



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO**

---

**FACULTAD DE MEDICINA  
VETERINARIA Y ZOOTECNIA.**

Diabetes mellitus en un tucán (*Ramphastos toco*).  
Experiencias prácticas durante el desarrollo de Trabajo  
Profesional en el extranjero en el Wildlife Center of  
Virginia (WCV) e Instituto Smitsoniano Parque  
Zoológico  
Nacional (ZNP) en Washington DC, EUA.

**TRABAJO PROFESIONAL EN EL EXTRANJERO  
30 DE AGOSTO - 30 DE NOVIEMBRE 2005.**

**Emma Litzuly Gómez Ramos.**

**Tutora: Dra. Dulce Ma. Brousset**

2006





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO.**

Presidente: MVZ. Juan Arturo Rivera Rebolledo.

Vocal: MVZ. Maria de Guadalupe Ramírez Díaz.

Secretaria y tutora: MVZ Dulce Maria Brousset Hernández Jauregui

## **AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA.**

Agradezco infinitamente a mi querida familia, quien con su apoyo y dedicación ha forjado mis principios y alentado a alcanzar mis metas.

Gracias a mis amigos, quienes siempre me brindan su mano y apoyo incondicional en buenos y malos momentos.

Gracias Pat por guiarme en un país desconocido y abrirme las puertas de tu casa y corazón.

En memoria de mi abuelita Emma e inigualable amigo Ricardo.

Este informe es dedicado a todos aquellos animales silvestres, quienes tienen el mismo derecho de vivir y compartir en un mundo sano al igual que nosotros.

“ Al igual que el cuerpo se compone de diferentes miembros y órganos, la existencia de cada una de las criaturas mortales depende de las otras ”

*Proverbio hindú*





## CONTENIDO.

<b>RESUMEN.....</b>	1
<b>ABSTRACT.....</b>	2
.....	
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	3
...	
<b>OBJETIVOS.....</b>	4
<b>SECCION I. INFORME DE ACTIVIDADES.....</b>	5
A) Actividades programadas y responsabilidades en el Wildlife Center of Virginia.....	5
.	
Actividades realizadas durante la estancia en el Wildlife Center of Virginia	7
.....	
1.-	7
Recepción.....	
2.- Canalización de	8
pacientes.....	
3.-	9
Eutanasia.....	
4.-	1
Alojamientos.....	0
5.- Terapéutica.....	1
	0
Protocolos de manejo.....	1
	1
1.- Oso negro ( <i>Ursus</i>	1
<i>americanus</i> ).....	1
2.- Venado cola blanca ( <i>Odocoileus</i>	1
<i>virginianus</i> ).....	5
3.- Zorro gris ( <i>Urocyon cinereoargenteus</i> ) y zorra roja	

( <i>Vulpes</i>	1
<i>vulpes</i> ).....	7
4.- Mapache ( <i>Procyon</i>	1
<i>lotor</i> ).....	9
5.- Roedores y	2
lagomorfos.....	0
6.- Tlacuache o zarigüeya ( <i>Didelphys virginiana</i> ).....	2
	1
7.- Aves	2
rapaces.....	2
8.-	2
Passeriformes.....	8
9.-	2
Reptiles.....	9
B) Actividades realizadas en el Instituto Smitsoniano Parque	
Zoológico Nacional de EUA en Washington	3
DC.....	0
Conclusión.....	3
.	3

## SECCION II. CASO CLÍNICO

Diabetes aviar secundaria a hemocromatosis en un tucán ( <i>Ramphastos</i>	
<i>toco</i> ).....	3
...	4
Fisiología del hierro.....	3
	6
1)	3
Hemocromatosis.....	7
Glucorregulación.....	4
.	0



2)	4
Diabetes.....	2
Historia	4
clínica.....	5
Examen físico y	4
clínico.....	7
Diagnóstico.....	4
...	9
Tratamiento.....	4
.	9
Discusión.....	4
.	9
Conclusión.....	5
.	1
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>5</b>
...	3

## RESUMEN.

Como una de las modalidades para obtener el Título de Médico Veterinario Zootecnista (MVZ), la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia ofrece realizar Trabajo Profesional en el extranjero; el presente trabajo es un informe de ello, en Estados Unidos de América (EUA) en los siguientes sitios: Wildlife Center de Virginia (WCV) durante los periodos del 30 de agosto al 30 de septiembre y 5 de noviembre al 30 de noviembre del año 2005 y en el Instituto Smitsoniano Parque Zoológico Nacional en Washington DC., durante el periodo del 1 de octubre al 4 de noviembre de 2005. El objetivo principal fue el de obtener el Título de MVZ de forma práctica, así como obtener experiencia en el área de medicina y manejo de animales silvestres.

Como informe de caso clínico desarrollé lo siguiente:

Tucán toco (*Ramphastos toco*) hembra de 8 años de edad, residente en el Parque Zoológico Nacional de Washington, Estados Unidos de América; diagnosticada con diabetes mellitus, tal vez secundaria a hemocromatosis. El diagnóstico se realizó con base en los signos clínicos de polifagia, poliuria y glucosuria y resultados de bioquímicas sanguíneas que muestran evidencia clínica de esta enfermedad. El ave tiene historia de endoparasitosis (*Capillaria*) en casi toda su vida. En la revisión anual 2005, su valor de hierro sérico (37.59  $\mu\text{mol/l}$ ) fué sugestivo de hemosiderosis y su bioquímica sanguínea sugirió diabetes. Actualmente esta recibiendo tratamiento con glipizide 0.75 mg PO SID y deferoxamina 50 mg SC SID, los signos clínicos aún están presentes aunque su valor de glucosa sérica decrece.

## **ABSTRACT.**

The FMVZ (Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia) has like a modality for to get the degree, that its students can do professional work in the foreign; this work is a report of that, did in EUA in two places: Wildlife Center of Virginia (WCV) between August 30<sup>th</sup> to September 30<sup>th</sup> and November 5<sup>th</sup> to November 30<sup>th</sup> of 2005 and in the Smithsonian National Zoological Park (NZP) in Washington DC between October 1<sup>th</sup> to November 4<sup>th</sup> of 2005.

The principal objective is to get the MVZ (Médico Veterinario Zootecnista) degree of practice form and to obtain experience in medicine of wildlife.

Like report of clinic case, I made the next:

A 8 years old female Toco tucan (*Ramphastos toco*) in the National Zoological Park was diagnosed with diabetes mellitus may be secondary to hemocromatosis on the basis of clinical signs, results of biochemical analyses and clinical evidence of this disease. The bird has history of endoparasitosis (*Capillaria*) in almost all its live. This year her iron panel (37.59  $\mu\text{mol/l}$ ) was suggestive of hemosiderosis and her biochemistry was suggestive to diabetes. She actually is receiving treatment (glipizide 0.75 mg PO SID and deferoxamine 50 mg SC SID), her glucose levels are apparently decreasing, but her clinical signs still present.

## **INTRODUCCIÓN.**

El Wildlife Center de Virginia es un hospital dedicado a atender animales silvestres de vida libre, localizado en Waynesboro, Virginia en Estados Unidos de Norteamérica. Entre sus principales metas esta el proveer atención medica profesional a los animales silvestres que son encontrados heridos o enfermos, rehabilitarlos en la medida de lo posible y regresarlos a su hábitat natural; entrenar médicos veterinarios y estudiantes en el cuidado y atención de las emergencias más comunes en dichos animales, así como también realizar estudios epidemiológicos en las áreas afines a él, y difundir información al público en general acerca de la importancia ecológica que tiene la conservación y rehabilitación de los animales silvestres y sus hábitats naturales. (The Wildlife Center 2004. Annual report)

El hospital veterinario del Wildlife Center de Virginia es uno de los pocos que cuenta con un equipo veterinario especializado en vida silvestre; desde 1986 han contribuido al entrenamiento profesional de los estudiantes de Medicina Veterinaria de cualquier parte del mundo; cuenta con un programa diseñado para jóvenes pasantes de Medicina Veterinaria y Médicos Veterinarios ya titulados, en el que por espacio de 3 a 6 semanas se les entrena en el cuidado, mantenimiento y tratamiento de especies silvestres. Los estudiantes que aplican para este programa llevan a cabo diferentes rotaciones en donde se enseña: anatomía, fisiología, anestesia, radiología, pruebas de laboratorio, protocolos de emergencia, primeros auxilios, procedimientos ortopédicos y de necropsia, dosis y medicación en adición a la rehabilitación y reintroducción de las diferentes especies a su medio natural.

Durante el desarrollo del Trabajo Profesional en el extranjero, tuve la oportunidad de ingresar al WCV (Wildlife Center of Virginia) realizando una estancia (Veterinary Externship in Wildlife and Conservation Medicine), en donde trabajé dentro del hospital veterinario realizando diferentes rotaciones, en cada una de las cuales conocí técnicas específicas que van de acuerdo a la especie a la que se trata.

Como segunda estancia realicé una rotación de 6 semanas dentro de las instalaciones del Instituto Smitsoniano en el Zoológico Nacional de EUA en Washington DC. La rotación incluyó entrenamiento en la sala de tratamientos, rayos X y quirófano en donde se practicaron diferentes técnicas de exploración y diagnósticas.

## **OBJETIVOS.**

### **General:**

Obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista mediante Práctica Profesional en el extranjero, hoy Trabajo Profesional, así como el de adquirir experiencia profesional y conocimientos especiales en el área de Medicina y conservación de Fauna silvestre.

### **Particulares.**

- Ser capaz de identificar las especies silvestres de Virginia EUA que son remitidas al WCV, así como conocer algunos aspectos básicos de su biología.
- Conocer las técnicas adecuadas para inmovilizar animales silvestres y realizar el examen físico.
- Realizar exámenes físicos y clínicos, además de técnicas clínicas básicas que incluyen la venopunción en el tratamiento de: aves, reptiles y mamíferos silvestres.
- Ser capaz de interpretar pruebas hematológicas básicas y radiografías.
- Realizar procedimientos anestésicos adecuados, tanto inhalados como fijos.
- Realizar procedimientos quirúrgicos, así como reparar lesiones quirúrgicamente.
- Conocer las técnicas de sacrificio humanitarias utilizadas en los animales silvestres.

## **SECCIÓN I. INFORME DE ACTIVIDADES.**

### **A) Actividades Programadas y Responsabilidades en el Wildlife Center of Virginia.**

- 1) Estar presente en el centro de 8 am. a 5 pm. (o después). Las horas extras están sujetas a cambio debido a emergencias o a procedimientos especiales y son cubiertas por internos y estudiantes. Los estudiantes tienen derecho a un día libre por semana de trabajo: Los horarios del centro están sujetos a muchos cambios, pues se rigen por el número de pacientes, tipo de procedimientos a realizar y emergencias. En general los estudiantes e internos tienen la responsabilidad de estar presentes desde muy temprano y abandonar el centro después de que todas las actividades hayan concluido y posterior a la administración de todos los tratamientos pertinentes a los animales; así como de asegurarse de que las condiciones de bioseguridad serán buenas durante la noche.
  
- 2) En caso de emergencia, el centro cuenta con un número telefónico de emergencias las 24 horas del día, en caso de que exista alguna, se debe informar inmediatamente al Médico Veterinario encargado; trazar un plan de trabajo y permanecer en el centro hasta que el paciente se estabilice.
  
- 3) Participar activamente en las rondas médicas. El Wildlife Center de Virginia recibe miles de animales huérfanos o lastimados de diferentes especies como: aves, reptiles y mamíferos silvestres; a cada uno le es practicado un examen físico y clínico completo en el momento de su recepción; se realiza el diagnóstico de forma individual y se hace un plan de rehabilitación, mantenimiento y reintroducción. Cada mañana el equipo veterinario, los médicos en entrenamiento y rehabilitadores se reúnen para platicar y decidir el plan de trabajo a realizar para ese día; en dicha junta se exponen los puntos más importantes del trabajo como son los tratamientos de los animales que se encuentran en rehabilitación, el plan

de reintroducción de aquellos que ya están reestablecidos; se organizan las actividades de forma que todos estén enterados de lo que se va a hacer, de los cambios en los tratamientos, cirugías y tiempos de alimentación.

