

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGIA



PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: Billy Alquijay  
Supervisor de Zoológico Nacional La Aurora: Miguel Orellana

Guatemala 19 de enero de 2016



# Índice

Resumen: Docencia y Servicio .....	1
Actividades realizadas .....	3
Actividades de Servicio (Horas preestablecidas) .....	3
Colección de semillas INDEX SEMINUM, JARDIN BOTANICO, CECON.....	3
Colección de vertebrados –MUSHNAT. ....	3
Actividades de servicio – Zoológico La Aurora (Departamento Educativo) 4	
Dieta a Jirafas .....	4
Actividades de servicio – Zoológico La Auora (Departamento Técnico) ...	5
Condicionamiento .....	5
Enriquecimiento .....	6
Asistencia en Hospital y Pediatría .....	6
Actividades de Docencia – Zoológico la Aurora .....	7
Charlas temáticas.....	7
Recorridos guiados (Públicos y VIP): .....	7
Actividades no planificadas .....	8
Curso de Sistemática de Pinophyta y Antophyta. ....	8
Realización de recorrido guiado en Jardín Botánico .....	8
CONMEMORACION DEL NATALICIO DEL CELEBRE NATURALISTA CHARLES DARWIN .....	9
LINEA BASE, DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA ESTRETEGIA DE MONITOREO DE ESPECIES INDICADORAS Y PROGRAMA DE CAPACITACION PARA IMPLEMENTAR LOS MONITOREOS EN AREAS PILOTO .....	9
CAPACITACION DE VOLUNTARIOS: ANFIBIOS Y REPTILES .....	10
Reunión CONAP para la reestructuración del plan de manejo de colecciones vivas.....	11
Asistencia a estudiante de Doctorado UEAM .....	11
Curso de Voluntariado WCS.....	12
Resumen de las actividades planificadas .....	14
Cuadro No. 1. Actividades realizadas y horas invertidas .....	14
Cuadro No. 2. Resumen de horas de servicio y Docencia .....	17
Bibliografía .....	17

Anexos.....	18
Horas preestablecidas (Jardín Botánico y MUSHNAT) .....	18
Servicio: Asistencia en Hospital, Pediatría, Enriquecimiento y Condicionamiento .....	19
Curso de Voluntariado WCS.....	23

## Resumen: Docencia y Servicio

El subprograma de Experiencias Docentes con la Comunidad –EDC- de Biología se encuentra compuesto por tres etapas donde se ponen en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de los cursos del plan de estudios de la carrera de Biología. Las dos primeras etapas constituyen las prácticas de EDC (Practica Preliminar de Experiencia Docente con la comunidad -Pre-EDC- y EDC). La tercera etapa constituye la práctica de EPS (Ejercicio Profesional Supervisado)(Alquijay, Enríquez, & Armas, 2013).

La Práctica de Experiencia Docente con la Comunidad-EDC- es la segunda experiencia del ejercicio de la profesión que realizan los estudiantes de Biología, donde esta se enfoca principalmente en actividades de servicio a la comunidad, docencia e investigación y se divide en dos etapas de seis meses cada una. Para ellos se encuentra subdividida en tres fases, las que a su vez se componen de procesos: La fase I de Planificación, la fase II de Ejecución y la fase III de investigación. La fase II es donde se ejecutan las actividades previamente planificadas en los procesos de la fase I. Esto implica efectuar actividades de servicio, docencia e investigación donde se incluyen salidas de campo o trabajo de laboratorio; así también se incluyen las horas preestablecidas en colecciones científicas zoológicas y botánicas. En esta fase se incluyen procesos de avance o informes bimensuales con los que se evidencia el avance de la práctica(Alquijay & Enríquez, 2014).

En la realización del primer bimestre de la fase II se asignaron dos unidades a cargo de colecciones científicas. Para la realización de servicio en colecciones botánicas se asignó la colección de semillas del INDEX SEMINUM en el Jardín Botánico del CECON en la cual se realizaron procesos de curación, mantenimiento y preparación de medios para pruebas de germinación; y como actividad no planificada apoyo con grupo de visitantes del Jardín Botánico. Para el servicio en colecciones zoológicas fue asignada la colección de mamíferos del Museo de Historia Natural de la USAC –MUSHNAT. En ella se realizaron procesos de curación y ordenamiento de las colecciones científicas de referencia de mamíferos.

