----------

X. BIBLIOGRAFÍA.....	34
-----------------------------	-----------

XI. ANEXOS.....42

Anexo 1. Tabla de valores de referencia para hematología, química sérica, morfometría y fisiología de *Ramphastos sulfuratus*: datos agrupados.....43

Anexo 2. Componentes de la dieta de las diferentes poblaciones utilizadas en el estudio.....45

Anexo 3. Ficha de protocolo para datos fisiológicos y morfométricos, utilizada en el presente estudio.....46

Anexo 4. Ficha de protocolo para datos de hematología y química sérica, utilizada en el presente estudio.....48

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Distribución geográfica del tucán real6

Fig. 2 Tucán real (*Ramphastos sulfuratus*)8

Fig. 3 Mediciones morfométricas a tomar en tucán real18

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valores de hematología, química sérica y fisiología de *Ramphastos sulfuratus*.....12

Cuadro 2. Poblaciones de tucán real incluidas en el estudio14

Cuadro 3. Métodos de hematología y química sérica19

Cuadro 4. Valores de hematología de tucán real (*Ramphastos sulfuratus*) de dos poblaciones.....22

Cuadro 5. Valores de química sérica de tucán real (*Ramphastos sulfuratus*) de dos poblaciones.....24

Cuadro 6. Valores de fisiología de tucán real (<i>Ramphastos sulfuratus</i>) de dos poblaciones.....	27
Cuadro 7. Valores de morfometría de tucán real (<i>Ramphastos sulfuratus</i>) de dos poblaciones.....	28

I. INTRODUCCIÓN

El tucán real (*Ramphastos sulfuratus*) es una especie amenazada de extinción. Es el tucán más grande y colorido de Guatemala, cuya vulnerabilidad radica en la pérdida y fragmentación de su hábitat, caza deportiva y tráfico ilegal. El humano lo ha utilizado como fuente de alimento e ingresos obtenidos del contrabando.

Los piciformes representan uno de los órdenes de aves cuyas poblaciones silvestres son muy cotizadas por su atractivo plumaje, inteligencia y popularidad como aves ornamentales. A raíz de tal situación han comenzado a realizarse esfuerzos por conservar y criar en cautiverio algunas especies de tucanes en nuestro país.

La hematología y química sérica son herramientas importantes en el diagnóstico de enfermedades clínicas y subclínicas, y su diferenciación. Éstas deben estar siempre complementadas con otros métodos diagnósticos, así como una detallada evaluación clínica para obtener un diagnóstico real y evitar el tratamiento empírico de las aves afectadas.

A pesar de su importancia en biodiversidad y conservación, y de ser un habitante común de colecciones privadas y de zoológicos, la información biomédica publicada sobre esta especie es muy escasa.

En esta investigación generé valores de referencia para hematología, química sérica, fisiología y morfometría del tucán real, con el objetivo de ampliar el conocimiento actual que se tiene de aspectos sanitarios de la especie, confirmar diagnósticos y facilitar el manejo y conservación de la misma.

II. HIPÓTESIS

No existe efecto del sexo y población sobre los valores de hematología, química sérica y fisiología del tucán real (*Ramphastos sulfuratus*).

III. OBJETIVOS

3.1 General

Generar información sobre hematología, química sérica, fisiología y morfometría del tucán real (*Ramphastos sulfuratus*).

3.2 Específicos

- Determinar valores de referencia para los siguientes parámetros hematológicos: recuento total de eritrocitos (Millones/mm³), recuento total leucocitos (Miles/mm³), recuento diferencial de leucocitos “Heterófilos (%), linfocitos (%), eosinófilos (%), basófilos (%) y monocitos(%)”, hematocrito (%), hemoglobina (g/dl), volumen corpuscular medio (μ³), hemoglobina corpuscular media (μμg), concentración de hemoglobina corpuscular media (g/dl).
- Determinar los siguientes valores de referencia para química sérica: proteínas totales (g/dl), ácido úrico (mg/dl), creatinina (mg/dl), albúmina (g/dl), globulina (g/dl), glucosa (mg/dl), aspartato aminotransferasa (AST) (U/L), alanina aminotransferasa (ALT) (U/L), fosfatasa alcalina (U/L), nitrógeno ureico (mg/dl).
- Determinar los siguientes valores de referencia para fisiología: frecuencia cardíaca (latidos/min), frecuencia respiratoria (respiraciones/min) y temperatura (° C).
- Determinar los siguientes valores de referencia para morfometría: peso corporal (g), longitud corporal (mm), longitud del maxilar superior (mm), longitud del maxilar inferior (mm), longitud de la cola (mm), longitud del tarso (mm) y longitud del ala (mm).

- Determinar influencia del sexo y población sobre los valores de hematología.
- Determinar influencia del sexo y población sobre los valores de química sérica.
- Determinar influencia del sexo y población sobre los valores fisiológicos.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Tucán real (*Ramphastos sulfuratus*)

4.1.1 Clasificación taxonómica (Jiménez y Jiménez 2003, Carney 2006)

Reino:	Animalia
Subreino:	Eumetazoa
Rama:	Bilateria
Filo:	Chordata
Subfilo:	Vertebrata
Superclase:	Gnathostomata
Clase:	Aves
Subclase:	Neornithes
Superorden:	Neognathae
Orden:	Piciformes
Familia:	Ramphastidae
Género:	<i>Ramphastos</i>
Especie:	<i>Ramphastos sulfuratus</i>

4.1.2 Nombres vernaculares

Tucán real, tucán de pico multicolor, tucán pico iris, tucán piquiverde, tucán pico de canoa, piapoco pico verde, tucán piapoco real, tucán payaso (Nicaragua), tucán pico aquillado, tucán pico de navaja (Honduras), tucán pecho amarillo, curre negro, tucán piquihermoso, pito real, tucán grande, keel-billed toucan, rainbow-billed toucan, sulphur breasted toucan (Smithe 1966, Flores 1997, Bernis et al. 2002, Jiménez y Jiménez 2003, The Sacramento Zoological Society 2003, Carney 2006, Honduras Educacional 2006, MARENA s.f.).

4.1.3 Distribución geográfica

El tucán real habita en sur de México (Oaxaca, Puebla y Veracruz), Belice, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, norte de Colombia y noreste de Venezuela. Esta especie tiene un rango de distribución amplio, con una extensión global estimada de 680,000 Km. (Creer 1993, Preston 2001, The Sacramento Zoological Society 2003, Jiménez y Jiménez 2003, Carney 2006, UNAM 2006).



Fig. 1 Distribución geográfica del tucán real.
(Tomada de The Sacramento Zoological Society 2003)

4.1.4 Estado actual de la especie

El tucán real es una especie en peligro de extinción. Se encuentra en el apéndice II de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies

Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) y, para el caso de Guatemala, en la categoría 3 de la lista roja de fauna del CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas) (CONAP 2004, Carney 2006, CITES 2006).

Los países donde se observa mayor tráfico ilegal del tucán real son Belice, Guatemala y Costa Rica (Carney 2006).

4.1.5 Historia natural

4.1.5.1 Descripción

➤ Hembras

Son aves aproximadamente de 400 g de peso corporal y 44 cm de largo. Presentan pico multicolor (verde en todo el pico, azul en la punta de la mandíbula inferior, anaranjado fuerte en los lados y rojo en la punta de la mandíbula superior) y brillante, de un tercio del largo del cuerpo y con forma de banano o canoa, es muy liviano en comparación con el tamaño corporal, se encuentra en toda la parte frontal de la cara y llega a medir de 11 a 13 cm. La lengua es larga con apariencia de pluma. Los ojos son pequeños, negros y el área alrededor es desnuda, muestra su piel azul pálido. El plumaje del cuerpo es negro brillante con detalles amarillo brillante en el pecho (en forma de babero) y mejillas, rabadilla blanca, el dorso y área lateral del cuello se observa de un matiz café o marrón. El babero presenta una fina línea roja en su contorno inferior. Las alas son cortas, redondas y de plumaje negro brillante. Su cola tiene contorno en forma cuadrada, plumas cortas, blancas en el dorso (punto de inflexión) y rojo brillante en la parte ventral (punto de inflexión). Las patas son azules y sus dedos presentan el modelo zigodáctilo (dos dedos adelante y dos atrás) (Smithe 1966, Thurman 1999, Preston 2001, Jiménez y Jiménez 2003, Carney 2006, Tames s.f.).



Fig. 2 Tucán real (*Ramphastos sulfuratus*).
(Tomado de Honduras Educativa 2006)

➤ **Machos**

Machos y hembras presentan el mismo patrón de color. Las diferencias radican en que el macho es singularmente más largo (47 cm) y pesado (500 g) que la hembra, y su pico puede llegar a medir hasta 16 cm de largo (The Sacramento Zoological Society 2003, Tames s.f.).