Nuestra participación como Médicos Veterinarios en entrenamiento es importante, ya que cada estudiante expone de forma integra y concreta los casos del ó los animales con que ha estado trabajando. Cuando un animal ingresa, es responsabilidad del estudiante (siempre bajo la dirección del Médico Veterinario en turno) realizar el interrogatorio pertinente, en donde se hacen preguntas a la ó a las personas que llevaron el animal; entre las cuales se destaca el lugar en donde fue encontrado, el tiempo de transporte y forma en la que se remitió al centro de vida silvestre. Esto se hace con el fin de tener el conocimiento de las zonas en donde el animal vivía antes de ser encontrado, para que cuando este completamente rehabilitado sea reintroducido en la misma región, o bien en un ambiente similar y en donde no represente ningún peligro para la población tanto humana como animal. Este tipo de información es expuesta en las rondas médicas diarias, así como el estado de salud del animal, los hallazgos al examen físico diario, la evolución bajo el tratamiento al que esta sometido. Es importante que los estudiantes aporten su pronóstico para el ó los animales; dicha opinión en cuanto a tratamientos es muy válida, ya que en muchos de los casos la información que se expone es importante para tomar la siguiente decisión en el tratamiento y rehabilitación del animal. En estas rondas, se exponen los casos de los animales que se hallan bajo tratamiento médico y rehabilitación, de tal manera que todo el equipo está enterado de la evolución del animal y de los cambios que día a día se hacen; si es que el animal esta evolucionando favorablemente ó no. Tan pronto como los pacientes se recuperan, sus necesidades cambian; por eso es importante que todo el equipo esté enterado de lo que pasa con cada paciente, de

esta manera se trabaja activamente conforme a las necesidades del paciente.

- 4) Realizar las técnicas básicas de examen físico y clínico así como tratamientos: Cada mañana, después de la ronda médica los estudiantes e internos realizan los exámenes físicos diarios de rutina a los animales hospitalizados, así como administran los tratamientos destinados para cada paciente y realizan la rehabilitación en el caso de las aves rapaces que fueron sometidas a cirugías ortopédicas.

### **Actividades realizadas durante la estancia en el Wildlife Center of Virginia.**

#### **1.- Recepción.**

Una de las principales actividades que se realizaba día a día, fue participar en los procedimientos generales de admisión y seguimiento de los pacientes del centro, tales como el interrogatorio a las personas que presentan el paciente y los exámenes físicos y clínicos.

Algunos pacientes son referidos por otras agencias dedicadas a la atención animal o por rehabilitadores: dichos animales son ingresados al WCV en donde se les da atención primaria y en muchos casos rehabilitación. Este centro es la única asociación que cuenta con licencia para rehabilitar águila calva norteamericana (*Haliaeetus leucocephalus*).

Entre las especies que comúnmente son canalizadas y atendidas se encuentran: Águila calva (*Haliaeetus leucocephalus*), halcón de cola roja (*Buteo jamaicensis*), halcón peregrino (*Falco peregrinus*), búho virginiano (*Bubo virginianus*), cernícalo (*Falco sparverius*), diversas especies de aves de ornato, ganso canadiense (*Branta canadensis*), pájaro carpintero (*Campephilus imperialis*), colibrí (*Coruscans gould*), ardilla gris (*Scirulus carolinensis*), ardilla voladora (*Pteromys volans*), oso negro (*Ursus americanus*), zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*), conejo (*Oryctolagus cuniculus*), tlacuache o zarigüeya



(*Didelphys virginiana*), tortuga de caja (*Coura amboinensis*), tortuga pintada (*Chrysemys picta*), lagarto (*Crocodylus acutus*) y serpiente (*Leptotyphlos dulcis*).

Algunos animales huérfanos como ardillas, conejos, y aves de ornato son referidos a otras partes del estado de Virginia con rehabilitadores debidamente capacitados y con licencia.

## **2.- Canalización de los pacientes.**

La meta del equipo veterinario es la de encontrar una canalización apropiada para cada animal que arriba a estas instalaciones, de tal manera que se pueda reintroducir a su medio natural, contribuyendo así a la conservación de las poblaciones animales. Aunque se trabaja arduamente no siempre es posible reintroducir a todos los animales a su medio, pues algunos tienen pobre pronóstico, y otros aunque su condición de salud sea buena, pierden la capacidad para sobrevivir en vida libre. A cada animal se le hace un examen clínico completo en el momento de su admisión, algunos llegan en una condición de salud mala y por tanto tienen pobre pronóstico. Los médicos veterinarios responsables y médicos veterinarios en entrenamiento evalúan dicha condición valiéndose de herramientas diagnósticas como rayos x, patología clínica, hematología, endoscopia y examen físico, así evalúan la gravedad de la lesión o enfermedad que el paciente presenta, la posibilidad que tiene para recuperarse y ser capaz de valerse por si mismo en vida libre. En algunas ocasiones es necesario tomar la decisión de realizar la eutanasia al animal.

Existen algunos criterios que el personal de WCV toma en cuenta para la liberación, por ejemplo:

- Que el animal se haya recuperado por completo de su enfermedad o lesión inicial y que no exista posibilidad de recurrencia.
- Que tenga la capacidad de sobrevivir ante sus depredadores naturales.
- Que tenga la capacidad de alimentarse por si mismo en vida libre.

- Que no presente ningún problema secundario a la lesión o enfermedad por la cual estuvo en recuperación dentro del WCV
- Que conserve el comportamiento natural a la de su especie, que no presente señas de impronta con los humanos.
- Que no represente un riesgo potencial, tanto para poblaciones humanas como para poblaciones silvestres; es decir que no sea una fuente de contaminación patógena que pueda diseminarse y causar riesgos de salud en individuos de su misma o diferente especie.

Dichos pacientes son reintroducidos en las áreas naturales en donde fueron encontrados pero fuera del alcance de poblaciones humanas: es decir lejos de las carreteras y poblados humanos. Es importante resaltar que la decisión tanto de eutanasia como de reintroducir animales a su medio es tomada por todo el equipo veterinario y rehabilitador después de evaluar detalladamente cada caso.

### **3.- Eutanasia.**

Los animales que no pueden ser reintegrados a su medio natural por alguna razón se decide dar eutanasia, a menos que exista algún lugar en el departamento de educación dentro del WCV, en donde el personal los alimentará y utilizará en los programas dirigidos a crear conciencia a la población humana en conservación de la vida silvestre y sus hábitats.

El método de eutanasia se compone por una dosis de tranquilizante (xilacina por vía intramuscular, la dosis depende de la especie) seguido por una sobredosis de un anestésico inyectable (pentobarbital, vía intravenosa) o inhalado (halotano). En estas actividades participé bajo la asesoría y autorización de la directora de servicios médicos veterinarios del WCV.

#### **4.- Alojamiento.**

Algunos animales que no pueden sobrevivir en vida libre después de ser tratados por el WCV, son alojados en un área destinada para educación del público en general, teniendo la finalidad de demostrar la importancia de las especies en libertad y el correcto alojamiento de aquellas que por alguna razón no viven en libertad. El personal del área de educación, y en ocasiones algunos médicos veterinarios en entrenamiento, se encargan de mantener estos alojamientos en buenas condiciones, y alimentar a los animales que ahí residen. Las dietas varían de acuerdo a la especie y están sujetas a cambio de acuerdo al estado de salud y etapa fisiológica de cada animal. En ocasiones me tocó limpiar alojamientos y repartir alimentación a aves, reptiles y mamíferos como parte del entrenamiento.

#### **5.- Terapéutica.**

Los fármacos se encuentran bajo llave y con estricto control; de tal manera que cada mañana después de la sesión médica, se administran a cada paciente usando las técnicas correspondientes por especie e indicadas por los médicos veterinarios. Mi función diaria fue administrar medicamentos a cada paciente de acuerdo a la prescripción médica, además, en el caso de las aves de presa que fueron intervenidas quirúrgicamente, se realiza la rehabilitación física siguiendo los protocolos establecidos para cada especie.



Figura 1. Vista de la entrada principal del Wildlife Center of Virginia.

### **Protocolos de manejo.**

#### **1.- Oso negro (*Ursus americanus*)**

Las interacciones de los humanos con los osos negros se hacen cada vez más comunes a medida que la población humana crece hacia los bosques. Los osos negros son considerados como peligros potenciales, especialmente para las personas que merodean sus territorios ya que un oso negro tiene la suficiente fuerza como para matar a una persona. De tal manera que la función del WVC es proteger a esta especie al mismo tiempo que concientizar a la población humana para que no los molesten o intenten cazarlos, así como la de reintroducir a los ejemplares que son admitidos por el centro en un área natural en donde puedan vivir pero sin representar peligro para la población humana. El siguiente protocolo está diseñado con base en la seguridad del personal del WVC pero con mira en la reintroducción del animal.

#### **a) Acceso al alojamiento.**

Todos los accesos a los alojamientos de los osos están restringidos, solo el personal autorizado podrá acceder.

El personal autorizado esta compuesto por: el director de los servicios veterinarios, rehabilitadores, residente veterinario e interno, los estudiantes y médicos veterinarios en entrenamiento solo tienen acceso a los alojamientos durante los procedimientos médicos, o bien solo cuando cuenten por un permiso especial del director de servicios veterinarios.

#### **b) Procedimientos generales.**

Limpieza y alimentación: Siempre que se acceda a los alojamientos para estas actividades deberá hacerse en equipos de 2 personas por actividad, además de notificar a un tercer miembro del equipo. Cada procedimiento debe de estar encaminado a minimizar el contacto humano con el oso. Se debe mantener las conversaciones limitadas o hablar en tono bajo mientras se permanezca en el alojamiento o en sus alrededores. Cada mañana, cada noche y antes de que llegue un grupo de visita se deben revisar que los candados estén debidamente cerrados, esta actividad deberá ser realizada por dos personas a diferente tiempo.

#### **c) Alimentación y nutrición.**

Los osos deberán ser alimentados teniendo el cuidado de que estos no asocien alimentación con personas, de esta actividad se encargarán los rehabilitadores. La dieta a seguir será dictada por el médico veterinario quien se encargará de poner una lista en la cocina para que ésta sea preparada al pie de la letra.

#### **d) Tratamientos veterinarios.**

Todos los tratamientos médicos deberán ser determinados y administrados por el médico veterinario quien considerará la presencia de estudiantes, residentes e internos en cada caso.

Durante el tiempo en que permanecí en el WCV ingresaron dos ejemplares de oso negro, hembras de aproximadamente 8 meses y un año de edad. A ambas se les practicó un examen médico completo al momento de su ingreso, complementado con algunas pruebas diagnósticas de rutina como son rayos X, hemograma, bioquímica sanguínea y examen coproparasitoscópico.

El primer caso se trató de una hembra de aproximadamente 8 meses de edad quien se encontraba vagando cerca de un vecindario en Waynesboro Virginia, los vecinos la habían visto merodear por los alrededores hacia 15 días, aparentemente estaba huérfana. La tarde que ingresó al WCV fue encontrada en el jardín de una casa cuyas dueñas, aparentemente sin ningún problema la cargaron y subieron a su camioneta para trasladarla al Centro de vida salvaje. Al momento de la admisión, la paciente se encontraba alerta pero con gran dificultad para mantenerse de pie. Se trasladó inmediatamente a los alojamientos para osos dentro del Centro en donde se practicó un examen médico: su condición corporal era pobre, al examen físico se encontró hiperqueratosis en el 90% de la superficie corporal, mucosas orales pálidas, deshidratada, corazón y pulmones auscultados aparentemente normales, se tomaron muestras de sangre de la vena femoral en total 10 ml, 5 ml. con anticoagulante (EDTA) y 5 ml. sin anticoagulante, muestra de materia fecal tomada directamente del recto y se realizó un raspado de piel para descartar ácaros. Se administró solución normosol aprox. 2 litros subcutáneos y se le ofreció fruta y verduras (manzana, uvas, zanahoria, brócoli). A la mañana siguiente la paciente amaneció muerta, así que se procedió a la necropsia, cuyos hallazgos fueron: emaciación, deshidratación, hiperqueratosis (descartados ácaros) y ausencia de contenido en el tracto digestivo. Los resultados hematológicos indicaron anemia. La disposición del cadáver la realizó la directora de servicios médicos veterinarios.