En la realización del segundo y tercer bimestre de la fase II se realizaron actividades previamente establecidas en el plan de trabajo. La unidad de práctica seleccionada fue el Zoológico La Aurora, Departamento Educativo y Técnico. Las actividades de docencia impartida realizadas fueron recorridos VIP y Guiados al público, preparación de charla temática y apoyo en charla impartida. Para las actividades de servicio las actividades realizadas en el departamento Técnico fueron la asistencia en hospital y pediatría, asistencia a estudiante de doctorado de la UAEM, Condicionamiento, Enriquecimiento y la realización de etogramas. Así también se realizaron actividades no planeadas como apoyo a educativo y encuentros salvajes. Dentro de este mismo periodo se tuvo la oportunidad de asistir a varias actividades fuera de la institución que fungieron como docencia (tanto recibida como impartida) y servicio, con lo cual se concluyó el tiempo asignado para dichas actividades.

Mas a allá de brindar tiempo a la comunidad en retribución como servicio y docencia, el plan de EDC ha sido de gran ayuda para el desarrollo integral y laboral. He aprendido a trabajar en equipo y a reconocer la importancia de cada miembro. También he valorado el tiempo que he invertido, ya que no es fácil tener doble jornada todos los días. Tal y como lo dice el nombre del programa “Experiencias Docentes con la Comunidad”, la experiencia tanto de docencia como laboral (servicio) la he disfrutado sabiendo que de alguna manera he logrado absorber y transmitir conocimiento que en algún momento podrán ser de utilidad para mejorar la sociedad, para crecer y para ejercer como profesional.

## Actividades realizadas

Las actividades realizadas durante el periodo de Enero-Noviembre del 2015 son enlistadas en los incisos siguientes.

### Actividades de Servicio (Horas preestablecidas)

#### Colección de semillas INDEX SEMINUM, JARDIN BOTANICO, CECON.

- A) **Objetivos:** Brindar servicio y obtención de conocimiento acerca de cómo manejar, ordenar y mantener colecciones científicas de semillas.
- B) **Descripción y procedimiento:** Durante el periodo de realización, 2 semanas (3-14 de febrero, 2015), se dio mantenimiento a las semillas de la colección del INDEX SEMINUM. Las semillas eran colocadas en cajas elaboradas con papel bond y se les agregaba, con ayuda de un atomizador, alcohol al 70% para eliminar partículas de moho y bacterias que estuvieran perjudicándolas. Todas eran identificadas con el número de frasco y letra de gaveta. Luego eran reintroducidas en el frasco original, también esterilizado con alcohol, y eran colocadas en sus gavetas correspondientes.
- C) **Resultados obtenidos:** se lograron curar la mayoría de las semillas de un estante de la colección (aproximadamente, más de 200 frascos), así también se logró identificar algunas determinaciones taxonómicas erróneas.
- D) **Objetivos alcanzados durante el presente periodo:** se logro brindar 40 horas de servicio a la colección científica de semillas del INDEX SEMINUM, así también se logro aprender el proceso de mantenimiento y manejo de dicha colección, la importancia de tener una colección de semillas para investigaciones y consultas científicas.
- E) **Limitaciones o dificultades:** de parte de la institución, cuentan con un espacio muy pequeño e insumos insuficientes para mantener la colección. Además cuentan con instalaciones, a mi parecer, un poco complicadas de mantener ya que se encuentran muy propensas a la humedad y por ende la contaminación de los especímenes depositados.

#### Colección de vertebrados –MUSHNAT.

- A) **Objetivos:** Brindar servicio y obtención de conocimiento acerca de cómo manejar, ordenar y mantener colecciones científicas de vertebrados.
- B) **Descripción y procedimiento:** Durante el periodo de realización se logró dar mantenimiento a los especímenes dentro de la colección

de vertebrados. Así también se lograron organizar los estantes de cuarentena de los organismos que se encuentran a punto de ingresar a los estantes de colecciones. Se pudieron realizar varios ingresos y limpieza de esqueletos principalmente roedores y quirópteros, así también se le dio mantenimiento al dermestario, donde son introducidos los cuerpos de los especímenes para que los escarabajos (derméstidos) los “limpien”.