La literatura reporta que Berry et al (1976) determinaron y diferenciaron el sexo del tucán, en cuatro especies del género *Ramphastos*, diferentes a *Ramphastos sulfuratus*, por medio del largo y ancho del pico (Kaal s.f.).

En Guatemala, se realizó un estudio sobre el sexaje en *Ramphastos sulfuratus* por medio del largo del pico y necropsia, considerando para el estudio 8 ejemplares hembras y 7 machos. El largo de pico en las hembras oscila entre 10.5 a 12.5 cm y, en el macho de 13.5 a 14.5 cm. En conclusión, el largo del pico puede tomarse como referencia para el sexaje del tucán real (Meoño 2007).

➤ **Juveniles**

Los ejemplares juveniles son negros en la región cervical dorsal y carecen de tinte marrón. El rojo del borde inferior del babero y de la región infracaudal es más pálido, opaco y menos extenso. El color del pico es más pálido. El pico es notoriamente corto durante un tiempo después de haber abandonado el nido (Tames s.f.).

4.1.5.2 Hábitat

Habita en el dosel de selvas húmedas; en los bosques tropicales, subtropicales y lluviosos; en la vegetación secundaria y en áreas abiertas arboladas. A pesar de la longitud de su pico, vuela con facilidad entre el follaje. Frecuenta los márgenes de la selva. Se ha documentado hasta los 2,000 m de elevación (Tory y Chalif 1973, Preston 2001, Carney 2006, Tames s.f.).

4.1.5.3 Reproducción

La especie alcanza la madurez sexual a los 2 años de edad (The Sacramento Zoological Society 2003). El tucán real es monógamo. Su nido consiste en un hueco profundo ubicado en un árbol o una cavidad producida por la descomposición, a una altura de 2.7 a 27 m; a menudo se localiza en un árbol vivo, con el fondo cubierto de semillas regurgitadas (Tames s.f.). La nidada se conforma de 2 a 4 huevos blancos, porosos y brillosos. Pueden tener 2 a 3 posturas al año. Se reproducen entre enero y mayo. Ambos padres comparten la responsabilidad de la incubación de los huevos y alimentación de las crías una vez que han eclosionado. Los polluelos altriciales nacen luego de 16 a 20 días de incubación y permanecen en el nido por 8 a 9 semanas, hasta que su pico se desarrolla por completo y adquieren la capacidad de volar (Howel y Webb 1995,

Jiménez y Jiménez 2003, The Sacramento Zoological Society 2003, Belize Zoo 2006).

4.1.5.4 Alimentación

Los tucanes toman su alimento de las partes más altas de los árboles, pocas veces se les observa tomar el alimento del suelo de los bosques (Carney 2006).

La dieta del tucán real consiste principalmente de una gran variedad de frutas, pero algunas veces consumen huevos de otras aves, insectos, pequeñas lagartijas, culebras y ranas de árbol. Por medio de la ingestión de alimento no frutal el tucán adquiere un aporte extra de proteína. Los tucanes viajan en bandadas de 6 a 12 miembros, comiendo cuanto fruta encuentran a su paso. Toman la fruta por medio de un chasquido a la rama que la sostiene, la lanzan hacia arriba y la dejan caer para tomarla con la punta del pico, la tragan echando la cabeza hacia arriba (Tames s.f.). Se alimenta del pericarpio de la fruta y las semillas no digeridas son regurgitadas, las que son muy pequeñas pueden pasar sin problema a través del tracto digestivo aún sin ser digeridas (Greer 1993, Howel y Webb 1995, Belize Zoo 2006, Carney 2006).

4.2 Hematología y química sérica

La hematología y química sérica constituyen una parte importante en la evaluación del estado de salud, nutricional, fisiológico y condición en general de las poblaciones animales. A través de su evaluación es posible determinar aspectos tales como la disponibilidad de alimento, ingesta de proteína, ingesta de energía, estrés nutricional, condiciones patológicas, efecto del clima y la calidad de hábitat de una población en un momento determinado, por lo que puede ser de utilidad al momento de querer predecir cambios en el tamaño de poblaciones (Seal

et al. 1978, Seal y Hoskinson 1978, Franzmann y La Resche 1978, Rosskopf 1982, Lochmiller y Grant 1984, Lochmiller et al. 1985, Harder y Kirkpatrick 1994).

El número creciente de aves exóticas criadas en cautiverio ha resultado en la necesidad de más información sobre los parámetros hematológicos y bioquímicos normales de ejemplares juveniles y adultos, que pueda ser de utilidad para tomar decisiones referentes al manejo y conservación de una especie determinada (Franzmann y La Resche 1978, Rosskopf 1982, Lochmiller y Grant 1984, Vanderheyden 1986).

Asociado a lo anterior, la realización de estudios de hematología y química sérica en aves tiene especial importancia, ya que la observación de signos clínicos de enfermedad por lo general es enmascarada hasta sus etapas tardías como mecanismo de defensa ante los predadores, entonces el tiempo para dar un diagnóstico es a menudo muy corto (Rosskopf 1982, Rosskopf y Woerpel 1991, West y Haines 2002).

Los hallazgos hematológicos y bioquímicos, por sí solos, rara vez proporcionan una base para realizar un diagnóstico etiológico preciso, pero permiten al clínico comprender la gravedad de la condición patológica. El examen físico, la historia clínica y los hallazgos de laboratorio deben estar siempre integrados para establecer el diagnóstico más acertado y administrar el tratamiento indicado. Si se realizan estudios seriados, es posible efectuar el seguimiento del curso de los procesos fisiopatológicos y evaluar el tratamiento o verificar la recuperación de la enfermedad (Coles 1968, Rosskopf 1982, Tell y Citino 1992, Peinado et al. 1992, Hochleithner 1994, García-Montijano et al. 2002, Charles 2005).

Los valores de química sérica que han sido evaluados en poblaciones de aves tanto cautivas como en vida silvestre son: glucosa, proteínas totales,

albúmina, globulina, relación albúmina/globulina, ácido úrico, creatinina, LDH, PA, ALT, AST, CPK, colesterol, calcio, cloro, cobre, hierro, magnesio, urea, fósforo, potasio, sodio, zinc, triglicéridos, amilasa (Peinado et al. 1992, Tell y Citino 1992, Joyner et al. 1992, Hochleithner 1994, Fudge 1997, García-Montijano et al. 2002, West y Haines 2002).

4.3 Valores disponibles actualmente

El cuadro 1 muestra los valores disponibles actualmente para *Ramphastos sulfuratus*, generados por el International Species Information System (ISIS).

Cuadro 1. Valores de hematología, química sérica y fisiología de *Ramphastos sulfuratus*.

Prueba	Unidades	Media	Des. estándar	Valor mín.	Valor máx.	Tamaño muestra ^a	Animales ^b
Conteo de glóbulos blancos	Miles/mm ³	9.629	6.539	1.200	36.00	61	42
Conteo de glóbulos rojos	Millones/m ³	2.78	0.85	1.46	4.50	8	8
Hemoglobina	g/dl	1100	31	750	1670	14	12
Hematocrito	%	45.6	0.085	16.0	62.0	63	43
MCV	fL	176.1	42.5	88.9	223.2	8	8
MCH	pg/célula	31.4	2.0	30.0	33.7	3	3
MCHC	g/dl	25.2	76	15.7	33.8	12	11
Conteo plaquetario	*10 ¹² /L	.0080	.0000	.0080	.0080	1	1
Heterofilos	Miles/mm ³	4.126	3.307	0.256	16.20	61	42
Linfocitos	Miles/mm ³	4.469	4.480	0.780	29.20	61	42
Monocitos	Miles/mm ³	1.080	0.972	0.075	5.100	48	37
Eosinófilos	Miles/mm ³	0.270	0.207	0.059	0.960	30	24
Basófilos	Miles/mm ³	0.223	0.156	0.040	0.464	16	15
Calcio	mMol/L	2.35	0.33	1.68	3.35	57	39
Fósforo	mMol/L	1.68	0.61	0.90	3.13	32	22
Sodio	mMol/L	159	9	148	178	23	15
Potasio	mMol/L	2.6	1.2	1.1	5.0	19	14
Cloruro	mMol/L	117	5	103	127	23	15
Dióxido de carbono	mMol/L	23.7	6.5	12.0	34.0	13	9
Hierro	μMol/L	39.20	61.76	10.56	234.1	12	9