El segundo caso se trató de un oso negro hembra de aproximadamente 1 año de edad. Ella fue encontrada inconsciente en la carretera, la persona que la

trasladó al centro dijo que escuchó un gran golpe y después la vio tirada en el camino, aparentemente fue atropellada por un auto muy cerca al WCV. Este paciente llegó en condición grave, así que el examen clínico se realizó en el quirófano. Todo el personal participó en este manejo médico de tal manera que todos los procedimientos fueron simultáneos: se realizó un examen físico en donde se observó buena condición corporal, ojos, nariz y garganta sin cambio patológico aparente, mucosas pálidas, bradicardia, respiración disminuida pero sin ruidos anormales, abdomen distendido a la palpación, con una laceración en el lado derecho. Se precedió a intubar utilizando un tubo endotraqueal del número 7, sevofluorano 2% como agente anestésico y oxígeno 2 lt / min. Se canalizó en vena femoral y se colectaron muestras de sangre 10 ml, 5 con anticoagulante y 5 ml sin anticoagulante, muestra fecal directa del ano, y endoscopia esofágica aparentemente normal, placa radiográfica vista VD (ventro-dorsal) de las regiones torácica y abdominal, ambas sin cambio patológico aparente.

Los resultados de hematología mostraron: hematocrito disminuido. El examen coproparasitológico fue negativo.

Los rayos X abdominales vistas VD y LL mostraron una zona difusa a nivel abdominal compatible con líquido libre en cavidad, apoyándonos en la disminución de hematocrito y palpación se sugirió hemorragia abdominal. La directora de servicios médicos veterinarios, interna, residente y estudiantes decidimos realizar una laparatomía exploratoria: la anestesia se continuó con sevoflorano 3% y oxígeno 2 lt/min, solución normosol intravenosa, butorfanol (1 mg/kg endovenoso) como analgésico. La incisión se realizó desde el apéndice xifoides hasta pubis por línea media, al momento de entrar a cavidad confirmamos el diagnóstico de hemorragia intra abdominal, a la exploración encontramos que el bazo presentaba una gran pérdida de la continuidad en su borde caudal, sangrante, se procedió a realizar esplenorrafia. Acto seguido continuando la exploración se encontró al hígado lesionado en un 80-90%, el pronóstico de sobrevivencia para este ejemplar era pobre así como un tiempo de

recuperación largo y posible incapacidad para regresar y ser autosuficiente en vida libre, por lo que se decidió su eutanasia.

El porcentaje de crías de oso negro huérfanas y atropelladas es alto en esta zona, lo cual nos indica que la población humana está invadiendo los territorios de esta especie, dejándolas sin alimento y orillando a que dichos animales busquen el alimento cerca de las poblaciones humanas lo cual las pone en un gran riesgo.

## **2.-Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*)**

### **a) Recién llegados.**

Un médico veterinario debe practicar un examen físico a los recién llegados consistente en revisión de condición corporal, actividad, reactividad, exámenes coproparasitológicos, y solo en las ocasiones en que se inmovilizan física o químicamente se colectan muestras de sangre de la vena yugular para realizar hemograma y bioquímica sanguínea.

Si los resultados del examen practicado por el médico veterinario son satisfactorios, el animal es candidato para rehabilitación, se pondrá en cuarentena por un mínimo de 7 días. El objetivo de la cuarentena es reducir los riesgos de transmisión de enfermedades de los recién llegados a los animales que se encuentran alojados en el WCV. Se toman muestras de sangre de cada venado ingresado para analizar el paquete celular, el total de proteínas y la glucosa, también se colectan muestras de orina para realizar urianálisis.

El técnico veterinario realiza exámenes coproparasitológicos cada 48 hrs. durante el periodo de cuarentena. Cada animal recibe 2 tratamientos con albendazol (25 mg/kg vía oral durante 7 días) con intervalo de 14 días para el control de fasciolosis.



Los médicos veterinarios deciden cuando termina el periodo de cuarentena, teniendo en cuenta que cada animal haya tenido por lo menos 3 exámenes coproparasitológicos negativos y terminado su tratamiento con albendazol.

**b) Movimiento animal.**

Cada día el personal veterinario y estudiantes eran notificados durante las sesiones médicas acerca del comportamiento de cada individuo así como el cambio de alojamiento o cualquier movimiento que se realice con los animales.

No se realiza ningún movimiento de animales durante los fines de semana.

**c) Dieta.**

Las dietas son elaboradas por el personal veterinario en conjunto con los rehabilitadores dependiendo de la edad, etapa fisiológica y estado de salud del animal. En general consisten en avena, zanahoria, forraje de avena y alfalfa.

**d) Diarreas.**

Los venados pueden presentar evacuaciones diarreicas durante su cautiverio debido a estrés, o bien a agentes infecciosos gastrointestinales. Los signos de diarrea incluyen heces flojas o pastosas alrededor de la cola de los animales. Cualquier signo de diarrea debe ser notificado al médico veterinario, y coleccionar una muestra fecal fresca para remitirla con el técnico veterinario, quien es responsable de realizar el examen coproparasitológico. Si se identifica a un agente infeccioso como causa de diarrea, el animal será aislado en un corral aparte del resto del grupo y tratado individualmente.

**e) Terapéutica.**

Toda medicación y manejo médico será coordinado por el médico veterinario, la administración de los medicamentos la realizan en conjunto médicos veterinarios, estudiantes y rehabilitadores, dichos procedimientos están siempre encaminados a reducir el estrés de captura para el animal.

**f) Zoonosis.**

Existe un buen número de enfermedades que pueden afectar a los humanos, así que se realizan estrictas medidas de higiene tanto en corrales como en el personal; que incluyen el lavado de manos, cambio de ropa y uso de tapetes sanitarios.

No se permite comer, fumar o beber en las áreas reservadas para esta especie. Observé el embarque de un grupo de venados cola blanca que serían reintroducidos a su medio natural. Fue un manejo coordinado entre el personal veterinario, los rehabilitadores y el personal de educación, participaron más de 20 personas, se formaron equipos de 10 personas cada uno con una función específica: el primer equipo estuvo compuesto por el personal de educación y 2 rehabilitadores. Ellos estuvieron encargados de revisar el transporte que se utilizó, planear la ruta de acceso al bosque en donde los venados serían liberados, así como de acompañar a los animales hasta el punto donde se liberarían. El segundo equipo estuvo integrado por rehabilitadores quienes estuvieron encargados de mantener el equipo médico de emergencia listo para cualquier contratiempo, así como de auxiliar al equipo de educación en lo que se les ofreciera, se encargaron de vigilar las puertas y tenían un plan de emergencia para recuperar a los venados en caso de fuga. Entre su equipo se encontraba un maletín con los medicamentos básicos para venados, un maletín con equipo básico de curación para personal humano, un maletín con medicamentos tranquilizantes y anestésicos en caso de fuga y un equipo de inyección remota. El tercer equipo estuvo compuesto por médicos veterinarios y estudiantes quienes se encargaron de entrar al corral en absoluto silencio y capturar a los pequeños venados uno a uno, utilizando para ello solo la fuerza física y conocimientos de su comportamiento, con el fin de disminuir al máximo los factores de estrés durante la captura. Una vez que se colocaron los 25 venados en 3 diferentes camionetas, se inició el viaje al bosque de Shenando en Virginia para liberarlos. En este trayecto solo participó el equipo de educación, la directora de servicios médicos veterinarios, 3 médicos veterinarios más y el presidente del WCV.

### **3.-Zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y zorra roja (*Vulpes vulpes*).**

#### **a) Examen físico:**

Comienza desde que el animal ingresa al centro y en el momento en que se saca de la transportadora, lo primero es observar si esta en alerta, si es reactivo, su condición corporal, si tiene alguna lesión aparente, en caso de que sea posible observar al ejemplar en locomoción, se debe realizar una observación detallada con el fin de saber si alguno de sus miembros presenta anomalía en movimiento.

Posteriormente se procede a realizar un examen clínico completo, para empezar es necesario anestesiarse al animal con el fin de disminuir el estrés para él y los riesgos para el personal que está realizando el examen. El agente anestésico es isofluorano, se induce a la anestesia con el mismo gas a una concentración de 5% utilizando una mascarilla, en cuanto el animal esté inconsciente se cambia la mascarilla por un tubo endotraqueal, todo el tiempo se monitorea la actividad del corazón y los pulmones, se trata de hacer todo lo más rápido posible. A continuación se revisa el estado de hidratación, se buscan ectoparásitos, se revisan los ojos, orejas, oídos, cavidad oral, mucosas conjuntival, oral, prepucial y vaginal, se realiza una palpación abdominal, y auscultación. Posteriormente se procede a pesar al ejemplar, tomar rayos X de rutina en vistas VD y LL de las regiones torácica y abdominal, se colectan muestras de sangre de la vena braquial, safena o femoral para obtener el conteo total de células rojas y blancas y bioquímica sanguínea, muestras de materia fecal directas del ano, y muestras de orina por cistocentesis.

#### **b) Tratamientos.**

Todos los zorros que ingresan reciben un tratamiento paliativo con praziquantel y fenbendazol (25 mg/kg vía oral) para control de cestodiasis y nematodiasis. También utilizan piretrinas como acaricidas, si es necesario, al igual que se administran fluidos subcutáneos (20 ml por kg. de normosol). En caso de que presenten alguna lesión o enfermedad, el médico veterinario decidirá el tratamiento pertinente.

Durante mis estancias en el lugar, presencié el ingreso de una zorro gris hembra, la cual fue rescatada de un bote de basura en un vecindario cercano. Después de practicarle el examen clínico pertinente, los resultados sugerían un ejemplar clínicamente sano, así se le administró fenbendazol (25 mg/kg por vía oral) y se puso en libertad en el bosque del cual es parte el WVC

#### **4.- Mapache (*Procyon lotor*)**

Este centro solo recibe crías de mapache huérfanos (ojos aun cerrados) porque los de mayor edad son considerados como vectores de rabia y son remitidos a otros centros de rehabilitación. El protocolo es el siguiente:

##### **a) Examen físico y clínico.**

Incluye condición corporal, estado de hidratación, búsqueda de ectoparásitos, auscultación pulmonar y de corazón, palpación abdominal, revisión de orejas, ojos, oídos, nariz y cavidad oral, y la realización de algunas herramientas diagnósticas como examen coproparasitológico por flotación fecal.

Si los ejemplares están clínicamente sanos son alojados en la unidad de cuidados intensivos del WCV en donde el personal de rehabilitación se encarga de alimentar y cuidar a las crías huérfanas hasta que puedan alimentarse por si mismas. Estos cuidados consisten en alimentarlos con leche (formulación especial para mapaches preparada en el lugar a base de leche en polvo entera y Ensure<sup>R</sup>) cada 4 horas, estimular su micción y defecación, mantenerlos calientes en incubadoras. Una vez que ya estén listos para alimentarse por si mismos, son remitirlos a otro centro dedicado a la rehabilitación de estas crías en Alberta Virginia.

Algunas veces tuve la oportunidad de trabajar en la unidad de cuidados intensivos en donde ayudaba a la alimentación de las crías huérfanas de

mapaches, ardillas y tlacuaches. Mi función era la de administrar leche a las crías utilizando una jeringa a manera de gotero, la cantidad de leche varía dependiendo de la especie de la cría y de su edad, por ejemplo a una ardilla de 2 semanas se le administran 2-4 ml. de leche, mientras que a un tlacuache de la misma edad puede consumir hasta 10 ml. A todas las crías se les tienen los mismos cuidados, es decir se estimulan para que orinen y defequen antes y después de alimentarlas, se mantienen en incubadoras a 28 °C con humedad de 65%. Las canastillas en donde se alojan se limpian diariamente, y con estos sencillos cuidados se crían cientos de huérfanos al año, mismos que son exitosamente reintroducidos en el bosque.

### **5.-Roedores y lagomorfos**

La mayoría de roedores y lagomorfos que llegan a este centro son crías huérfanas, cada una recibe atención especial individualizada hasta que es capaz de alimentarse por si misma. El protocolo de recepción es similar en cuanto a examen físico y clínico en el momento en que llegan al WCV; se realiza un examen físico completo, comenzando por el sistema tegumentario, aparato digestivo, aparato respiratorio y cardiovascular. En caso de que los individuos estén clínicamente sanos, son introducidos en una incubadora con una temperatura de 28°C y humedad de 65%, los rehabilitadores están encargados de alimentarlos y brindarles los cuidados adecuados hasta que sean capaces de alimentarse por sí mismos.