- C) Resultados obtenidos: se logró dar mantenimiento a los especímenes en cuarentena; se logró limpiar, etiquetar e ingresar más de 50 cráneos/esqueletos de roedores y quirópteros en la colección; se aprendió a manejar la base de datos de SPECIFY que utiliza la colección, se lograron reubicar especímenes que se encontraban fuera de su gabinete; se pudieron reproducir abundantemente los derméstidos como resultado del mantenimiento del dermestario.
- D) Objetivos alcanzados durante el presente periodo: se concluyeron las 40 horas preestablecidas para el mantenimiento, ordenación y seguimiento de la colección de vertebrados.
- E) Limitaciones o dificultades: La colección necesita de mucho trabajo ya que existen demasiados especímenes que no se han trabajado y no se han ingresado a la colección. Debería haber un proceso donde obligue a los investigadores a entregar los especímenes de una manera determinada ya curada para poder agilizar el proceso y descentralizar el trabajo, para así lograr obtener mejores resultados en la colección de vertebrado, aunque puede ser aplicado para todas las colecciones presentes en el museo.

#### Actividades de servicio – Zoológico La Aurora (Departamento Educativo) Dieta a Jirafas

- A) Objetivo: brindar apoyo con la venta de dieta a jirafas con una explicación adicional de la anatomía, ecología y aspectos importantes de las jirafas.
- B) Descripción y procedimiento: se venden a las personas visitantes del parque dietas por el valor de 10 Q. Las personas suben a una plataforma donde pueden alimentar a las dos jirafas presentes en el parque. Durante la entrega de dietas se mencionan aspectos anatómicos, ecológicos y otros aspectos importantes e interesantes de los organismos.
- C) Resultados esperados: es una actividad en la cual se puede interactuar directamente con las personas y los animales, el objetivo de la misma es poder conocer mas de cerca a los animales y lograr concientizar de alguna manera a las personas,



que los animales silvestres deben permanecer en su hábitat y que estos presentan adaptaciones para poder sobrevivir en su entorno.

- D) Objetivos alcanzados durante el presente periodo: se lograron vender varias dietas y se logró dar una explicación aun más profunda y exacta de lo normal.
- E) Limitaciones o dificultades: aunque el objetivo es muy bueno, realmente la actividad se realiza para recaudar más fondos para el zoológico. En mi opinión la actividad únicamente crea más atracción hacia tener animales y una mentalidad de que se puede tener una interacción más directa con los animales sin sufrir algún daño.

## Actividades de servicio – Zoológico La Auora (Departamento Técnico)

### Condicionamiento

- A) Objetivos: lograr condicionar (acostumbrar/entrenar) a los animales para que cuando se necesite realizar un chequeo médico este sea de manera más eficaz, segura y efectiva.
- B) Descripción y procedimiento: en esta actividad se realizan observaciones de los animales en la recuperación luego de los efectos sedantes, se apoya con la manipulación y cuidado de los animales cuando están siendo chequeados por el veterinario. También se realizan entrenamiento de los animales mediante estímulos para que realicen actividades que favorezcan a su chequeo veterinario mediante la utilización de un *target* (blanco) y un clicker, el cual se supone que al relacionar el *target* y el sonido en conjunto puedan estos reaccionar frente a ellos de una manera específica, siempre recibiendo un incentivo alimenticio como premio.
- C) Resultados esperados: lograr, de alguna manera, el control de los animales y evitar daños físicos o psicológicos. Acostumbrar a los animales a procedimientos veterinarios para hacer más fácil su chequeo (ver anexos).
- D) Objetivos alcanzados durante el presente periodo: se logró condicionar a los tapires, camellos, leones, tigres.
- E) Limitaciones o dificultades: la seguridad para la persona que imparte el acondicionamiento no es total, ya que la reacción de los animales no siempre puede ser prevista.