Nitrógeno ureico sanguíneo	mMol/L	1.785	1.428	.7140	7.854	28	20
Creatinina	mg/dl	7.704	1865	0.102	60	8	6
Ácido úrico	mg/dl	13.322	0.280	5.625	32.695	59	39
Bilirrubina total	µMol/L	5	5	0	14	11	8
Glucosa	mg/dl	298.98	3.330	176.63	468.9	58	38
Colesterol	mMol/L	5.025	1.295	2.486	8.262	38	28
Triglicéridos	mMol/L	1.605	.8927	.7684	3.695	15	12
Creatinin fosfoquinasa	U/L	1469	982	465	4256	22	17
Deshidrogenasa láctica	U/L	598	323	167	1539	16	11
Fosfatasa alcalina	U/L	65	30	19	145	38	25
Alanina aminotransferasa	U/L	24	22	4	115	31	23
Aspartato aminotransferasa	U/L	339	190	150	1046	54	36
Gamma glutamiltransferasa	U/L	9	9	0	21	4	4
Amilasa	U/L	73.08	22.94	43.11	135.1	15	12
Proteína total (colorimetría)	g/dl	390	8	210	580	46	30
Globulina (colorimetría)	g/dl	240	5	170	390	21	15
Albúmina (colorimetría)	g/dl	200	4	130	300	21	15
Temperatura corporal	°C	39.7	2.3	37.0	41.0	3	3

^a Número de muestras utilizadas para calcular el rango de referencia.

^b Número de contribuyentes para los valores de referencia.

(Tomado de International Species Information System 1999)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Área de estudio

Cuadro 2. Poblaciones de tucán real incluidas en el estudio.

Población	Localización	Elevación (msnm)	Precipitac. Anual mm.	Temperatura °C	Zona de Vida*
IRTRA	Ave. Petapa, 42-36 z.12, Guatemala (Zoológico La Jungla)	1,500	1,110- 1,349	20-26	Bosque húmedo subtropical
Aviarios Mariana	Km 87.5, Taxisco, Santa Rosa.	214	1,500	25 a 35	Bosque muy húmedo subtropical

* Zonas de vida según Holdridge (Cruz, De la 1982).

5.2 Materiales

5.2.1 De laboratorio

60 jeringas de 3 ml

60 agujas 25GX5/8"

½ libra de algodón

¼ litro de alcohol etílico al 70%

54 tubos con EDTA

54 tubos sin anticoagulante
1 termómetro rectal
1 estetoscopio
1 pesa de resorte con capacidad para 1,000 g
1 bolsa de tela
1 cinta métrica flexible
1 hielera
Hielo común

5.2.2 Recursos humanos

Estudiante de Medicina Veterinaria.
Tres médicos veterinarios asesores.
Un médico veterinario encargado de una colección.
Dos licenciadas encargadas de laboratorio clínico.
Dos encargados del zoológico La Jungla y Aviarios Mariana.

5.2.3 Recursos biológicos

27 tucanes real (hembras y machos adultos) en cautiverio.

5.3 Diseño de muestreo

5.3.1 Período de colecta y análisis

Realicé la toma de muestras de sangre, datos de fisiología y morfometría, así como los análisis de hematología y química sérica entre los meses de enero a marzo del 2007.

5.3.2 Criterios de inclusión

Incluí dentro del estudio a los tucanes que no presentaron signos clínicos de enfermedad (descargas nasales, depresión, plumas erizas, anorexia, postración, caquexia, deshidratación, emaciación, etc.).

5.4 Métodos

5.4.1 Captura e inmovilización

Realicé las capturas entre las 7:00 y 10:00 a.m. para reducir el estrés por hipertermia. Capturé los tucanes utilizando redes de mano.

Inmovilicé a las aves con la técnica descrita por Williams (1993), por un periodo no mayor a 15 min. La técnica de inmovilización fue la misma para todos los animales con el objeto de uniformizar el efecto sobre los análisis de sangre (Seal et al. 1972, Phillips s.f.).

Coloqué las aves muestreadas en su mismo recinto, cada ave se identificaba por un número correlativo grabado en un anillo metálico que presentaban en la pata derecha.

5.4.2 Obtención de la muestra de sangre

Tomé la muestra de sangre (2 ml por tucán) de la vena ulnar con una jeringa de 3 ml y aguja 25GX5/8", según lo reportado por Phillips (s.f.). Coloqué 0.5 ml de muestra en un tubo al vacío con EDTA (ácido etilen-diamino tetra acético) para el análisis hematológico, y el resto de la muestra en otro tubo al vacío sin anticoagulante, para análisis de química sérica (Hochleithner 1994, Nicholson et

al. 2000, Day et al. 2001). A cada tucán le extraje dos muestras de sangre, con diferencia de 60 días. Envié las muestras en refrigeración hasta su procesamiento en el laboratorio, dentro de un lapso no mayor a 4 h.

5.4.3 Colecta de datos fisiológicos, morfométricos, sexo y edad

Registré datos de frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, temperatura rectal, peso corporal, medidas de longitud corporal, longitud del pico, longitud de la cola, longitud del tarso y longitud del ala, sexo y edad (Rabinowitz 1997).

Determiné la temperatura corporal (°C) mediante un termómetro rectal, realizando la lectura después de 1 min. Establecí la frecuencia cardiaca (latidos/min) a través de auscultación con un estetoscopio y la frecuencia respiratoria (respiraciones/min) por apreciación visual de la distensión de la región celómica external.

Estimé el peso corporal colocando a las aves dentro de una bolsa de tela que fue suspendida de una pesa de resorte con capacidad para 1,000 g. Tomé las medidas morfométricas utilizando una cinta métrica flexible. En la figura 3 muestro las medidas morfométricas que tomé. Aproximé todas las medidas de peso a los diez gramos más cercanos y las de longitud a los cinco milímetros más próximos.

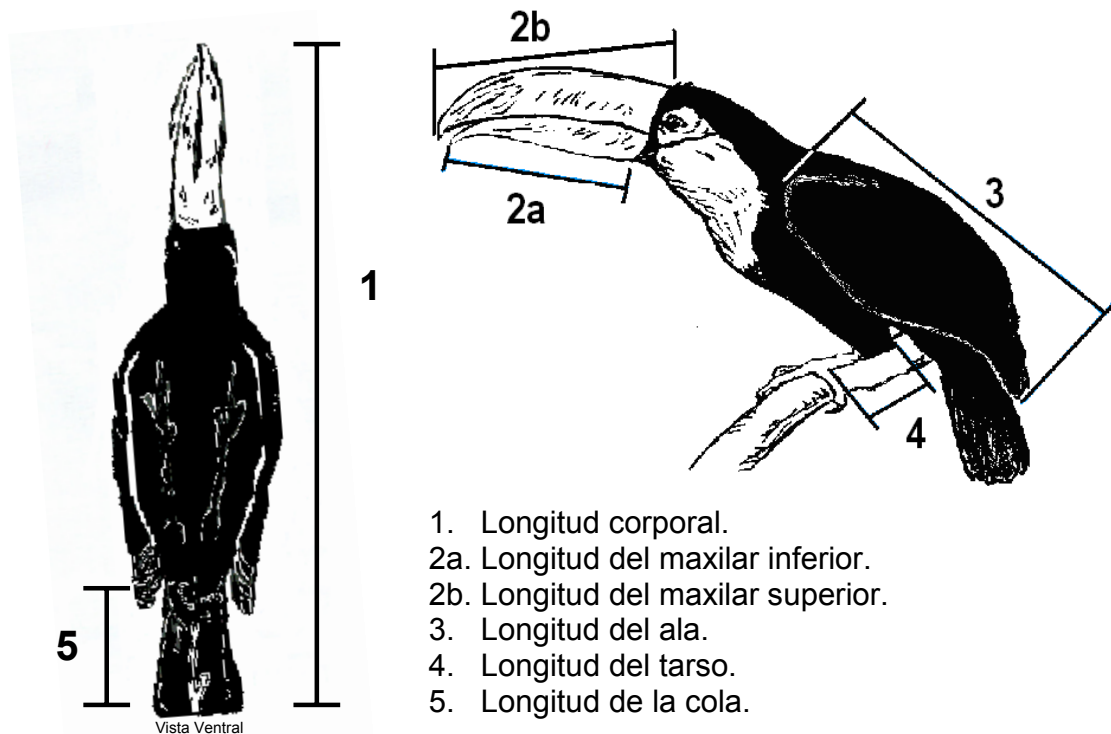


Fig. 3 Mediciones morfométricas a tomar en tucán real (Rabinowitz 1997).