Dentro de las principales patologías que observé en dichas especies se encuentran los problemas respiratorios y traumatismos producidos por ataques de perros o gatos. Son comunes las fracturas de miembros anteriores y posteriores, en estos casos, se realiza una evaluación radiológica en la que se observan el número y tipo de fracturas, a través de la cual los médicos veterinarios toman la decisión de realizar el método más adecuado para resolver el problema, ya sea por fijación externa o interna, y en los casos en los que la lesión compromete la calidad de vida del ejemplar realizar eutanasia. En lo

particular, en los casos en los que estuvo presente, los traumatismos especialmente en conejos eran muy severos, en ocasiones presentaron fracturas múltiples en los 4 miembros, por lo que en su mayoría se decidió realizar eutanasia poco después de la evaluación radiológica. Solo 2 conejos que presentaron traumatismo de miembro anterior derecho (fractura completa, oblicua y distal de húmero); se les inmovilizó utilizando una férula de Roberth Jones. Desgraciadamente durante la rehabilitación se observó en ambos un deterioro en cuanto a condición de salud: anorexia, pérdida de la función del miembro, por lo que se realizó la eutanasia en el lapso de 8 días después de su ingreso.

Las ardillas adultas que ingresaron presentaron, al igual que muchos otros animales, traumatismos producidos por ataque de gatos, algunas solo presentaban pequeñas heridas en la piel, iniciando antibioterapia a base de sulfa-trimetoprim (15 mg/kg vía oral cada 12 hrs. durante 7 días) y limpieza y desinfección de heridas hasta su cicatrización. Las ardillas son reintroducidas a su medio natural tan pronto y como se recuperan totalmente.

#### **6.-Tlacuache o zarigüeya (*Didelphys virginiana*).**

El protocolo de recepción a seguir con esta especie es el siguiente: se realiza un examen clínico completo incluyendo muestras de sangre, heces y estudio radiográfico en el momento de su admisión. La causa más común de ingreso de estos animales, al igual que en roedores y lagomorfos, son los traumatismos producidos por ataques de gatos y perros además de atropellamientos por vehículos.

Es común que las hembras sean encontradas muertas a las orillas de los caminos y que en su marsupio existan crías que han sobrevivido al accidente. La función de los rehabilitadores es salvaguardar la vida individual haciendo el mejor esfuerzo. Los cuidados que se les da a las crías son al igual que en otros huérfanos: hidratación subcutánea, y alimentación artificial vía oral a través de una sonda de alimentación.

Dentro de los casos más sobresalientes se encuentra el de una hembra encontrada muy cerca de las instalaciones, los resultados del examen físico y clínico no mostraron evidencia patológica aparente, solo una pequeña solución de continuidad de aproximadamente 1 cm de largo en la región infraorbital derecha. Se limpió con clorhidrato de clorhexidina, se observó que el proceso de cicatrización estaba casi concluido, así que se decidió alojarla para observarla unos días antes de dejarla en libertad. Para el tercer día de cautiverio, la herida se observaba casi sana, se decidió realizar un estudio radiográfico de control, en vistas VD y LL del animal; en donde se localizaron 16 objetos de forma redondeada, de aproximadamente de 2 mm de diámetro. cada una, con densidad de metal, correspondientes a balines, alojadas en el lado derecho de la cavidad craneana; a partir de ese momento el ejemplar comenzó a deambular en círculos, los médicos lo atribuyeron a daño neurológico producido por los fragmentos metálicos alojados en el cráneo, por lo que se decidió realizar eutanasia.

La mayoría de los otros tlacuaches a quienes atendí presentaron traumatismos producidos por ataques de gato, los cuales se recuperaron totalmente y fueron puestos en libertad. Los tratamientos médicos consistieron en procedimientos sencillos como limpieza de heridas y aplicación de antibióticos como sulfametoxazol trimetoprima, enrofloxacina, amikacina y analgésicos como meloxicam y tartrato de butorfanol, utilizando para ello diferentes vías ya sea oral o parenteral.

### **7.- Aves rapaces.**

Los protocolos de recepción que llevan a cabo para estas especies constan de:

- Examen físico y clínico.
- Pruebas de laboratorio: conteo de células sanguíneas (hemograma) y bioquímica sanguínea, examen coproparasitoscópico (técnica por flotación).

- Estudio radiográfico: vistas VD y LL abarcando todo el cuerpo del ave.

Uno de mis objetivos principales dentro de este centro, fue el de aprender acerca de medicina y manejo en aves de presa que se realiza en este lugar, lo cual se encaminó principalmente a medicina ortopédica y rehabilitación en halcones de cola roja (*Buteo jamaicensis*).

Ingresaron 14 halcones de cola roja, entre los cuales la mayoría presentaba lesiones en el aparato músculo esquelético, producidas por diferentes causas, de entre las cuales destaca el traumatismo producido por el impacto con ventanas. Como manejo se realiza un examen físico minucioso en búsqueda de lesiones aparentes, se observa la actitud del ave; en seguida se realiza un examen clínico completo a través de la anestesia inhalada, utilizando halotano como agente anestésico y una mascarilla para inducción de dicha anestesia; posteriormente se intuba el ave utilizando un tubo endotraqueal para mantenerlos anestesiados. Este manejo tiene la finalidad de facilitar el examen clínico y disminuir el estrés en el paciente, además de prepararlo para una posible cirugía en caso de ser necesario.

El examen clínico comienza con una evaluación de la integridad de la piel, plumaje, se revisan ojos, narinas, oídos y cavidad oral. Existen algunas enfermedades que producen placas en la cavidad oral de las aves como clamidiosis y tricomoniasis; este tipo de enfermedades se han reportado en aves que han ingresado al WCV; ninguno de los halcones a quienes se les practicó el examen clínico presentó placas de estas patologías.

A continuación se procede a realizar auscultación de corazón, pulmones y sacos aéreos, seguida de una palpación de la cavidad celómica y extremidades. En el caso de extremidades es muy común que los halcones presenten fracturas de los huesos ulna, húmero y fémur, las cuales son reparadas mediante cirugía ortopédica utilizando clavos intramedulares y fijadores externos.



Las pruebas de laboratorio como hemogramas y bioquímicas sanguíneas, se realizan con la obtención de muestras puncionando la vena yugular derecha en halcones pequeños o bien de la vena radial. La cantidad de sangre máxima que se debe de colectar sin afectar la salud de nuestro paciente es de 1% de su peso corporal, en algunos casos dada la condición de salud de los halcones solo colectamos un tubo capilar como muestra sanguínea, eso es suficiente para conocer el valor del hematocrito, las proteínas y el nivel de glucosa sérica. En los casos en los que se pudo colectar mas de 1 ml. de sangre se corrieron bioquímicas sanguíneas, en donde se hace especial énfasis en los resultados de calcio, fósforo, ácido úrico y glucosa. También se realiza un estudio radiográfico con tomas ventro-dorsal y latero-lateral del ave (VD y LL).; estas son muy importantes pues en muchas ocasiones existen fracturas no evidentes. Otras lesiones como masas o tumores en los pulmones, enfisemas y fracturas de coracoides son hallazgos incidentales en este tipo de estudios, de tal manera que los estudios radiográficos son herramientas de suma importancia en el diagnóstico y rehabilitación de rapaces.

De los 14 halcones de cola roja que ingresaron al WCV, solo 2 fueron totalmente rehabilitados; ambos presentaron fractura en el miembro anterior derecho, el primer paciente presentó una fractura expuesta, oblicua en el extremo distal del húmero; que fue fijada mediante un clavo intramedular utilizando una técnica de fijación externa. El segundo presentó fractura completa del hueso ulna derecha.

El procedimiento consistió en la preparación del paciente para cirugía. Se utilizó halotano como agente de inducción (5%) y anestésico a través de mascarilla, la anestesia se continuó con halotano 2% y 1.5 lt. de oxígeno/min vía tubo endotraqueal. Se retiraron las plumas de la parte dorsal del ala derecha, se realizó un lavado quirúrgico con clorhexidina, posteriormente se colocó al paciente en recumbencia esternal. Se palpó el nervio radial, y la incisión fue hecha a lo largo del hueso, teniendo cuidado de no lesionar dicho nervio. Se utilizó un histoquinete en el ala derecha para delimitar el área de cirugía. Se

colocó un clavo intramedular de 3/32 en forma retrograda dentro del húmero derecho, conjuntamente 2 cerclajes. Se suturó la incisión con puntos separados utilizando polipropileno 4-0, además se colocó un fijador externo de Kirshner construido por 2 clavos de 0.062 mm. de acero inoxidable colocado en forma perpendicular, y se utilizó un tubo de Penrose llenado con metilmetacrilato para unirlos.

Los sitios de los clavos fueron limpiados con solución de clorhexidina 5% y sulfonilamida, mismos que fueron colocados a lo largo de la incisión después de la limpieza diaria. Se colocó un vendaje adhesivo en forma de ocho, para darle al ala una mejor estabilización.

Se administró butorfanol como analgésico 2mg/kg via Intramuscular cada 12 horas durante 3 días, y enrofloxacin 6.8 mg/kg via subcutánea durante 7 días, ketoprofeno 2 mg/kg vía intramuscular cada 12 hrs. durante 5 días. Además de terapia de líquidos vía subcutánea 15ml de lactato de Ringer cada 12 hrs. durante 5 días.

La herida se limpió y se cambiaron los vendajes diariamente, se tomaron placas radiográficas con 15 días de diferencia para evaluar la consolidación de la fractura y decidir la fecha en que se retiraría el fijador externo, el cual fue de siete semanas.

Una semana después de la cirugía, comenzó la fisioterapia consistente en ejercicios de flexión y extensión del miembro afectado. Seis semanas después de la cirugía, la fractura estaba consolidada pero se decidió dejar otra semana más la el fijador. Nueve semanas después de la fecha de ingreso y habiendo concluido su rehabilitación, este ejemplar fue dejado en libertad en el bosque de Salem, Virginia el mismo lugar donde se le había encontrado. Hoy esta completamente rehabilitado y sabemos que tiene la capacidad de sobrevivir en vida libre debido a que su vuelo es normal (similar al de sus congéneres en libertad), se alimenta por si sola (caza roedores), esta alerta y reactiva, además

de encontrarse clínicamente sana y con buena condición corporal y de plumaje, sin embargo no tenemos la seguridad de que así sea.

El segundo caso en esta especie fue encontrado en el jardín frontal de una casa de la ciudad de Roanoke en Virginia. El ave estaba deprimida, casi inmóvil, el ala derecha lucía en posición anormal, fue trasladado el mismo día de su hallazgo al WCV en donde se le realizó un examen físico y clínico completo cuyos resultados arrojaron: ave no reactiva, delgada, ojos, nariz y cavidad oral normales, mucosas pálidas, deshidratada. El conteo de células sanguíneas mostró anemia aparente con leucocitosis debida a linfocitosis y azurofilos. El estudio radiográfico reveló una fractura oblicua completa de ulna derecha.

Este ejemplar fue programado para cirugía el día siguiente a su ingreso, se le administraron 50 ml. de Lactato de Ringer vía subcutánea, enrofloxacina (6.8 mg/kg vía subcutánea), ketoprofeno (2 mg/kg vía intramuscular) y butorfanol (2 mg/kg vía intramuscular). La fractura fue estabilizada con un clavo intramedular de 3/32 colocado en posición normograda; presentando dificultad para posicionarlo. Al igual que al paciente anterior se colocó un fijador externo de Kirshner y un vendaje en figura de ocho para darle mayor estabilidad al ala lastimada.

La fisioterapia comenzó solo 5 días después del procedimiento quirúrgico, consistió en movimientos de flexión y extensión; la rehabilitación física se va complementando con ejercicios de vuelo antes de liberar; dichos ejercicios consisten en dejar volar al ave pequeñas distancias en jaulas de vuelo localizadas en el bosque de la reserva. A medida que el ave va fortaleciéndose se cambia de jaula a una cada vez más grande, al mismo tiempo en que se le ofrecen presas vivas, todo se complementa con la fisioterapia manual de extensiones y flexiones que se debe realizar diariamente después de las curaciones. Es importante señalar que el ave no pasa la noche en las jaulas de vuelo, pues sus movimientos son restringidos a unos cuantos minutos a partir de la tercer semana después de la cirugía, aumentándose a 20, 40, 60 min en la

cuarta semana y después se va aumentando a 2, 4 y 6 horas hasta la reparación total de la fractura. Después de este evento la fisioterapia cobra mayor importancia, de tal manera que se dedican aproximadamente 8 horas al día hasta que los rehabilitadores, en conjunto con los médicos veterinarios, evalúan la situación de salud del ave y toman la decisión de dejarla todo el día en la jaula de vuelo.