## Enriquecimiento

- A) **Objetivo:** realizar actividades que mantengan el instinto animal activo y más natural.
- B) **Descripción y procedimiento:** consiste en la realización de actividades no cotidianas con los animales como por ejemplo la introducción de piñatas al recinto con alimento u olores, incorporación de atractivos visuales, de olor de textura etc. que normalmente se encontrarían en su hábitat natural, para mantener al animal curioso y activo.
- C) **Resultados esperados:** mantener al animal activo y con su instinto natural más vivo (ver anexos).
- D) **Objetivos alcanzados durante el presente periodo:** se lograron realizar actividades de enriquecimiento para pizotes, monos capuchinos, leones, jaguares, pumas, ocelotes, guacamayas, otras aves (recinto de aves), mapaches, zorro gris, perico ligero, leopardos, osos, jaguarondis, micoleones, entre otros.
- E) **Limitaciones o dificultades:** el material que debe utilizarse debe asegurarse de no ser tóxico ni de causarle algún daño físico a los animales. Al momento de la colocación del material debe tenerse sumo cuidado para no ser atacado por el animal, o de no estar en contacto directo con los mismos, para evitar el estrés para ellos y permanecer en los límites de bioseguridad.

## Asistencia en Hospital y Pediatría

- A) **Objetivo:** brindar apoyo en procesos de sedación, curación, medición, limpieza, etc. en el hospital veterinario, área de cuarentena y pediatría del Zoológico La Aurora.
- B) **Descripción y procedimiento:** las actividades consisten en realizar chequeos de los animales cuando son programadas, atención a emergencias, cuidado de animales recién nacidos y juveniles, observación pre- y post-sedación, aplicación de medicamento en heridas, asistencia en el quirófano, rayos X, realización de necropsias, titulación de muestras para análisis, entre otras.
- C) **Resultados esperados:** maximizar el tiempo de realización de las actividades brindando apoyo efectivo a los veterinarios y ayudantes dentro de las actividades del hospital, cuarentena y pediatría.
- D) **Objetivos alcanzados durante el presente periodo:** se logró apoyar en varios procesos veterinarios con coyotes, caimanes, jaguares, osos, monos araña, aves, entre otros. Esta actividad se realizó varias veces en conjunto con el condicionamiento para camellos, tapires y burros.

También se logró cuidar a las dos pacientes de pediatría (osezno y mono araña) que habían sufrido ya sea de separación o rechazo por la madre.

- E) Limitaciones o dificultades: debido a que la carrera de biología no tienen orientación en cuanto a la materia médica de los animales no se puede ayudar en procesos médicos como tal. El cuidado que debe darse a los animales no es tan delicado pero se debe tener sumo cuidado para no contaminar y contaminarse. La impronta que se causa a las crías rechazadas o separadas es irreversible y muy dañina psicológicamente pero es un proceso necesario que debe realizarse.

## Actividades de Docencia – Zoológico la Aurora

### Charlas temáticas.

- A) Objetivo: Realizar charlas para grupos de personas y/o apoyar en su realización.
- B) Descripción y procedimiento: Al Departamento Educativo se le solicita regularmente charlas educativas dirigidas a estudiantes y otros grupos de visitantes al Zoológico. En estas actividades los estudiantes exponen o auxilian al expositor haciendo usos de material didáctico, animales y audiovisuales.
- C) Resultados esperados: que los estudiantes puedan fungir como colaboradores y en algunos casos como expositores de dichas charlas. Además puedan participar en la preparación logística y didáctica de las charlas impartidas
- D) Objetivos alcanzados durante el presente periodo: se logró realizar una presentación para la explicación de todos los taxones (Clases) de vertebrados y sus características particulares. Ver siguiente vínculo para la presentación elaborada: [http://prezi.com/aovxrakig0ym/?utm\\_campaign=share&utm\\_medium=copy&rc=ex0share](http://prezi.com/aovxrakig0ym/?utm_campaign=share&utm_medium=copy&rc=ex0share).
- E) Limitaciones o dificultades: el tiempo que toma y la orientación para el público en general debe tenerse en cuenta.