Para la determinación del sexo y edad, consideré machos adultos a los animales cuya longitud del pico superior fue igual o mayor a 140 mm y hembras adultas cuya longitud del pico fue igual o menor a 130 mm (The Sacramento Zoological Society 2003, Meoño 2007, Tames s.f.).

5.4.4 Procesamiento de las muestras de sangre

Procesé las muestras de sangre en un laboratorio privado localizado en la ciudad capital y en el Laboratorio Popular de la Escuela de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Determiné los siguientes valores de hematología y química sérica: recuento total de eritrocitos (Millones/ mm^3), recuento total leucocitos (Miles/ mm^3), recuento diferencial de leucocitos (valor relativo (%)) de heterófilos, linfocitos, eosinófilos, basófilos y monocitos), hematocrito (%), hemoglobina (g/dl), volumen corpuscular medio (μm^3), hemoglobina corpuscular media ($\mu\mu\text{g}$), concentración de hemoglobina corpuscular media (g/dl), proteínas totales (g/dl), ácido úrico (mg/dl), creatinina (mg/dl), albúmina (g/dl), globulina (g/dl), glucosa (mg/dl), aspartato aminotransferasa (AST) (U/L), alanina aminotransferasa (ALT) (U/L), fosfatasa alcalina (U/L), por los métodos que se describen en el cuadro 3.

Cuadro 3. Métodos de hematología y química sérica.

Prueba de hematología/ química sérica	Método empleado
Conteo total de glóbulos rojos y blancos	Métodos manuales (Cámara de Neubauer), solución Natt y Herrick (Meneses et al. 1993).
Conteo diferencial de glóbulos blancos	Observación de frotos sanguíneos teñidos con colorante Giemsa (Meneses et al. 1993).
Hematocrito	Microhematocrito (Meneses et al. 1993).
Hemoglobina	Hemoglobina Cianuro Analizador automático Cell Dyn 1800 (Coles 1989).
Volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM) y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM)	Fórmulas descritas con anterioridad por Meneses (1993).
Proteínas Totales	Espectrofotometría (Biuret), Microlab 200 y Microlab 300 (Coles 1989).
Ácido úrico	Espectrofotometría (Uricasa Peroxidasa),

	Microlab 200 y Microlab 300 (Coles 1989).
Creatinina	Espectrofotometría (Reacción de Jaffé -picrato alcalino-), Microlab 200 y Microlab 300 (Coles 1989).
Albúmina	Espectrofotometría (Verde de Bromocresol), Microlab 200 y Microlab 300 (Coles 1989).
Glucosa	Espectrofotometría (GOD-PAP -oxidasa peroxidasa-), Microlab 200 y Microlab 300 (Coles 1989).
Aspartato Aminotransferasa	Espectrofotometría (Método Cinético de acuerdo a IFCC -Internacional Federation of Clinical Chemistry-), Microlab 200 y Microlab 300 (Coles 1989).
Alanita Aminotransferasa	Espectrofotometría (Método Cinético de acuerdo a IFCC -Internacional Federation of Clinical Chemistry-), Microlab 200 y Microlab 300 (Coles 1989).
Fosfatasa Alcalina	Espectrofotometría (Método Colororimétrico optimizado según recomendaciones de La Deutsche Gesellschaft fur Klinische Chemie), Microlab 200 y Microlab 300 (Coles 1989).
Globulina	Sustracción entre los valores obtenidos de proteínas totales y albúmina (Meneses et al. 1993).

5.5 Análisis estadístico

Estratifiqué los valores hematológicos, de química sérica, fisiología y morfometría de los tucanes muestreados; considerando sexo y población. Utilicé estadística descriptiva para establecer los valores de referencia para hematología,

química sérica, fisiología y morfometría (Sokal y Rohlf 1995). Procesé los datos utilizando el paquete estadístico Statistica®, versión 1998 (Statsoft Inc. E.E.U.U.). Para establecer el intervalo de referencia para los parámetros hematológicos, de química sérica, fisiología y morfometría utilicé límites de confianza del 95% (Sokal y Rohlf 1995), siguiendo el criterio de Vassart et al. (1994).

Determiné los efectos del sexo y población sobre los valores hematológicos, de química sérica y fisiología mediante estadística no paramétrica (prueba de U de Mann Whitney). Utilicé para este análisis, el programa Statistica® (Statsoft Inc. E.U.A.). Para determinar efectos del sexo comparé los valores obtenidos de hembras y machos. Para determinar los efectos de población comparé los valores obtenidos de las dos poblaciones en general.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La determinación de valores de referencia para hematología y química sérica obtenidos a partir de poblaciones aparentemente sanas en cautiverio es importante debido a que provee una línea base e información diagnóstica que permite evaluar el estado de salud o enfermedad de poblaciones con características similares.

Debido al tamaño de la muestra, los resultados que aquí presento deben ser considerados preliminares, tomando en cuenta que en Guatemala son escasas las colecciones legales de *Ramphastos sulfuratus*.

6.1 Hematología

El cuadro 4 muestra la media, intervalo de confianza del 95% y rango mínimo y máximo de los 12 parámetros hematológicos determinados en los 27 individuos capturados, estratificados según población y sexo.

Cuadro 4. Valores de hematología de tucán real (*Ramphastos sulfuratus*) de dos poblaciones.

	IRTRA				AVIARIOS MARIANA			
	Hembras adultas (n= 4)		Machos adultos (n=3)		Hembras adultas (n=12)		Machos adultos (n=8)	
	Media ± I.C 95%	Rango (Min. – Max.)	Media ± I.C 95%	Rango (Min. – Max.)	Media ± I.C 95%	Rango (Min. – Max.)	Media ± I.C 95%	Rango (Min. – Max.)
Hematocrito (%)	32.38 ± 2.62	30.20- 34.10	37.97 ± 1.99	37.20 – 38.80	35.38 ± 4.56	23.80 – 45.00	37.91 ± 5.52	27.80 – 47.00
Hemoglobina (g/dL)	19.60 ± 3.81	16.10 – 21.20	18.83 ± 8.07	15.10 – 21.00	18.85 ± 1.00	16.90 – 22.00	19.76 ± 1.76	16.20 – 21.60
Glóbulos Blancos (Miles/mm ³)	6.93 ± 1.05	6.16 – 7.48	6.89 ± 1.92	6.16 – 7.70	5.79 ± 0.81	4.40 - 8.80	6.30 ± 1.05	4.62 – 7.70

Glóbulos Rojos (Millones/ mm ³)	1.95 ± 0.68	1.45 – 2.46	2.30 ± 1.06	1.90 – 2.75	2.40 ± 0.34	1.58 – 3.15	2.49 ± 0.48	1.90 – 3.40
Heterófilos (%)	68.75 ± 7.04	64.00 – 73.00	69.67 ± 16.54	64.00 – 77.00	70.00 ± 5.45	56.00 – 82.00	66.13 ± 4.30	59.00 – 73.00
Linfocitos (%)	30.50 ± 7.41	26.00 – 35.00	28.33 ± 15.18	23.00 – 35.00	29.25 ± 5.35	18.00 – 43.00	32.88 ± 4.23	25.00 – 41.00
Eosinófilos (%)	0.00 *	0.00 *	0.00 *	0.00 *	0.08 ± 0.18	0.00 – 1.00	0.13 ± 0.30	0.00 – 1.00
Basófilos (%)	0.00 *	0.00 *	0.00 *	0.00 *	0.00 *	0.00 *	0.00 *	0.00 *
Monocitos (%)	0.75 ± 1.52	0.00 – 2.00	2.00 ± 6.57	0.00 – 5.00	0.67 ± 0.50	0.00 – 2.00	0.88 ± 1.13	0.00 – 3.00
Volumen corpúscular medio (µ3)	175.68 ± 75.43	134.20 – 243.60	170.60 ± 64.82	143.70 – 195.80	162.45 ± 41.05	92.90 – 300.00	163.31 ± 43.54	89.70 – 231.60
Hemoglobina corpúscular media (uug)	107.70 ± 56.30	67.10 – 150.70	86.27 ± 66.98	55.90 – 107.40	85.09 ± 14.35	54.80 – 121.80	84.80 ± 19.77	47.60 – 108.40
Concentración de hemoglobina corpúscular media (g/dl)	60.68 ± 13.19	50.00 – 70.20	49.70 ± 23.24	38.90 – 55.40	55.78 ± 9.53	38.90 – 92.40	52.93 ± 5.41	42.30 – 60.70

*= Valores obtenidos iguales (no hay intervalos de confianza).