La medicación posquirúrgica estuvo integrada por butorfanol (2 mg/kg intramuscular cada 12 horas durante 5 días), enrofloxacin (6.8 mg/kg vía oral cada 24 horas durante 9 días) y ketoprofeno (2 mg/kg vía intramuscular cada 24 horas durante 7 días). Se programó un estudio radiográfico de control para evaluar la reparación de la fractura. Finalmente en la semana número 9 del tratamiento, el paciente fué puesto en libertad en el bosque de la reserva natural Shenando en Virginia.

En lo particular estos casos fueron muy didácticos, ya que tuve la oportunidad de trabajar directamente en ellos desde el momento en que los pacientes ingresaron al centro hasta el momento en que se pusieron en libertad totalmente rehabilitados. Aunque son muy pocos los casos que desenlazan exitosamente, son ejemplo de que la medicina veterinaria y la constancia de los rehabilitadores juegan un papel importante dentro de la conservación de las especies.

Al igual que los halcones, las águilas calvas, lechuzas de campanario, búhos y algunas otras especies de halcones, son ingresadas, examinadas y rehabilitadas en este lugar. Las principales patologías de estas aves son los traumatismos producidos por el choque de ventanas, lo que nos hace reflexionar en cuanto a la modificación del hábitat que la población humana está causando en dichas especies, pensar y ponernos a trabajar en nuevas técnicas e ideas que puedan ayudar a estas especies para conservarlas. Afortunadamente en Virginia cada vez aumenta el número de personas conscientes en este tema que han formado asociaciones de ayuda comunitaria en conservación de especies y educación ambiental. Un buen número de voluntarios trabaja día a día en conjunto con

médicos veterinarios, estudiantes y biólogos con un solo objetivo que es el de conservar no solo a los animales silvestres sino a su nicho ecológico y todo lo que el conlleva.



Figura 2. Halcón cola roja (*Buteo jamaicensis*) en rehabilitación.

### **8.- Paseriformes.**

El protocolo de evaluación de estas aves es muy similar al de los rapaces. En general se realizan las mismas pruebas diagnósticas además de un examen oftalmológico, debido a la alta incidencia de conjuntivitis causada por micoplasma en esta área , que en EUA ha sido reportada como un riesgo biológico tanto para aves como para mamíferos. En EUA es muy común que los passeriformes presenten conjuntivitis causada por micoplasma. Todo passeriforme que presente conjuntivitis, por protocolo del WCV se realiza eutanasia por ser considerada un riesgo de salud pública.

Durante mi estancia se recibieron más de 100 paseriformes de diferentes especies, entre los cuales incluyeron crías abandonadas o caídas de sus nidos. En este caso se practica un examen clínico en donde se evalúa la condición de salud del ave, acto seguido se alojan en la unidad de cuidados intensivos del centro en donde los rehabilitadores se encargan de alimentarlos y cuidarlos hasta que sean capaces de comer por si mismos. Después de aproximadamente 6 semanas, estas crías son trasladadas al exterior del centro a un alojamiento más grande, en donde conviven con otras aves y aprenden a volar (la mayoría por imitación). Una vez que son capaces de sobrevivir por si solos son puestos en libertad en el bosque de Shenando.

### **9.- Reptiles.**

El WCV también recibe reptiles tales como tortugas de caja (*Coura amboinensis*), tortugas pintadas (*Chrysemis picta*), algunos lagartos (*Crocodylus acutus*). En general el protocolo de recepción a seguir es el siguiente:

- Examen físico y clínico completo.
- Búsqueda de garrapatas (*Amblyoma*)
- Examen coproparasitoscópico por flotación.
- Cultivo rectal para *Salmonella*.

Los reptiles que se encontraban hospitalizados en el WCV reciben atención especial en cuanto a la temperatura y ambientación debido a las condiciones climáticas de la zona. La mayoría de las tortugas presentan traumatismos en el caparazón y plastón producidas por podadoras de pasto y arroyamientos de vehículos. Al igual que todos los pacientes se les hace un estudio radiológico para evaluar la severidad de las lesiones, las cuales en ocasiones son reparadas utilizando pegamentos especiales a base de metilmetacrilato. La recuperación de las tortugas es muy lenta, más no imposible, por lo que todo el equipo del centro hace su mejor esfuerzo, brindando día a día atención y fisioterapia a los reptiles, especialmente a las tortugas.

## **B) Actividades realizadas en el Instituto Smithsonian Parque Zoológico Nacional de EUA en Washington DC.**

Mi estancia en este lugar se extendió durante el periodo del 1 de octubre al 5 de noviembre del 2005. Las actividades estuvieron coordinadas por el MVZ Carlos Sánchez, quien es responsable del área de cuarentena y de estancias estudiantiles en este lugar.

Durante la primera semana todas las actividades estuvieron encaminadas a una capacitación general en diferentes áreas de medicina interna dentro del hospital. En anestesiología se me enseñó a utilizar el equipo de anestesia inhalada con que cuentan en el zoológico. Se realizaron diferentes tareas que en varias ocasiones consistieron en investigaciones de temas en particular como anestesia en aves y su subsiguiente exposición en la sala de juntas del zoológico frente al equipo médico. Ellos me cuestionaban de forma didáctica acerca de los diferentes casos en los que se ocuparía anestesia inhalada en aves y mi trabajo consistía en responder esas preguntas, investigar al respecto, leer los expedientes de los pacientes a quienes hacíamos referencia y, por último diseñar un plan anestésico para el ó los pacientes de quienes estuviéramos hablando.

De esta manera y a medida de que demostrara conocimiento me irían incluyendo prácticamente en los manejos médicos de los pacientes.

Mi primer tarea fue investigar acerca de agentes de anestesia e inmovilización en grandes herbívoros. En este caso se trataba de una jirafa macho de 3 años de edad quien aparentemente presentaba un carcinoma de células basales en la base del cuerno izquierdo. Se tendría que diseñar un procedimiento quirúrgico en el que se incluiría anestesia fija y la extirpación de ese tumor. Mi trabajo

consistió en investigar como primer punto los fármacos y sus efectos que son usados como agentes anestésicos en este tipo de animales, después el de investigar acerca de carcinomas de células basales, si se había informado algún caso en jirafas y sus posibles tratamientos.

Dentro del manejo médico auxilié a la Técnica Veterinaria en la colección de muestras de sangre y al MVZ Carlos Sánchez en el monitoreo de la anestesia. Las muestras de sangre fueron colectadas de la vena yugular en tubos de 10 ml cada uno con y sin anticoagulante. El monitoreo anestésico consistió en revisar los signos vitales, como frecuencia cardiaca y respiratoria. El procedimiento duró 1 hora desde que se disparó el primer dardo hasta que el animal se puso de pie totalmente después de extirpar el tumor. Los resultados de la histopatología indicaron que se trataba de un tumor linfoide, por lo que se dio el diagnóstico de linfoma cutáneo y se dio quimioterapia por 8 días.

El día 9 después de la cirugía la jirafa amaneció presentando signología nerviosa: opistotonos, caminar en círculo y signos de dolor; el cuadro se agravó al pasar de las horas, así que se decidió realizar la eutanasia y realizar la necropsia. En esta encontramos que el tumor estaba infiltrado desde la base del cuerno izquierdo hasta la base del cráneo, justo por debajo del tallo cerebral. Desafortunadamente, mi estancia culminó antes de que se presentara el caso completo en sesión médica.

Las dosis de los fármacos y sus concentraciones utilizados para esta terapia fueron manejadas por el MVZ Carlos Sánchez y los miembros de su equipo, los estudiantes y médicos en entrenamiento no tuvimos acceso a ellas, el doctor medicaba a este ejemplar personalmente.

En cada módulo, por ejemplo: anestesia, rayos X, patología clínica, endoscopia y cuarentena se enseña de forma práctica y teórica, a través de investigaciones bibliográficas, la forma correcta de utilizar las diferentes herramientas diagnósticas en medicina de animales de zoológico.



Dentro de los casos de mayor interés destaca: una afección cutánea de un elefante hembra, la cual presentó una laceración a la altura del codo derecho, el examen clínico no es diferente al del resto de los animales: comienza observando al animal en el alojamiento. Se observa si esta comiendo o no, si orinó o no, si evacuó o no, si camina de forma habitual, después se realiza un examen clínico de cerca en donde se revisan ojos, nariz, orejas, mucosas y en el este caso fue posible palpar el miembro afectado. A la palpación presentó una zona tumefacta y caliente que durante el examen debridó. El tratamiento consistió en antiinflamatorios (desconociendo la dosis y fármaco) y antibióticos (Ceftazidina 30mg/kg cada 24 horas durante 9 días) vía intramuscular. Se colectaron 10 ml. de sangre de la vena marginal de la oreja para realizar un conteo de células sanguíneas. Al concluir mi estancia este paciente se encontraba totalmente reestablecido.

La estancia en el zoológico fue realmente muy corta pero resultó una experiencia enriquecedora. Todo el equipo veterinario estuvo siempre pendiente de mi enseñanza práctica y teórica, asistí a diferentes seminarios y sesiones médicas diariamente en donde al igual que en el WCV, tenía la responsabilidad de participar y opinar acerca de los diferentes casos médicos que en su momento estuvieron dentro del hospital.

En particular se me asignó un caso de un tucán, el cual tuve la oportunidad de revisar muy de cerca y participar en su diagnóstico y tratamiento, actualmente esta ave continúa en tratamiento. El caso será descrito en la segunda sección del presente trabajo.

## **Conclusión.**

Esta modalidad de titulación, es un conjunto de actividades que nos muestran las diferencias y similitudes en cuanto a la forma de trabajar de los médicos veterinarios dedicados a la atención de la fauna silvestre en un país desarrollado; contrario a lo que se piensa, la dedicación y esfuerzo por salvaguardar las especies silvestres en vida libre es muy similar en ambos países (México y Estados Unidos de América ), la diferencia, como lo sabemos radica en el grado de tecnificación y organización que se tiene en EUA.

Durante el desarrollo del trabajo profesional, tuve la oportunidad de realizar rotaciones por las diferentes áreas de atención médica del WCV y del NZP, en donde resalta la importancia del uso correcto de las herramientas diagnósticas en la atención primaria de los animales, para llegar a un diagnóstico oportuno y el establecimiento casi de manera inmediata del tratamiento, la meta principal es la de contribuir al mantenimiento de la salud y conservación de los animales silvestres tanto en vida libre como en cautiverio.

Aunque las culturas en ambos países son diferentes, el objetivo de salvaguardar a los animales silvestres nos une, creándonos conciencia en cuanto al trabajo en equipo y unión de esfuerzos cuya meta para los médicos veterinarios dedicados al área de medicina en animales silvestres es común, de tal forma que se pretende trabajar en conjunto para aprender y ayudarse entre si en esta noble labor sin importar nacionalidad o idioma

## SECCIÓN II. CASO CLÍNICO.

### DIABETES AVIAR SECUNDARIA A HEMOCROMATOSIS EN UN TUCÁN TOCO (*Ramphastos toco*)

#### Introducción.

Diabetes y hemocromatosis son dos enfermedades que han sido documentados en aves silvestres, pero nunca han sido asociadas. Ambas tienen predisposición genética y otros factores que aumentan su incidencia, tales como la dieta en cautiverio; estas enfermedades afectan directamente al hígado y páncreas jugando un papel importante en el metabolismo de la glucosa. El hígado es un sitio importante en cuanto a síntesis de glucógeno y hierro, es responsable de la producción de glucosa y de acelerar la gluconeogénesis durante períodos de inanición o de poco alimento. Contrario al hígado, el páncreas no funciona como un sitio de glucogénesis, ya que tiene otra función especial: secretar insulina y glucagón, que son dos enzimas esenciales en el metabolismo de los carbohidratos. Por esta razón el hígado y el páncreas juegan un papel importante en la gluconoregulación y sus patologías afectan directamente a esta importante función en las aves, y por tanto a su salud.<sup>1,2,3,4,7.</sup>

La diabetes es una enfermedad que ha sido informada en una variedad de aves incluyendo tucanes (*Ramphastos toco*), pericos (*Aratinga holochlora*), ninfas (*Nymphicus hallandicus*) y minhas (*Gracula religiosa*), cursando como una anomalía en la homeostasis de la glucosa. Los signos más comunes son polidipsia, poliuria, polifagia, glucosuria, hiperglucemia y pérdida de peso. La causa exacta de la diabetes aviar es aún desconocida, y puede presentarse espontáneamente. En aves y mamíferos el metabolismo de carbohidratos incluye secreción de insulina y glucagón, sin embargo, los islotes pancreáticos en aves tienen un alto porcentaje de células alfa secretoras de glucagón en comparación con las de los mamíferos.<sup>1,2,3,4,5.</sup>

En las pasadas tres décadas se ha incrementado la incidencia de hemocromatosis en aves en cautiverio, particularmente en especies frugívoras. Esta enfermedad tiene predisposición genética al igual que diabetes; podría ser causada por una absorción intestinal alterada, así como por factores dietarios que influyen en el metabolismo del hierro. Esta enfermedad se caracteriza por acumulación excesiva de hierro en el parénquima hepático con daño morfológico. Las aves que padecen hemocromatosis pueden morir sin presentar signos de enfermedad o bien pueden morir por falla hepática o cardíaca.<sup>4,5,6</sup>

Es claro que diabetes y hemocromatosis son dos problemas de útil importancia en el mantenimiento de una colección saludable de aves en cautiverio y que es valioso tener un entendimiento correcto acerca de sus necesidades tanto nutricionales como fisiológicas.