### Recorridos guiados (Públicos y VIP):

- A) Objetivo: Impartir recorridos guiados a los visitantes del zoológico ya sea de manera pública o privada con privilegios.
- B) Descripción y procedimiento: Se realiza un recorrido por el parque resaltando datos, nombres e historia que involucren al recito o al animal dentro. En el caso de recorridos VIP se entregan dietas a

guacamayas, jirafas, elefante, llama y emús; además se realiza un recorrido en la parte de atrás de los recintos teniendo una cercanía mayor a los animales.

- C) Resultados esperados: informar de manera más completa y directa a las personas que visitan al zoológico y de esta manera influenciar más en ellos.
- D) Objetivos alcanzados durante el presente periodo: se lograron realizar 7 recorridos VIP y un recorrido guiado.
- E) Limitaciones o dificultades: el interés de las personas y el grado de entendimiento de las personas no siempre es el mismo por lo que debe prepararse para cualquier grado.

## Actividades no planificadas

### Curso de Sistemática de Pinophyta y Antophyta.

- A) Objetivo: recibir el curso de Formación Profesional de sistemática para lograr entender la relación evolutiva y su clasificación, haciendo énfasis en los aspectos morfológicos-funcionales de las plantas.
- B) Descripción y procedimiento: El curso es impartido en el anexo del Herbario BIGU de la Escuela de Biología en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, los días viernes de 9:30 a 13:30 hrs. Durante la cátedra/laboratorio se cuenta con una explicación impartida por el Ingeniero Mario Veliz, siempre con la participación y aporte de todos los estudiantes bachilleres, licenciados, magísters y doctores presentes.
- C) Resultados esperados: lograr comprender la relación evolutiva existente entre las plantas y su clasificación; así también la terminología correcta para comprender y poder redactar descriptores botánicos, para luego poder reconocer las plantas en el campo.
- D) Objetivos alcanzados durante el presente periodo: aunque no se pudo concluir el curso total, se logró tener un entendimiento de las características morfológicas de manera evolutiva y como estas pueden favorecer durante el proceso ecológico y evolutivo.
- E) Limitaciones o dificultades: el tiempo de dedicación demanda más del que en realidad se le puede aplicar.

### Realización de recorrido guiado en Jardín Botánico

- A) Objetivos: brindar información de interés grupal acerca de plantas presentes en Guatemala, presentes en el Jardín Botánico.

- B) Descripción y procedimiento: se realizó un recorrido guiado a niños integrantes del grupo de Scouts. Se impartieron varios datos acerca del Jardín Botánico y las colecciones científicas a cargo del mismo.
- C) Resultados: se logró instruir a los niños acerca de plantas útiles en el campo. También se logró informar acerca de la importancia del Jardín Botánico y sus colecciones.
- D) Objetivos alcanzados durante el presente periodo: se logró impartir docencia y servicio hacia los visitantes del Jardín Botánico.
- E) Limitaciones o dificultades: ninguna.

#### CONMEMORACION DEL NATALICIO DEL CELEBRE NATURALISTA CHARLES DARWIN

- F) Objetivo: Dar a conocer y compartir, de parte de los expositores, acerca de una parte de la vida de Darwin en relación con los escarabajos, helechos y angiospermas y co- evolución entre abejas y plantas.
- G) Descripción y procedimiento: durante la actividad los expositores, Enio Cano, Jorge Jiménez y Eunice Enríquez; dieron a conocer acerca de aspectos de la vida de C. Darwin relacionados cada uno con un tema en particular (Pasión por los escarabajos, origen de los helechos y angiospermas y co- evolución entre abejas y plantas, respectivamente). La actividad fue llevada a cabo justo en el día del Natalicio de C. Darwin, 12 de febrero de 2015.
- H) Resultados: se lograron obtener datos curiosos y puntuales acerca de distintos grupos taxonómicos y su relación con la vida y estudio de Darwin.
- I) Objetivos alcanzados durante el presente periodo: se lograron realizar horas adicionales de Docencia (recibida).
- J) Limitaciones o dificultades presentadas: el tiempo empleado se encontraba justo en el límite del inicio de actividades académicas y justo luego de la segunda reunión de EDC.