Determiné valores de referencia para 12 parámetros hematológicos con importancia diagnóstica en aves. Borjesson (2000) refiere que es conveniente obtener datos de poblaciones en cautiverio por estar acostumbradas al manejo, cosa que no ocurre con individuos de vida libre. Los valores obtenidos a partir de los 27 individuos son similares con aquellos reportados previamente para ejemplares cautivos de tucán real (ISIS 1999). No encontré efecto del sexo y población ($p \geq 0.05$) sobre ningún valor hematológico.

Observé que los valores de hemoglobina de ambas colecciones son similares (cuadro 4), y están por debajo de los reportados por ISIS, probablemente este hallazgo esté asociado a una diferencia en la composición dietética. Estudios en otras aves han demostrado que la sangre de éstas no tiene gran afinidad por el oxígeno, probablemente porque su sistema respiratorio está adaptado para lograr mayor eficiencia en la extracción de oxígeno (Amand 1986), lo que puede indicar que esta especie no es afectada por los cambios altitudinales.

6.2 Química sérica

El cuadro 5 muestra la media, intervalo de confianza del 95% y rango mínimo y máximo de los 9 parámetros de química sérica determinados en los 27 individuos, estratificados según población y sexo.

Cuadro 5. Valores de química sérica de tucán real (*Ramphastos sulfuratus*) de dos poblaciones.

	IRTRA				AVIARIOS MARIANA			
	Hembras adultas (n=4)		Machos adultos (n=3)		Hembras adultas (n=12)		Machos adultos (n=8)	
	Media ± I.C 95%	Rango (Min. – Max.)	Media ± I.C 95%	Rango (Min. – Max.)	Media ± I.C 95%	Rango (Min. – Max.)	Media ± I.C 95%	Rango (Min. – Max.)
Proteínas totales (g/dl)	4.55 ± 0.87	4.00 – 5.30	4.23 ± 1.69	3.70 – 5.00	3.73 ± 0.41	2.90 – 4.60	3.00 ± 0.35	2.50 – 3.70
Acido úrico (mg/dl)	10.05 ± 4.60	6.10 – 12.70	9.90 ± 4.60	8.00 – 11.70	6.48 ± 1.31	4.20 – 10.40	9.04 ± 2.68	4.70 – 12.90
Creatinina (mg/dl)	0.34 ± 0.10	0.28 – 0.42	0.34 ± 0.17	0.28 – 0.41	0.41 ± 0.10	0.09 – 0.76	0.39 ± 0.05	0.27 – 0.48
Albúmina (g/dl)	2.53 ± 0.24	2.40 – 2.70	2.10 ± 1.55	1.40 – 2.60	1.41 ± 0.20	0.90 – 1.90	1.08 ± 0.18	0.80 – 1.40
Globulina (g/dl)	2.03 ± 0.67	1.60 – 2.60	2.13 ± 1.60	1.40 – 2.60	2.33 ± 0.24	1.90 – 2.90	1.93 ± 0.18	1.70 – 2.30

Glucosa (mg/dl)	366.00 ± 256.10	248.60 – 603.10	352.50 ± 66.47	329.80 – 382.00	379.03 ± 23.94	349.10 – 464.40	395.78 ± 91.26	236.80 – 499.50
Aspartato aminotransferasa (AST) (U/L)	342.25 ± 160.19	241.10 – 455-50	310.87 ± 153.80	263.80 – 381.00	249.13 ± 39.48	139.70 – 360.00	255.56 ± 42.39	202.20 – 336.20
Alanina aminotransferasa (ALT) (U/L)	23.38 ± 5.41	20.00 – 28.00	17.00 ± 6.57	15.00 – 20.00	19.43 ± 5.94	9.00 – 38.40	15.95 ± 6.84	8.60 – 31.40
Fosfatasa alcalina (U/L)	117.33 ± 3.76	78.30 – 170.60	60.50 ± 0.98	56.60 – 65.30	105.51 ± 26.23	43.60– 172.60	55.25± 16.76	30.30– 89.90

Determiné valores de referencia para 9 parámetros de química sérica con importancia diagnóstica en aves. Los valores obtenidos a partir de los 27 individuos capturados son similares a aquellos reportados previamente por ISIS. Los valores para la enzima AST y glucosa se ubican dentro de los parámetros normales reportados para la especie, lo que indica que el tucán real es muy resistente al estrés por captura (Hochleithner 1994, Fudge 1997). No encontré efecto del sexo y población ($p \geq 0.05$) sobre ningún valor de química sérica.

El valor de nitrógeno ureico fue excluido de los resultados de química sérica, debido a que los datos para siete tucanes eran menores al rango de sensibilidad del equipo de Microlab 200 y Microlab 300 utilizado.

Los niveles de proteína total se incrementan en periodos de oviposición y deshidratación que podría provocar altas fiebres o enfermedades infecciosas crónicas. Valores bajos son indicativos de enfermedad hepática crónica, enfermedad renal crónica, desnutrición, enteropatía, estrés, mala absorción y pérdida sanguínea crónica observada con úlcera esofágica, parásitos sanguíneos y neoplasia (William 2000, Molina 2004). Los valores para proteínas totales, albúmina y globulina son menores a los reportados por ISIS; esto lo puedo atribuir

a diferencias en la dieta. Pese a que observé diferencia en los valores de proteína total y albúmina de ambas poblaciones (cuadro 5), éstos no fueron estadísticamente significativos.

No hubo diferencia estadísticamente significativa entre los valores de AST (cuadro 5) de ambas poblaciones. Tal diferencia pudo darse por el manejo de las muestras, ya que una ligera hemólisis provoca aumento en los valores de la enzima (Cargill et al. 1979). Asimismo se relacionan elevaciones de AST a traumas ocasionados por manejo. Debido a que la captura fue manual, las aves pudieron haber sufrido pequeños traumas al intentar escapar de las redes; principalmente los tucanes del zoológico La Jungla, quienes parecían menos adaptados al manejo. Los traumas provocan lisis del músculo estriado esquelético, causando liberación de la enzima (Cargill et al. 1979).

La diferencia que observé entre los valores de AST (cuadro 5) de ambas poblaciones no fue estadísticamente significativa. Situación que pudo deberse a variaciones normales, ya que en aves esta enzima se presenta en niveles muy variables y generalmente nunca son bajos (Meneses et al. 1993). Puedo atribuirlo con mayor seguridad a las diferencias en la dieta (anexo 2). Se ha reportado que la energía contenida en la dieta tiene efecto sobre ALT. Dietas bajas en energía elevan los niveles de ALT (Seal et al. 1978); como ocurrió con los ejemplares del zoológico La Jungla.

Los valores para fosfatasa alcalina, en el caso de la hembras, son levemente mayores a los del rango reportado por ISIS; esto puede deberse a que las hembras estaban en época de ovulación (enero – mayo), lo que ocasiona una calcemia que incrementa los niveles séricos de esta enzima (Colegio Oficial de Veterinarios de Madrid 2008). Valores altos de la fosfatasa alcalina han sido observados en casos de ricketsias, hepatitis herpesvirus, neoplasia (osteosarcoma) y colestasis; pero también en casos de actividad osteoblástica

(hiperparatiroidismo, reparación de fracturas, ovulación y raquitismo) (William 2000, Molina 2004).

6.3 Fisiología

El cuadro 6 muestra la media, intervalo de confianza del 95% y rango mínimo y máximo de los 3 parámetros de fisiología en los 27 individuos, estratificados según población y sexo.

Cuadro 6. Valores de fisiología de tucán real (*Ramphastos sulfuratus*) de dos poblaciones.

	IRTRA				AVIARIOS MARIANA			
	Hembras adultas (n=4)		Machos adultos (n=3)		Hembras adultas (n=12)		Machos adultos (n=8)	
	Media ± I.C 95%	Rango (Min. – Max.)	Media ± I.C 95%	Rango (Min. – Max.)	Media ± I.C 95%	Rango (Min. – Max.)	Media ± I.C 95%	Rango (Min. – Max.)
Temperatura (°C)	41.18 ± 0.82	40.00 – 42.00	41.80 ± 0.20	40.90 – 42.00	41.89 ± 0.11	40.10 – 41.95	41.01 ± 0.99	40.00 – 42.00
Frecuencia cardiaca (latidos/min)	304.00 ± 201.75	220.00 – 488.00	261.33 ± 298.98	184.00 – 400.00	253.67 ± 21.96	176.00 – 304.00	273.50 ± 24.89	244.00 – 328.00
Frecuencia respiratoria (resp./min)	95.00 ± 47.74	60.00 – 120.00	68.00 ± 45.54	48.00 – 84.00	67.67 ± 14.56	40.00 – 120.00	63.00 ± 13.70	28.00 – 84.00

No encontré efecto del sexo y población ($p \geq 0.05$) sobre ningún valor fisiológico determinado. Hecho que puede indicar que la especie es adaptable a condiciones ambientales variables y al cautiverio, sobre todo si tomamos en cuenta que la respiración, la actividad cardiaca y la temperatura corporal participan directamente en la homeostasis y por lo tanto reaccionan ante los cambios o ajustes ambientales (Sweson 1981).