Este trabajo presenta una breve descripción de hemocromatosis y diabetes en aves, así como un informe de un caso de diabetes mellitus en un tucán toco (*Ramphastos toco*) mantenido en cautiverio en el Zoológico Nacional de Washington DC.



Figura 3. Tucán toco (*Ramphastos toco*) diagnosticado con diabetes.

## **Fisiología del hierro.**

Más de la mitad del hierro presente en el cuerpo de los animales se encuentra formando parte de la hemoglobina o mioglobina. Algunos mamíferos invertebrados, tienen una absorción intestinal de hierro deficiente, debido a un bloqueo en la mucosa intestinal, sin embargo, cuando existe una deficiencia de este mineral, se incrementa la absorción de hierro en el intestino y se movilizan las reservas primarias de hierro del hígado y bazo en forma de ferritina y hemosiderina, de tal manera que se realiza un reciclaje de hierro. El grupo heme-hierro es absorbido directamente por el intestino y transportado en sangre como transferrina; en muchos mamíferos y probablemente en aves, el hierro se almacena en forma de ferritina.<sup>4,7</sup>

La cantidad de hierro presente el cuerpo del paciente está regulada por la absorción intestinal y por la cantidad de este mineral disponible en la dieta. El hierro ingerido es absorbido por la mucosa intestinal y ligado a una proteína para su transporte y almacenaje en forma de ferritina; el grupo heme-hierro que es incorporado a la hemoglobina, es la forma del hierro mejor absorbida por el cuerpo del animal en comparación con el hierro inorgánico.<sup>4,5,7</sup>

## **Componentes dietarios y su interacción con otros componentes y minerales.**

Los componentes dietarios que incrementan la absorción y almacenaje del hierro son: ácido ascórbico, lactosa, fructosa y glucosa. Minerales como cobalto, zinc, cadmio, cobre y magnesio, compiten con el hierro por sitios de absorción celular. El cobre es especialmente importante, ya que una deficiencia de este mineral, desencadena la movilización de los almacenes de hierro en el hígado, movilizándolo al mismo tiempo el cobre ligado a la ceroplasmina, de tal manera que se elevan los niveles de hierro sérico. Niveles altos de magnesio, cobre, cobalto, cadmio y zinc disminuyen la absorción de hierro, explicándose lo

anterior por la competencia por receptores celulares de absorción, y evidenciándose por deficiencias nutricionales.<sup>4,5,6</sup>

El tipo de carbohidratos presentes en la dieta puede incrementar la absorción y retención de hierro. Lactosa, sucrosa y glucosa deben utilizarse en cantidades pequeñas para disminuir el efecto que tienen sobre la absorción de hierro.<sup>4,5,6,7</sup>

### **1) Hemocromatosis.**

Ha sido documentada en un gran número de animales silvestres, tanto en animales domésticos y en el hombre. Varias especies de aves son afectadas por esta condición, siendo un problema común en minas (*Gracula religiosa*), tucanes (*Ramphastos toco*) y aves del paraíso (*Paradisaea apoda*). Es definida como una patología caracterizada por una excesiva acumulación de hierro en el parénquima hepático e hígado asociada a daños morfológicos.<sup>1-9</sup>

La susceptibilidad a hemosiderosis varía considerablemente entre individuos y entre especies. Por ejemplo, las aves del paraíso son muy susceptibles a acumular hierro en el hígado, y se han informado niveles elevados de hierro hepático en polluelos de tan solo ocho semanas de nacidos, siendo las especies de aves frugívoras las que presentan mayor susceptibilidad.<sup>4,5,6,7,8,9</sup>

#### **Etiología.**

- Predisposición genética, altos niveles de hierro en la dieta y alta absorción de hierro intestinal.<sup>1,2,8,9.</sup>

Algunos estudios muestran que tanto la dieta como la fisiología pueden ser considerados como factores que contribuyen al desarrollo de hemosiderosis.<sup>4,5,6,7,8,9,19.</sup>

### **Signos clínicos.**

Los signos clínicos comunes incluyen disnea, distensión abdominal, ascitis, pérdida de peso y depresión. En los estudios radiográficos frecuentemente se observa hepatomegalia, cardiomegalia o esplenomegalia.<sup>1,2,3,4,5</sup>

Los signos clínicos asociados con cuadros crónicos son: hepatotoxicidad y necrosis hepáticas o del tracto gastrointestinal. También se puede presentar intoxicación aguda con baja presión, acidosis metabólica y falla cardíaca.<sup>1,2,3,4,5,19.</sup>

La pigmentación cutánea y asociación con diabetes, que se presenta conjuntamente con hemocromatosis humana, no ha sido reportada en animales.<sup>19</sup>

### **Diagnóstico de hemocromatosis aviar.**

Se basa en los signos clínicos, hallazgos de la bioquímica sanguínea y estudios radiográficos (hepatomegalia, cardiomegalia o esplenomegalia). También se puede realizar biopsia de hígado. La cual es considerada una prueba diagnóstica de rutina, siendo más precisa que una prueba serológica.

Es frecuente que las enzimas hepáticas aparezcan elevadas cuando existe hemocromatosis. Puede existir hipoproteïnemia y algunas otras evidencias de insuficiencia hepática. Deben de correrse pruebas específicas para medir los niveles de hierro, incluyendo la capacidad del hierro ligado (del inglés Total Iron Binding Capacity. TIBC) y niveles de transferrina sérica, así como los niveles de porcentaje de saturación de transferrina. Los rangos de valores séricos de hierro para aves varían de 24.52  $\mu\text{mol/l}$  a 31.06  $\mu\text{mol/l}$  en passeriformes silvestres y menos de 64  $\mu\text{mol/l}$  en ramphastidos.<sup>1,2,3,4.,19</sup>

Se ha reportado que las aves con sobrepeso tienen una saturación mayor de 80% en TICBC (Total Iron in Count Blood Cells) en comparación con los mamíferos. Si esta saturación esta presente aún y cuando no exista sobrepeso,

puede ser indicativo de una intoxicación por hierro, enfermedad hepática o eritropoyesis anormal.

Los niveles de hierro pueden ser cuantificados mediante biopsia utilizando métodos químicos como colorimetría, absorción atómica espectrofotométrica (AAS), rayos X, microanálisis utilizando un escaneo mediante microscopía electrónica, estimación histológica en donde se utilizan técnicas de imagen específicas para hierro. El nivel de hierro en un tucán con enfermedad hepática clínica es de 80.55  $\mu\text{mol/l}$  o más, siendo el rango de hierro sérico de un tucán toco (*Ramphastos toco*) clínicamente sano de:  $25.41 \pm 21.48 \mu\text{mol/l}$  (valores ISIS 2005). Niveles superiores a los 59.5  $\mu\text{mol/l}$  son considerados sugestivos de enfermedad hepática <sup>19</sup>

### **Tratamiento.**

La meta en el tratamiento de la hemocromatosis es normalizar el nivel total de hierro corporal en el paciente. Las opciones terapéuticas consisten en flebotomía, terapia quelante de hierro y dieta reducida en hierro. Se puede administrar oralmente: Deferiprone (Apotex<sup>e</sup> inc, Ontario, Canada), deferoxamine (DFO, desferal®, Novartis pharmaceuticals), a una dosis de 100 mg/kg cada 24 horas durante 4 meses por vía oral, o bien 100 mg/kg cada 24 horas durante 4 meses por vía subcutánea. En 2 tucanes se ha informado el uso de agentes quelantes de hierro en conjunto con flebotomía (1 ml/semana), y en estos se observó que el nivel de hierro en suero se normalizó a las 4 semanas.<sup>5,8,9,19</sup>

Se recomienda incluir evaluaciones de hierro sérico en los exámenes médicos de rutina como medida preventiva de hemocromatosis.

Se recomienda 50-65 mg/kg de hierro en la dieta de especies susceptibles como los tucanes. El total de hierro en la dieta puede ser aproximadamente de 100 mg/kg de material seco además de complementar esta con vitamina C en aves quienes estén clínicamente sanas, siempre y cuando se vigile el nivel de hierro sérico, pues se sabe que la vitamina C aumenta la absorción de hierro.<sup>2,12,13</sup>





## **Glucoregulación.**

La glucosa es para algunos tejidos la única fuente de energía, sin embargo, dichos tejidos pueden obtener glucosa mediante procesos metabólicos que tienen como base algún otro sustrato diferente a la glucosa, tales como lípidos y proteínas. Contrario a lo que se piensa, los tejidos del tipo neural como la retina y medula adrenal, requieren glucosa como único sustrato de energía para el mantenimiento de su función normal. De lo anterior resalta la importancia del mantenimiento adecuado de la gluconoregulación dentro del organismo.<sup>1,7</sup>

Existen dos órganos de singular importancia en el proceso de glucoregulación: el hígado, quien es responsable de la producción de glucógeno, además de ser el primer estadio en la distribución de nutrientes; y el páncreas quien se encarga de la secreción de insulina y glucagon, ambas hormonas actúan en conjunto con el hígado directamente en pasos de la digestión, así como en procesos metabólicos importantes para el organismo.<sup>1,7</sup>

**Hígado:** Juega un papel central en el metabolismo de los carbohidratos en las aves; los hepatocitos absorben los metabolitos del alimento recién digerido antes de que se distribuyan a cualquier otro órgano, por medio de una extensión de la vena porta. El hígado de las aves difiere del de los mamíferos, debido a que recibe una perfusión extra de vasos del sistema porta en forma de "bypass" , proveniente de la porción baja de la vena cava, de tal manera que recibe directamente los nutrientes que han sido absorbidos en el intestino. Este órgano posee un sistema completo de enzimas hepáticas que participan en procesos metabólicos como glucogénesis, glucólisis, lipogénesis, lipólisis, y síntesis de proteínas.<sup>7</sup>

Durante periodos en los cuales la alimentación es balanceada y no escasea, los nutrientes extras, son almacenados en el cuerpo de los animales, ya sea en forma de glucógeno hepático o bien lípidos, dichos nutrientes permanecen como

una reserva útil en los tiempos en que existe escasez de alimento. Tanto en aves como en mamíferos, en ayuno se han registrado niveles bajos de insulina y altos de glucagon; el paso metabólico activado por glucagon en el hígado bajo esta condición, permite producir glucosa a partir de glucógeno hepático, misma que es incorporada a la circulación sistémica y utilizada por el organismo animal para seguir cumpliendo con su función.<sup>1,7,11</sup>

**Páncreas:** La porción endocrina de este órgano, ocupa considerablemente mayor proporción en aves que la que ocupa en mamíferos; y la distribución de las células difiere, siendo las células tipo A encargadas de la síntesis de glucagon, tipo B encargadas de la síntesis de insulina, tipo D encargadas de la síntesis de somatostatina y tipo F encargadas de la síntesis de polipéptido pancreático, componentes de los islotes pancreáticos en aves, la distribución de dichas células, aparece de forma aleatoria a diferencia de la organización de las mismas en los islotes pancreáticos de los mamíferos.<sup>1,4,7,11,13</sup>

La insulina pancreática aviar funciona como un poderoso anabólico. Actúa incrementando la disponibilidad de los receptores acarreadores de glucosa en las células. En el hígado aviar, actúa incrementando la actividad de la glucoquinasa, específicamente en el paso de fosforilación de carbono número 6 en la estructura de la glucosa, de esta manera la glucosa puede ser transportada al interior de la célula, de tal forma que la insulina disminuye la glucosa libre en sangre.<sup>1,7,11</sup>

El glucagon funciona como un catabólico poderoso, es un 29-aminoácido lineal, que ejerce su acción como segundo mensajero, actúa activando una enzima llamada glucógeno fosforilasa, misma que inhibe la acción de otra enzima llamada glucógeno sintetasa en el proceso de glucogenogénesis, de tal forma que provoca que se libere glucosa al torrente sanguíneo.<sup>7</sup>

Existen algunas diferencias significativas en la secreción de los islotes pancreáticos entre aves granívoras y mamíferos; se sabe que los islotes pancreáticos de las aves granívoras tienen un porcentaje más alto de secreción de las células B, comparado con el porcentaje de secreción de los mamíferos. La secreción pancreática para dichas aves es de 50% para las células tipo A y 37% para las tipo B.<sup>1,7</sup>

## **2) Diabetes.**

Es una enfermedad común en tucanes mantenidos en cautiverio, sin embargo su etiología exacta sigue siendo desconocida. Se define como una anomalía en la homeostasis de la glucosa. Este padecimiento ha sido informado en varias especies de aves como: tucanes, ninfas, loros y rapaces.<sup>1-3,10-14.</sup>

Existe poco entendimiento acerca de la importancia relativa de insulina y glucagon en el metabolismo de la glucosa y patogénesis de diabetes mellitus en aves.<sup>11,13.</sup>

### **Etiología.**

Predisposición genética, neoplasias en islotes pancreáticos, hipotiroidismo, hiperplasia pancreática o atrofia en tucanes toco.<sup>1-3,12,13,15.</sup>

### **Signos clínicos.**

Polidipsia, poliuria, polifagia, glucosuria, hiperglucemia y pérdida de peso. En algunos casos, existen signos no específicos como depresión, letargia, vómito y anorexia.<sup>1-3,13.</sup>

### **Diagnóstico.**

Evidencia de signos clínicos persistentes: glucosuria y glucosa sérica elevada.<sup>1-3,10,11</sup> La determinación de las concentraciones de insulina y glucagon al mismo tiempo en presencia de hiperglucemia, sugieren un diagnóstico de diabetes insulino dependiente.<sup>3</sup> Puede obtenerse una curva de glucosa, consistente en la evaluación frecuente (al menos 24-72 hrs. continuas) de la concentración de

glucosa en el suero sanguíneo. En este caso se consideró que es poco práctica, ya que puede ser un procedimiento invasivo y estresante para el paciente.<sup>1,2,14.</sup>

### **Tratamiento.**

Algunos autores recomiendan:<sup>1-3,10,11,13.</sup>

a) Dietas bajas en carbohidratos. Las dietas recomendadas por autores para tucanes en cautiverio incluyen: alimento seco comercial y frutas frescas, las cuales pueden variar dependiendo de la localización geográfica y la temporada tales como melón, papaya, peras, manzanas y moras.<sup>25</sup>

b) Insulinoterapia con una dosis inicial de insulina de 0.1 a 0.2 UI/kg. con un rango de dosis de 0.067 a 3.3 U/kg por vía intramuscular cada 12 a 24 horas. Las dosis varían significativamente entre las especies de aves tratadas y entre individuos, por eso se debe ajustar la dosis para cada paciente teniendo vigilancia estricta. Es necesario que sea hospitalizado cuando se inicia con la insulinoterapia hasta que su dosis sea ajustada y su glucosa sérica se regularice.<sup>3,4,7.</sup>

Las metas a largo plazo del tratamiento de diabetes mellitus son: eliminar el peso perdido y reducir los signos clínicos del ave. Se debe tener en cuenta que puede existir hipoglucemia en las primeras fases del tratamiento, así que se deben preparar soluciones de dextrosa orales o inyectables para contrarrestar este signo.<sup>1,3,4.</sup>

Algunos tratamientos informados previamente reportados en tucanes han sido limitados a la insulinoterapia. Esta terapia esta sometida a cambios en cuanto a dosis y horarios de dosificación para cada paciente. Es frecuente que esta terapia sea efectiva en el mantenimiento de esta patología a corto plazo, pero muchos tucanes desarrollaron atrofia pancreática secundaria al tratamiento, insuficiencia pancreática y muerte. (Murphy en 1992).<sup>11,13.</sup>

Murphy J.1992 reportó un caso de diabetes en un tucán toco tratado con insulina 2 IU PZI (Protamine Zinc Insulin) como dosis total vía intramuscular cada 12 hrs.; la curva de glucosa determinó la necesidad del cambio en la dosis de insulina; se informaron signos de hipoglucemia ocurridos a las 4-6 horas posteriores de la administración de insulina. En este estudio, la insulino terapia continuó y después de 4 meses con 2 IU de insulina de acción ultracorta vía intramuscular cada 24 hrs. dicha terapia fue descontinuada, 5 meses después la curva de insulina mostró niveles normales de glucosa en sangre.<sup>13</sup>

c) Hipoglucemiantes orales. Al igual que los mamíferos diabéticos, a las aves se les debe ofrecer una dieta baja en carbohidratos y alta en fibra, ya que son factores que contribuyen al decremento de las fluctuaciones de glucosa sanguínea posprandial y disminuyen la absorción intestinal de la glucosa. Las especies granívoras como las ninfas o cacatúas responden favorablemente a las modificaciones dietarias y al uso de hipoglicemiantes orales como el glipizide (0.75 mg/kg. cada 24 horas).<sup>3,12.</sup>

Bi-guanidine metormin es usado en los tratamientos de diabetes no insulino dependientes en pacientes obesos. Este fármaco tiene efecto hipoglucemiante, y puede ser utilizado para inducir hipoglucemia.<sup>17</sup>



Figura 4. Tucán toco (*Ramphastos toco*) durante su tratamiento en el NZP.

### **Caso Clínico.**

En octubre del 2005, una hembra de 8 años de edad de Tucán toco (*Ramphastos toco*) fue reportada por los guarda animales al hospital del Zoológico Nacional de Washington. Se dijo que estaba consumiendo poco alimento, había estado letárgica y durmiendo más tiempo del acostumbrado.

### **Historia Clínica.**

Dicha ave fue adquirida por el zoológico cuando contaba con 5 meses de edad en 1997, los estudios (bioquímica sanguínea y examen coproparasitológico) que se le practicaron en su ingreso no mostraron patologías aparentes.

A su ingreso, la dieta para esta ave solo incluía croquetas para perro remojadas (marca y composición desconocida). Al ingresar al parque se le cambio la dieta por papaya y pellets para tucanes (Kaytee by tucan) <sup>1</sup>

En el expediente de este paciente aparece una nota con fecha del 2 de diciembre de 1997, en donde se sospecha de acumulación de hierro debido a la dieta que había estado consumiendo. En el 2001 se practicó un examen clínico que incluye revisión de condición corporal, palpación de la cavidad celómica, auscultación de sacos aéreos, pulmones y corazón, estudio radiográfico y examen coproparasitológico; todos excepto el último presentan aparente normalidad, dicho examen es positivo a *Capillaria*; se decide desparasitar con fenbendazol (50 mg/kg por vía oral cada 24 horas, durante 5 días) e ivermectina (0.13 mg dosis total por vía oral cada 24 horas, durante 3 días).

A partir del 2001 y hasta el 2003 solo fue desparasitada cada 6 meses aproximadamente con ivermectina y fenbendazol utilizando las mismas dosis y vías de administración que anteriormente se describieron.

En el 2004 se colecta una muestra de sangre de la vena yugular (2 ml) para practicar un hemograma, bioquímica sanguínea y sexado del paciente, los resultados arrojan que se trata de una hembra, y el resto aparece sin alteraciones aparentes.

En mayo del 2005 se realizó un hemograma en donde se observó monocitosis, dicho resultado se atribuyo a las múltiples infestaciones por parásitos que esta ave ha presentado, por lo que se decidió desparasitar una vez mas utilizando fenbendazol e ivermectina a la misma dosis y vía de administración.

---

<sup>1</sup> Kaytee by tucan. Ingredientes: Cereales, subproductos de origen vegetal, extractos de proteínas vegetales, huevos y ovoproductos, aceites y grasas, minerales, azúcares, levaduras. Análisis nutricional: Proteína 18%, Grasa 6%, Fibra 4%, Ceniza 5%, Humedad 12%. Aditivos: Vitamina A 14000 UI, Vitamina D3 1250 IE, Vitamina E 150mg, Cobre 20 MG, Hierro 120mg.



En julio del 2005 se le practicó nuevamente un examen clínico, en donde se observó excelente condición corporal y estado de plumaje, sin estereotipias aparentes; ojos, nariz y cavidad oral sin patología aparente, auscultación pulmonar y cardíaca sin anormalidad aparente; heces normales y parasitosis (*Capilla spp*) confirmada por exámen coproparasitoscópico. Se realizó un estudio radiográfico en donde no se observó nada anormal en: sacos aéreos, hígado, ventrículo y corazón. Se volvió a desparasitar utilizando el mismo fármac. (Fenbendazol 50 mg/kg por vía oral cada 24 horas por 5 días e ivermectina 0.13 mg vía subcutánea como dosis única).

En agosto se realizó una evaluación de hierro sérico en donde aparecen 37.59  $\mu\text{mol/l}$ , TIB (Total Iron Blood) 37.4  $\mu\text{mol/l}$ , con un porcentaje saturación de 95% (prueba realizada por la Universidad de Cornell). Este resultado es sugerente de hemosiderosis, pero no se confirmó hemocromatosis; por lo que se programa una biopsia hepática para confirmarlo o descartarlo por histopatología.

El albergue del ave esta adaptado a un clima húmedo tropical, mide aproximadamente 60 m<sup>2</sup>, esta cubierto por vegetación tropical (hojas elegantes y una palmera), cuenta con un estanque de agua que se limpia diariamente y es el único ejemplar de esta especie en el zoológico. Bebe y come toda su ración que esta compuesta a base de papaya, y croquetas para tucán.

El 21 de octubre del 2005, fue remitido al hospital para un examen físico y clínico.

**Examen físico y clínico:** El ave aparece alerta, en buena condición corporal y excelente plumaje, la cavidad celómica aparentemente esta normal, corazón y los pulmones auscultados en condición normal.

Se colectaron muestras de sangre de la vena yugular en 3 tubos vacutainer de 0.5 ml. cada uno, con EDTA, heparina de sodio, y sin anticoagulante, para

determinar los conteos de eritrocitos y leucocitos (hemograma) además de plasma para análisis bioquímicos. Los resultados del análisis de bioquímica mostraron un rango de glucosa de 93.51 mmol/l. (valor normal ISIS:  $17.20 \pm 3.4$  mmol/l)<sup>24</sup>, bajo rango de hematocrito 39% (valor ISIS  $49 \pm 4.75$  %)<sup>24</sup> y calcio sérico elevado en comparación con el valor normal (valor  $8.9 \pm 0.9$  mg/dl.)<sup>24</sup>. La orina apareció clara pero con niveles de  $>111$  mmol/l. de glucosa (dipstick).

Los estudios radiográficos mostraron aparente normalidad. Se le administraron líquidos por vía subcutánea (0.9% NaCl, 12 ml) y glipizide por vía oral 0.75 mg.

El conteo de células sanguíneas apareció dentro de niveles normales. La bioquímica sanguínea reveló 93.51 mmol/l. de glucosa, además se realizaron otras muestras sanguíneas para evaluar la condición del ave durante el tratamiento, los resultados se incluyen en la siguiente tabla.