Los valores que obtuve para temperatura son similares a los reportados por ISIS; quien ha generado datos a partir de trece colecciones, comprendiendo todas las edades, ambos sexos y distintas latitudes.

6.4 Morfometría

El cuadro 7 muestra la media, intervalo de confianza del 95% y rango mínimo y máximo de los 7 parámetros de morfometría en los 27 individuos, estratificados según población y sexo.

Cuadro 7. Valores de morfometría de tucán real (*Ramphastos sulfuratus*) de dos poblaciones.

	IRTRA				AVIARIOS MARIANA			
	Hembras adultas (n=4)		Machos adultos (n=3)		Hembras adultas (n=12)		Machos adultos (n=8)	
	Media ± I.C 95%	Rango (Min. – Max.)	Media ± I.C 95%	Rango (Min. – Max.)	Media ± I.C 95%	Rango (Min. – Max.)	Media ± I.C 95%	Rango (Min. – Max.)
Peso (g)	437.50 ± 35.28	410.00 – 460.00	516.67 ± 141.25	470.00 – 580.00	469.17 ± 21.92	420.00 – 520.00	506.21 ± 28.94	440.00 – 540.00
Largo cuerpo (mm)	520.00 ± 29.05	500.00 – 540.00	570.00 ± 24.84	560.00 – 580.00	525.00 ± 9.58	510.00 – 560.00	548.75 ± 19.19	520.00 – 580.00
Largo pico superior (mm)	130.00 *	130.00 *	156.67 ± 14.34	150.00 – 160.00	128.33 ± 4.56	110.00 – 140.00	147.50 ± 5.91	140.00 – 160.00
Largo pico inferior (mm)	112.50 ± 7.96	110.00 – 120.00	133.33 ± 14.34	130.00 – 140.00	118.33 ± 4.56	100.00 – 130.00	136.25 ± 6.22	130.00 – 150.00
Largo ala (mm)	205.00 ± 27.56	180.00 – 220.00	216.67 ± 14.34	210.00 – 220.00	218.33 ± 5.30	210.00 – 240.00	225.00 ± 6.32	220.00 – 240.00

Largo tarso (mm)	52.50 ± 7.96	50.00 – 60.00	50.00 *	50.00 *	50.00 ± 2.71	40.00 – 60.00	51.25 ± 2.96	50.00 – 60.00
Largo cola (mm)	175.00 ± 15.91	160.00 – 180.00	176.67 ± 37.95	160.00 – 190.00	187.50 ± 7.23	170.00 – 210.00	190.00 ± 8.94	170.00 – 200.00

*= Valores obtenidos iguales (no hay intervalos de confianza).

Determiné valores de referencia para siete parámetros morfológicos en aves. Los valores obtenidos a partir de los 27 individuos guardan similitud con aquellos reportados previamente para el tucán real (Smithe 1966, Thurman 1999, Preston 2001, Jiménez y Jiménez 2003, The Sacramento Zoological Society 2003, Carney 2006, Meoño 2007, Tames s.f.).

No observé efectos significativos del sexo y población en los análisis realizados (hematología, química sérica y fisiología), por lo que presento una tabla (anexo 1) con los valores agrupados de todos los individuos de las dos poblaciones.

VII. CONCLUSIONES

1. Los valores de referencia de hematología, química sérica, fisiología y morfometría que aquí presento deben ser considerados como preliminares debido al tamaño reducido de la muestra.
2. Los valores de hematología y química sérica del tucán real (*Ramphastos sulfuratus*) son similares a los valores ya reportados para esta especie, por lo cual dichos valores pueden ser utilizados como referencia.
3. Los valores de morfometría presentados en este estudio son similares a aquellos reportados previamente para la especie.
4. Los valores de hematología, química sérica y fisiología de *Ramphastos sulfuratus* no son afectados por el sexo y población.
5. Los resultados sugieren que la composición de la dieta podría afectar los valores de hemoglobina, proteínas totales, albúmina, globulina y ALT.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Continuar con estudios para determinar valores de referencia para hematología, química sérica, fisiología y morfometría en esta especie, en los que se cuente con muestras más numerosas, a fin de proveer más información para el manejo y conservación de la misma.
2. Realizar estudios similares al que presento, pero en poblaciones de vida libre, a fin de establecer comparaciones entre ambos.
3. Realizar regresiones para establecer la ecuación que explique la relación entre los niveles de nutrientes de la dieta y los valores de hemoglobina, proteínas totales, albúmina, globulina y ALT.
4. Comparar valores de hematología, química sérica y fisiología de *Ramphastos sulfuratus* con otras especies de tucanes, para establecer similitudes y diferencias.
5. Continuar estudiando la relación que existe entre el largo y ancho del pico, y el sexo del tucán real.

IX. RESUMEN

Tomé muestras de sangre, medidas morfométricas y fisiológicas de 27 tucanes real (*Ramphastos sulfuratus*) de ambos sexos, todos adultos, de dos poblaciones en cautiverio en Guatemala (La Jungla y Aviarios Mariana). Las poblaciones evaluadas variaban en altitud y composición de la dieta. Determiné los valores de referencia (presentados como la media, intervalo de confianza del 95% y rango mínimo y máximo) para 12 parámetros de hematología, 9 de química sérica, tres de fisiología y siete de morfometría, así como los efectos del sexo y la población sobre estos valores. No observé diferencia significativa entre los valores hematológicos, de química sérica y fisiología entre machos y hembras. Los valores de morfometría observados guardan similitud con aquellos ya reportados para la especie por otros autores. Así mismo, los valores de hematología y química sérica son similares a los reportados previamente para el tucán real (*Ramphastos sulfuratus*). Descarté del presente estudio el nitrógeno uréico porque los resultados eran menores al rango de sensibilidad del equipo de laboratorio utilizado. Los resultados sugieren que la composición de la dieta podría afectar los valores de hemoglobina, proteínas totales, albúmina, globulina y ALT.

Palabras clave: tucán real, *Ramphastos sulfuratus*, valores de referencia, hematología, química sérica, morfometría y fisiología.

ABSTRACT

Blood samples were collected from 27 keel-billed toucans (*Ramphastos sulfuratus*) adults of both sexes from two captive populations (Mariana Aviaries and IRTRA). Morphometric and physiologic values were also taken. These populations varied in altitude and diet composition. Reference values (95% confidence intervals) were generated for 12 hematologic, 9 serum chemistry, 7 morphometric and 3 physiologic parameters. The data were analyzed for differences caused by sex and group. There were no significant differences in the hematologic, serum chemistry and physiologic values between sexes and populations. The morphometric values were similar to those previously reported for this species. The ureic nitrogen levels could not be detected by the laboratory equipment I used. The results suggest that the diet composition could affect hemoglobin, total proteins, albumin, globulin and ALT values.

Key words : keel-billed toucan, *Ramphastos sulfuratus*, reference values, hematologic, serum chemistry, physiologic and morphometric measures.

X. BIBLIOGRAFÍA

Amand, WF. 1986. Avian Clinical Hematology and Blood Chemistry. p. 264-276. En: Fowler, M. E. (Ed.) Zoo & Wildlife Animal Medicine. 2 ed. Estados Unidos de América, W.B. Saunders Company.

Belize Zoo. 2006. Keel-billed toucan (en línea). Belice, s.e. Consultado 14 oct. 2006. Formato HTML. Disponible en <http://www.belizezoo.org/zoo/zoo/birds/tu/tou1.html>

Bernis, F.; De Juana, E.; Del Hoyo, J.; Fernández, M.; Ferrer, T.; Sáenz, R.; Sargatal, J. 2002. Nombres en castellano de las aves del mundo recomendados por la sociedad española de ornitología (en línea). España, s.e. Consultado 15 oct. 2006. Formato PDF. Disponible en http://www.ardeola.org/files/ardeola_495.pdf#search=%22Ramphastos%20sulfuratus%22

Borjesson, D.; Christopher, M.; Boyce, W. 2000. Biochemical and hematologic reference intervals for free-ranging desert bighorn sheep. *Journal of Wildlife Diseases (US)* 36(2):294-300.

Cargill, C.; Needham, D.; Judson, G. 1979. Plasma biochemical values of clinically-normal in Australian sea lions (*Neophoca cinerea*). *Journal of Wildlife Diseases (US)* 15(2):105-110.

Carney, M. 2006. *Ramphastos sulfuratus*: keel-billed toucan (en línea). Michigan, US, Universidad de Michigan. Consultado 14 oct. 2006. Formato HTML. Disponible en http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Ramphastos_sulfuratus.html

Charles Noriega, ML. 2005. El laboratorio clínico para las aves de ornato (en línea). Imagen Veterinaria vol. 5, no. 2. México. Consultado 17 oct. 2006. Formato PDF. Disponible en <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/imavet/v5n2a05/v5n2a05.pdf>

Campbell, T. 1994. Hematology. Ed Harrison et al. Avian medicine principles and application. Estados Unidos de América, Wingers Publishing INC. 340 p.

CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). 2006. Situación de extinción del tucán multicolor (en línea). s.l., CITES. Consultado 15 oct. 2006. Formato HTML. Disponible en <http://www.cites.org/esp/index.shtml>

Colegio Oficial de Veterinarios de Madrid. 2008. Nutrición y alimentación en aves rapaces: enfermedades nutricionales y metabólicas (en línea). Argentina, COLVEMA. Consultado 3 ene. 2008. Disponible en <http://www.colvema.org/listado-articulodetalle.asp?PAR=2%7C14%7C3%7C41%7C0%7C27%7C17%7C19%7C8%7C2%7C20%7C11%7C14%7C42%7C30%7C28%7C>

Coles, E. 1968. Patología y diagnóstico veterinario. Trad. Jaime Roij. Distrito Federal, MX, Interamericana. 335 p.

CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas). 2004. Listado de especies de fauna silvestre amenazadas de extinción (en línea). Guatemala, Presidencia de la República. Consultado 15 oct. 2006. Formato HTML. Disponible en <http://www.sii.conap.gob.gt/iisstart.htm>

Cruz, S. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. 42 p.

Day, R.; Heard, D.; Blanc, D. 2001. The effect of time at which plasma separation occurs on biochemical values in small island flying foxes (*Pteropus hypomelanus*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine (US)* 32(2):206-208.

Flores Vega, R. 1997. Aves tropicales: el color de la selva mexicana (en línea). México Desconocido no. 243. México. Consultado 15 oct. 2006. Formato HTML. Disponible en <http://www.mexicodesconocido.com/espanol/naturaleza/fauna/detalle.cfm?idcat=2&idsec=11&idsub=37&idpag=3557>

Fowler, M. 1986. Restraint. P. 50. En: Fowler, M. E. (Ed.) *Zoo & Wildlife Animal Medicine*. 2 ed. Estados Unidos de América, W.B. Saunders Company. 50 p.

Franzmann, A.; Resche, R le. 1978. Alaskan moose blood studies with emphasis on condition evaluation. *Journal of Wildlife Management (US)* 42(2):334-351.

Fudge, A. 1997. Avian clinical pathology: hematology and chemistry. p. 156. En: Altman et al. (Ed.). *Avian Medicine and Surgery*. Estados Unidos de América, W.B. Saunders Company.

García-Montijano, M.; García, A.; Lemus, J.; Montesinos, A.; Canales, R.; Luaces, I.; Pereira, P. 2002. Blood chemistry, protein electroforesis and hematologic values of captive immobilized imperial eagles (*Aquila adalverti*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine (US)* 33(2):112-117.

Greer, E. 1993. Keel-billed toucan (en línea). s.l., s.e. Consultado 14 oct. 2006. Formato HTML. Disponible en <http://www.ambergriscaje.com/birds/toucan.html>

Harder, J.; Kirkpatrick, R. 1994. Physiological methods in wildlife research. P. 305. En: Bookhout T (Ed) *Research and management techniques for wildlife and habitats*. Estados Unidos de América, The Wildlife Society.

Hochleithner, M. 1994. Biochemistries. En: Harrison et al. (Ed.). Avian Medicine principles and applications. Estados Unidos de América, Wingers Publishing Inc. 245 p.

Honduras Educacional. 2006. Animales en peligro de extinción en honduras (en línea). Honduras, Honduras Educacional. Consultado 15 oct. 2006. Formato HTML. Disponible en <http://www.honduraseducacional.com/Flora%20y%20Fauna.htm>

Howel, S.; Webb, S. 1995. A guide to the birds of México and northern Central América. California, US, Oxford University Press. 851 p.

International Species Information System. 1999. Physiological data reference values. Estados Unidos de América, Worldzoo. 1 disco compacto, 8mm.

Jiménez, M.; Jiménez, G. 2003. El tucán de pico multicolor: *Ramphastos sulfuratus* (en línea). s.l., s.e. Consultado 14 oct. 2006. Formato HTML. Disponible en <http://damisela.com/zoo/ave/otros/pi/ramphastidae/ramphastos/sulfuratus/taxa.htm>

Joyner, K.; Berger, N.; López, E.; Brice, A.; Nolan, P. 1992. Health parameters of wild psittacines in Guatemala: a preliminary report. Proceedings of the annual conference. Estados Unidos de América, Association of Avian Veterinarians. 303 p.

Kaal, F. s.f. Geschlechtsmerkmale bei vögeln. DE, Verlag M. & H. Schaper Hannover. 249 p.

Lochmiller, R.; Grant, W. 1984. Serum chemistry of the collares peccary (*Tayassu tajacu*). Journal of Wildlife Diseases (US) 20(2):134-140.

_____; Warner, L.; Grant, W. 1985. Metabolic and hormonal responses to dietary restriction in adult female collared peccaries. *Journal of Zoo and Wildlife Management (US)* 49(3):733-741.

MARENA (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales). s.f. Listado de especies más presionadas por el comercio (en línea). NI, Gobierno de la República de Nicaragua. Consultado 15 oct. 2006. Formato PDF. Disponible en <http://www.ccad.ws/documentos/comitestechnicos/sinergias092005/CITESCient2209/especies+presionadascomercio.pdf#search=%22Ramphastos%20sulfuratus%22>

Meneses, A.; Villalobos, J.; Sancho, E. 1993. Manual de hematología y química clínica en medicina veterinaria. Costa Rica, Fundación UNA. 168 p.

Meoño, E. 2007. *com pers.* Sexaje de *Ramphastos sulfuratos* por medición del largo del pico y necropsia (entrevista). Guatemala, GT, Instituto de Recreación de los Trabajadores de la Empresa Privada de Guatemala (IRTRA).

Merino, S.; Martínez, J.; Barbosa, A. 2001. Physiological and haematological consequences of a novel parasite on the red-rumped swallow *Hirundo dauric*. *International Journal for Parasitology (US)* 31(11):1187-1193.

Molina López, R. 2004. Hematología y bioquímica sanguínea (en línea). México, Centre de Fauna de Torreferrussa. Consultado 3 ene. 2008. Formato PDF. Disponible en http://www.encontroiberico.no.sapo.pt/docs/Hematologia_RMolina.pdf

Nicholson, D.; Lochmiller, R.; Stewart, M.; Masters, R.; Leslie, D. Jr. 2000. Risk factors associated with capture-related death in eastern wild turkey hens. *Journal of Wildlife Diseases (US)* 36(2):308-315.

Peinado, V.; Polo, R.; Celdrán, J.; Viscor, G. 1992. Hematology and plasma chemistry in endangered pigeons. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine (US)* 23(1):65-71.

Phillips, KM. s.f. Psittacine blood collection and hematology: basics for the veterinary practitioner (en línea). Georgia, US. Consultado 10 oct. 2006. Formato HTML. Disponible en <http://www.vet.uga.edu/ivcvm/1999/Phillips/phillips.htm>

Preston, E. 2001. *The birds of México and adjacent areas*. 3 ed. Texas, US, University of Texas Press. 209 p.

Rabinowitz, AR. 1997. *Wildlife field research and conservation training manual*. Nueva York, US, Paul Art Press. 281 p.

Roskopf, W. 1982. Hematologic and blood chemistry values for common pet avian species. *Veterinary Medicine/Small Animal Clinician (US)* 77(8): 1233-1239.

_____; Woerpel, R. 1991. Pet avian hematology trends. *Proceedings of the annual conference*. Estados Unidos de América, Association of Avian Veterinarians. 111 p.

Sagastume Duarte, JP. 1995. *Determinación de intervalos de referencia para hematología y bioquímica sérica en loros nuca amarilla (Amazona auropalliata) criados en cautiverio en el proyecto fundaves en Guatemala*. Tesis Lic. Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 49 p.

Seal, U.; Hoskinson, R. 1978. Metabolic indicators of habitat condition and capture stress in Phonghorns. *Journal of Wildlife Management (US)* 42(4):755-763.