### Resultados de laboratorio.

Nombre científico: *Ramphastos toco*

Hembra

Nombre común: Toco tucán

Fecha de nacimiento: 12 mayo 1997

	Valor ISIS <sup>24</sup> Referencia	Unidades	29/07/05	21/10/05	26/10/05	31/10/05
			Prediabetes	Diabetes	Diabetes.	Diabetes
WBC	$10.58 \pm 6.8$	$10^9/l$	9.0	9.8	5.3	5.2
RCB	$2.62 \pm 0.26$	$1^{12}0/l$	2.43	2.43	2.64	2.14
HTC	$.49 \pm 0.047$	Fracción de volumen	0.50	0.39	0.36	0.37
Proteína total	$38 \pm 9$	g/l	46	65	51	52
Fibrinógeno	$2 \pm 0$	g/l	3	2	1	1

MCV	182.17.11±	fl	-	160	-	-
ALKP	196±113	U/L	153	242	190	-
AST	236±92	U/L	324	319	290	236
Glucosa	17.20±3.49	mmol/l	20.70	93.51	68.15	65.76
Fósforo	1.32±0.61	mmol/l	1.16	0.93	0.93	-
Calcio	2.22±0.22	mmol/l	2.8	2.8	2.67	2.6
Albúmina	19±13	g/l	18	22	26	19
Sodio	158±9	mmol/l	154	131	137	-
Potasio	2.2±1.1	mmol/l	1.6	4.1	4.3	-
Cloro	120±7	mmol/ l	122	93	96	-
CPK	1463±1218	U/l	676	176.7	2,820	2,127
Hierro	25.41±23.09	µmol/l	-	37.59	-	-
Glucosa en orina	-	mol/l	-	≥ 111	≥ 111	≥ 111

### **Diagnóstico.**

Con base en los resultados anteriores se llegó a un diagnóstico de diabetes mellitus sospechando que tal vez sea secundaria a hemocromatosis.

### **Tratamiento.**

El plan de tratamiento inició de inmediato medicando al ave con 0.75 mg de glipizide vía oral SID/10 días, deferoxamine 50 mg vía subcutánea iniciado el día 5 del tratamiento, monitoreo diario de glucosa en orina, monitoreo de glucosa en sangre cada 4 a 5 días y dieta compuesta por papaya, sandía y manzana. Se programó flebotomía en 5 días a partir de iniciado el tratamiento (1 ml. máximo),

la sangre obtenida por flebotomía se aprovecha para monitorear los niveles de glucosa.

### **Discusión.**

Ambas enfermedades; hemocromatosis y diabetes, tienen predisposición genética y sensibilidad de especie. Además existen factores en la dieta que afectan el metabolismo de los carbohidratos y del hierro, por tanto son consideradas como dos importantes enfermedades que afectan comúnmente a las aves mantenidas en cautiverio. Existen varias opciones terapéuticas, pero antes se debe considerar el estado de salud y las necesidades de los pacientes de forma individual, para brindarles el mejor tratamiento posible. La meta es estabilizar los niveles de glucosa sérica y disminuir los niveles de hierro tisular y disminuir los signos clínicos.

El diagnóstico de diabetes mellitus se basa tanto en la signología clínica de hiperglucemia, polidipsia y glucosuria, como de las pruebas de laboratorio como hemograma y química sanguínea.

El tratamiento de diabetes en Tucán tico requiere monitoreo exhaustivo en el encierro, que incluye: la administración de drogas hipoglucemiantes y evaluación frecuente del nivel de glucosa sanguínea frecuente. Se considera que una reducción en los carbohidratos de la dieta y glipizide oral, con dosis y vía de administración ya descrita (hipoglucemiante), ayudarán a estabilizar los niveles de glucosa. Es necesario realizar más estudios y someter a un número mayor de aves a este protocolo de tratamiento, para determinar, en un futuro, con exactitud si dicho tratamiento es efectivo.

En tucanes, diabetes mellitus es una enfermedad relativamente común, se han informado tratamientos que han estado limitados al uso de insulina pero han mostrado muchas dificultades en la regulación de la dosis, frecuencia de administración y en los episodios hipoglucémicos después de la aplicación de ella.<sup>11,13</sup> Por tanto, es necesario pensar en los efectos secundarios a la

aplicación de insulina, para poder estar preparados y estabilizar los niveles de glucosa en caso de hipoglucemia debida a insulino terapia. Por esto se debe considerar un monitoreo continuo, por lo menos las primeras 24 hrs. al iniciar con insulino terapia.

La diabetes mellitus insulino dependiente ha sido asociada a la resistencia de insulina en humanos y a una secreción defectuosa de insulina: las drogas hipoglucemiantes como el glipizide incrementan la secreción de insulina ayudando a disminuir la hiperglucemia. La meta en el tratamiento de este tucán fue estabilizar los niveles de glucosa, comenzando con drogas hipoglucemiantes orales, complementando con una dieta baja en carbohidratos al mismo tiempo que se inicia con una terapia de quelación de hierro y así proporcionarle una buena calidad de vida.

La regulación de la glucosa sanguínea en aves es muy diferente a la de los mamíferos. Se sospecha que el páncreas no es el único sitio de secreción de insulina en aves.<sup>13</sup> El hígado juega un papel central en la regulación de los carbohidratos y su metabolismo en aves; existe una sistema complejo de enzimas hepáticas dedicadas a llevar a cabo el mecanismo de glucogenogénesis, síntesis protéica y lipogénesis: de tal manera que cualquier enfermedad hepática puede afectar el metabolismo de los carbohidratos

Las sulfonilureas (glipizide) actúan incrementando la secreción de insulina, sin embargo los episodios de hipoglucemia son el mayor efecto adverso del uso de este tipo de fármacos.<sup>23</sup> En este caso, la causa de diabetes es poco clara, pero conocemos que existió hemosiderosis a lo largo de la vida de esta ave, diabetes mellitus podría ser una consecuencia secundaria a esta enfermedad, pero necesitamos mas pruebas para asegurarlo. Una de las opciones que consideramos para ligar estas enfermedades fue realizar una biopsia de hígado, en donde esperaríamos que el parénquima hepático estuviese dañado, de tal forma que afectase en algún momento el metabolismo de carbohidratos; sin

embargo, y aunque algunos autores como Harisson y Altman<sup>1,2</sup> recomiendan la biopsia como procedimiento diagnóstico de rutina, se consideró que en el caso de este tucán, pudiera ser un procedimiento peligroso que podría actuar en detrimento de su salud, así que se decidió no realizarlo.

Las opciones terapéuticas para hemocromatosis consisten en flebotomías y quelación de hierro. La flebotomía ha sido empleada en varias especies de aves, existen algunas dificultades con ella, ya que es un manejo estresante para el ave. En este caso se empezó con una terapia de quelación de hierro considerando remover este mineral de los tejidos, pero quizá sea necesario comenzar con flebotomías, este manejo dependería de la respuesta del tucán ante los agentes quelantes de hierro. De inicio se consideró estabilizar los niveles de glucosa sérica y el TIBC porque el paciente necesita tener una vida agradable en cautiverio.

### **Conclusión.**

Es común encontrar tucanes toco en colecciones zoológicas de América, de tal manera que resulta muy útil tener un entendimiento de los principales padecimientos que estas especies presentan, entre los cuales destacan hemocromatosis y diabetes *mellitus*.

Al igual que los mamíferos, las aves necesitan ser alimentadas con una dieta que cubra sus requerimientos nutricionales, y de ser posible que sus componentes sean semejantes a los componentes de su dieta en vida libre; aunque la causa exacta de diabetes *mellitus* en aves aún es poco clara, se sabe que un factor desencadenante tanto para hemocromatosis como para diabetes, es la dieta mal balanceada y abundante en carbohidratos y hierro, en el caso de la segunda enfermedad; de tal manera que los médicos veterinarios deben prestar singular atención tanto en el manejo de las dietas como en cualquier signo de enfermedad, e incluso indagar bajo cualquier sospecha.

En el caso anterior se observa que desde el año en que se adquirió el ave, se sospecho de hemosiderosis y que en casi toda su historia clínica, los exámenes coproparasitoscópicos son positivos a *Capillaria spp.*, sin embargo y pese a este dato, el ave fue desparasitada en repetidas ocasiones con el mismo fármaco. De lo anterior se concluye que en ocasiones es necesario salirse de los protocolos previamente establecidos, ya que las patologías se presentan de forma diferente dependiendo de la especie de que se trate, y que todo tratamiento ya sea preventivo o paliativo, debe estar encaminado a recuperar o mantener la salud del animal; dichos tratamientos se deberán cambiar o alternar en el caso de los antiparasitarios, dependiendo de la evolución del padecimiento en el paciente.

Se hace especial énfasis en que en los exámenes rutinarios, se deben agotar las herramientas diagnósticas, con el fin de establecer lo más rápido posible (en los casos en que sea requerido) el o los tratamientos adecuados para el animal, ya sea para mantener la salud de las aves en cautiverio o bien para recuperarla.

El buen seguimiento de un expediente clínico es de vital importancia en la toma de decisiones en cuanto a tratamientos, ya que en dicho documento se encuentran datos que nos ayudan a enfocarnos en el diagnóstico y tratamiento.

## REFERENCIAS.

1. Harrison and Harrison. Avian medicine principles an application. 1994; Wingers publishing. EUA: 603-605
2. Rupley. Manual of avian practice. 1997. Saunders: 297-298
3. Altman R.B, Clubbs. L, Dorrestein G.M, Quesenberry K. 1997.Avian Medicine and surgery; Saunders EUA:482-488
4. Sheppard C, Dierfel E. Iron storage disease in birds; speculation on etiology and implications for captive husbandry.2005. Journal of avian medicine and surgery;16(3) :192-197
5. Whiteside, d. Barker I., Meheren K., Conlon P., Jacobs R. Evaluation of the oral iron chelator deferiprone for the treatment of iron overload in avian species. 2001. Proceedings AAZV, ARAV, AAWV joint conference: 215-219.
6. Crissey S.D, Block M.S, McGim. Effect of dietary iron on the accumulation of iron in the liver of European starlings.1993; Proceedings American association of zoo veterinarians:358-362.
7. Sturkies. Avian Physiology.5<sup>th</sup> edition.2000; Academic Press. USA :539-555.
8. Cornelissen H, Ducatelle R, Roels S. Successful treatment of a channel-billed toucan (*Ramphastos vitellinus*) with iron storage disease by chelation therapy; sequential monitoring of the iron content of the liver during the treatment period by quantitative chemical and image analyses. J avian Med Surg.1995;9(2):131-137
9. Drews A.V, Patterson K. Succesful reduction hepatocellular hemosiderin content by dietary modification in Toco Toucans (*Rhamphastos toco*) with iron-storage disease. Journal Avian Medicine surgery. 2004;18:101-105
10. Samour J. Avian Medicine.Mosby.2000;China.28-35
11. Candeletta S, Homer B, Gamer M, Isaza R. Diabetes mellitus associated with chronic lymphocytic pancreatitis in an African gray parrot(*Psittacus erithacus erithacus*).Journal Assoc avian Vet. 1993;7(1):39.
12. Pollock C, Pledger T, Renner M. Diabetes mellitus in avian species. Proc Assoc Avian Vet. 2001;0(0):151-151



13. Murphy J. Diabetes in toucans. Proc Assoc Avian Vet: 1992;165-170.
14. Connally E. Critical care monitoring considerations for the diabetic patient. Clin Tech Small Anim Pract. 2002;17(2):73-78
15. Schidt R., Reavill D and Phalen D. Pathology of pet and aviary birds.2003. Iowa State press;2003: 128-129
16. Hanninen a, Hamilton E, Kurts C. Development of a new strategies to prevent type 1 diabetes: the role of animals models. Taylor and Francis Publisher;2003:546-563
17. Growth biology laboratory, USDA-ARS. Hypoglycemia and reduced feed intake in broiler chickens treated with metformin. Poult Sci.;2003 Jan:106-110.
18. Jeffrey R. Jenkins R. Avian metabolic chemistries.1994. Sem Avian Exot.1994;3(1):25-32
19. Gary E. Duke. Raptor physiology en Fowler, Miller. Zoo and wild animal medicine. Current therapy 4.1999. Morris animal foundation. USA:260-268.
20. Sanchez C., Murray S and Montali R. Use of desferoxamina and S-adenosylmethionine to treat hemochromatosis in a red ruffed lemur (*Varecia variegata ruber*).Comparative Medicine.2004;54(2):100-103
21. Putnam W, Adersen D and Jones S. Selective potentiation of insulin-mediated glucose disposal in normal dogs by the sulfonylurea glipizide. the American Society for Clinical Investigation.1981; 67:1016-1023.
22. Bradley F, Hillgarter and Charron. Glucose stimulates transcription of fatty acid synthase and malic enzyme in avian hepatocytes. J Physiol Endocrinol Metab. 1998; 274(3):493-501
23. Aldhahi W, Armstrong J, Bouche C, Carr R, Mosses A and Goldfine a.  $\beta$  Cell insulin secretory response to oral hypoglycemic agents its blunted in humans in vivo during moderate hypoglycemia. The journal of clinical Endocrinology and Metabolism.2004;89(9):4553-4557
24. ISIS. Physiological reference values. American Units. 2003.
25. Worell B. Amy. Ramphastids. In: Avian Medicine. British BH.2000: 296-311.