_____; Ozoga, J.; Erickson, A.; Verme, L. 1978. Effects of immobilization on blood analices of White-Tailed Deer. *Journal of Wildlife Management (US)* 36(4):1034-1040.

Smithe, F. 1966. *The birds of Tikal*. Estados Unidos de América, The Natural History Press. 350 p.

Sokal, R.; Rohlf, J. 1995. *Biometry*. 3 ed. New York, US, Freeman and Company. 887 p.

Sweson, MJ. 1981. La sangre: propiedades fisiológicas y constituyentes celulares y químicos. 90 p. En: Dukes, HH. y Sweson, MJ. (Eds.). *Fisiología de los animales domésticos*. Trad. F Castejón Aguilar. Tomo II. México.

Tames Vargas, R. s.f. *Ramphastos sulfuratus* (en línea). s.l., s.e. Consultado 15 oct. 2006. Formato HTML. Disponible en http://www.treknature.com/gallery/North_America/Mexico/photo57485.htm

Tell, L.; Citini, S. 1992. Hematologic and serum chemistry reference intervals for Cuban amazon parrots (*Amazona leucocephala leucocephala*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine (US)* 23(1):62-64.

The Sacramento Zoological Society. 2003. The keel-billed toucan (en línea). Sacramento, AU, West Land Park. Consultado 15 oct. 2006. Formato HTML. Disponible en http://www.saczoo.com/1_about/_animals/fact_sheets/keel_billed_toucan2.pdf#search=%22ramphastos%20sulfuratus%22

Thurman, J. 1999. Keel-billed toucan (en línea). s.l., s.e. Consultado 14 oct. 2006. Formato HTML. Disponible en <http://whozoo.org/students/jenthu/toucan.html>

Tory Peterson, R.; Chalif, E. 1973. Peterson field guides to Mexican birds. Nueva York, US, Houghton Mifflin. 298 p.

UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). 2006. Mundo animal (en línea). México, UNAM. Consultado 15 oct. 2006. Formato HTML. Disponible en <http://www.revista.unam.mx/vol.1/num2/sabias/especies/animal.html>

Vanderheyden, N. 1986. Hematology of nestling raptors and psittacines. Indiana, US, Association of Avian Veterinarians. 348 p.

Vassart, M.; Greth, A.; De la Farge, F.; Braun, J. 1994. Serum chemistry values for arabian sand gazelles (*Gazella subgutturosa marica*). s.l, s.e., Journal of Wildlife Diseases (US) 428 p.

West, G.; Haines, V. 2002. Hematology and serum chemistry values of captive attwater's prairie chickens (*Typanuchus cupido attwateri*). Journal of Zoo and Wildlife Medicine (US) 33(2):122-124.

William, H. 2000. Valores séricos en aves de presa (en línea). Estados Unidos de América, Laboratorios Inc., Fort Collins. Consultado 3 ene. 2008. Disponible en <http://www.cetrero.com/veterinaria/valoressericos>

Williams, F. 1993. Humane considerations in immobilization and study of free-ranging wildlife. P. 67. En: Fowler ME (Ed.) Zoo & Wild Animal Medicine, Current therapy 3. US, W.B. Saunders Company.

XI. ANEXOS

Anexo 1. Tabla de valores de referencia para hematología, química sérica, morfometría y fisiología de *Ramphastos sulfuratus*: datos agrupados.

Parámetro	Media \pm I.C 95%	Rango Mínimo - Máximo
Hematocrito (%)	35.97 \pm 2.42	23.80 – 47.00
Hemoglobina (g/dL)	19.23 \pm 0.78	15.10 – 22.00
Glóbulos Blancos (Miles/mm ³)	6,233.33 \pm 471.76	4,400.00 – 8,800.00
Glóbulos Rojos (Millones/ mm ³)	2.35 \pm 0.21	1.45 – 3.40
Heterófilos (%)	68.63 \pm 2.71	56.00 – 82.00
Linfocitos (%)	30.41 \pm 2.66	18.00 – 43.00
Eosinófilos (%)	0.07 \pm 0.04	0.00 – 1.00
Basófilos (%)	0.037 \pm 0.08	0.00 - 1.00
Monocitos (%)	0.89 \pm 0.50	0.00 – 5.00
Volumen corpuscular medio (μ 3)	165.67 \pm 21.15	89.70 – 300.00
Hemoglobina corpuscular media (uug)	88.48 \pm 9.95	47.60 – 150.70
Concentración de hemoglobina corpuscular media (g/dl)	54.99 \pm 4.53	38.90 – 92.40
Proteínas totales (g/dl)	3.69 \pm 0.30	2.50 – 5.30
Acido úrico (mg/dl)	8.15 \pm 1.14	4.20 – 12.90
Creatinina (mg/dl)	0.39 \pm 0.05	0.09 – 0.76
Albúmina (g/dl)	1.55 \pm 0.23	0.80 – 2.70
Globulina (g/dl)	2.14 \pm 0.15	1.40 – 2.90
Glucosa (mg/dl)	379.11 \pm 33.21	236.80 – 603.10
Aspartato aminotransferasa (AST) (U/L)	271.69 \pm 28.1	139.70 – 455.50
Alanina aminotransferasa (ALT) (U/L)	18.71 \pm 3.14	8.60 – 38.40
Fosfatasa alcalina (U/L)	87.37 \pm 16.34	30.30 – 172.60
Peso (g)	480.74 \pm 16.92	410.00 – 580.00
Largo cuerpo (mm)	536.30 \pm 9.39	500.00 – 580.00

Largo pico superior (mm)	136.85 ± 5.06	110.00 – 160.00
Largo pico inferior (mm)	124.44 ± 4.56	100.00 – 150.00
Largo ala (mm)	218.15 ± 4.40	180.00 – 240.00
Largo tarso (mm)	50.74 ± 1.52	50.00 – 60.00
Largo cola (mm)	185.19 ± 4.83	160.00 – 210.00
Temperatura (°C)	41.59 ± 0.47	40.00 – 43.90
Frecuencia cardiaca (latidos/min)	267.85 ± 25.08	176.00 – 488.00
Frecuencia respiratoria (resp./min)	70.37 ± 9.18	28.00 – 120.00

Anexo 2. Componentes de la dieta de las diferentes poblaciones utilizadas en el estudio.

Población	Ingredientes
<p style="text-align: center;">IRTRA Zoológico La Jungla</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Papaya (<i>Carica papaya</i>) • Aguacate (<i>Persea americana</i>) • Banano (<i>Musa paradisiaca</i>) • Alimento comercial para pollo (etapa 2) • Agua potable <i>Ad libitum</i>
<p style="text-align: center;">Aviarios Mariana</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Papaya (<i>Carica papaya</i>) • Melón (<i>Cucumis melo</i>) • Banano (<i>Musa paradisiaca</i>) • Mango (<i>Magnifera indica</i>) • Alimento comercial para canino adulto • Agua potable <i>Ad libitum</i>

Fisiología

Hora	Temperatura (°C)	Frecuencia cardíaca (latidos/min)	Frecuencia respiratoria (resp./min)

Hora de liberación: _____ **Estado de liberación:** _____

Tiempo de inmovilización (Desde que se captura hasta que se libera):

Anexo 4. Ficha de protocolo para datos de hematología y química sérica, utilizada en el presente estudio.

Fecha: _____ **No. correlativo:** _____

Hematología

Hematocrito (%): _____ Hb (g/dl): _____

Recuento total de eritrocitos (Millones/mm³): _____

Recuento total leucocitos (Miles/mm³): _____

Recuento diferencial de leucocitos:

Célula	Valor relativo (%)
Heterófilos	
Linfocitos	
Eosinófilos	
Basófilos	
Monocitos	

Volumen corpuscular medio (μ^3): _____

Hemoglobina corpuscular media ($\mu\mu\text{g}$): _____

Concentración de hemoglobina corpuscular media (g/dl): _____

Observaciones: _____

Química sérica

Proteínas totales (g/dl): _____ Acido úrico (mg/dl): _____

Creatinina (mg/dl): _____ Albúmina (g/dl): _____

Globulina (g/dl): _____ Glucosa (mg/dl): _____

AST (U/L): _____ ALT (U/L): _____

Fosfatasa alcalina (U/L): _____ Nitrógeno uréico (mg/dl): _____

Observaciones: _____

Ingeborg Renate Valentin Nicolescu

Tesista

Carnet 200210842

Mag. Sc. Med. Vet. Dennis Guerra Centeno

Asesor principal

Med. Vet. Héctor Fuentes Rousselin

Asesor

Med. Vet. Jorge Miranda Hammer

Asesor

Imprímase: _____
Decano: Lic. Zoot. Marco Vinicio de la Rosa Montepeque