#### LINEA BASE, DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA ESTRATEGIA DE MONITOREO DE ESPECIES INDICADORAS Y PROGRAMA DE CAPACITACION PARA IMPLEMENTAR LOS MONITOREOS EN AREAS PILOTO

- A) Objetivo: recibir capacitación en técnicas de muestreo de mamíferos menores, preparación de pieles y preparación de tejidos.
- B) Descripción y procedimiento: La actividad se llevó a cabo en la semana del 16-21 de febrero del 2015. En ella se instalaron 130

trampas (50 tipo Sherman, 50 Pitfall y 30 de golpe) para el muestreo de mamíferos pequeños (roedores y musarañas). Se revisaron periódicamente todos los días obteniendo y trasladando al área de trabajo los especímenes colectados para ser preparadas sus pieles y obtener las muestras necesarias de tejidos. Así también se instalaron 4 redes de niebla para muestreo de murciélagos. También se registraron rastros, huellas y excretas de mamíferos. Aunque no fue parte inicial del protocolo como docencia, se adquirió conocimiento acerca del muestreo de ADN de anfibios y reptiles.

- C) Resultados: se logro adquirir habilidad para muestrear mamíferos menores, preparación de pieles y tejidos.
- D) Objetivos alcanzados durante el presente periodo: se logro adquirir habilidad para muestrear mamíferos menores, preparación de pieles y tejidos como horas adicionales de Docencia (recibida).
- E) Limitaciones o dificultades presentadas: el tiempo de realización de la gira de campo se encontraba dentro de las horas de cursos universitarios, sin embargo se encontró solución para todos los cursos y comprensión de parte de los catedráticos.

#### CAPACITACION DE VOLUNTARIOS: ANFIBIOS Y REPTILES

- A) Objetivo: de parte del museo, brindar información pertinente y necesaria a los voluntarios para fortalecerlos y prepararlos para dar recorridos a los visitantes del museo.
- B) Descripción y procedimiento: durante la realización de la actividad, la cual se lleva a cabo todos los lunes, se dan datos de taxonomía, comportamiento, distribución y datos adicionales de los grupos taxonómicos presentes en el MUSHNAT con el objetivo de preparar los voluntarios al momento de realizar recorridos con los visitantes.
- C) Resultados: se logró obtener información adicional a la adquirida durante el tiempo de carrera, acerca de los taxones de anfibios y reptiles, así también la percepción general de la población hacia dichos grupos taxonómicos.
- D) Objetivos alcanzados durante el presente periodo: se lograron adquirir datos adicionales como parte de horas adicionales de Docencia (recibida)
- E) Limitaciones o dificultades presentadas: las horas invertidas en la charla recibida se encontraban dentro de las horas de servicio hacia las colecciones zoológicas de vertebrados del MUSHNAT.

## Reunión CONAP para la reestructuración del plan de manejo de colecciones vivas

- A) Objetivo: recibir información acerca de cómo se realiza un plan de manejo de colecciones vivas. Aportar ideas para su estructuración.
- B) Descripción y procedimiento: La reunión fue realizada en la casa del Té del Zoológico La Aurora, donde asistieron entidades de distintas instituciones como el auto safari chapín, el zoológico y CONAP, entre otras. En ella se llevó a cabo la reestructuración del plan de manejo de colecciones vivas.
- C) Resultados esperados: es un poco confuso como la información es moldeada para la conveniencia de las entidades mayores y como también las entidades responsables (CONAP) no se hacen presentes de manera autoritaria enviando trabajadores no expertos en el tema.
- D) Objetivos alcanzados durante el presente periodo: se logró exponer algunas inquietudes acerca de la estructuración del plan, además se logró brindar ideas para la elaboración del mismo.
- E) Limitaciones o dificultades presentadas: las ideas nuevas no siempre son tomadas en cuenta ya que muchas cosas en este país se diseñan a conveniencia, este no es la excepción.

## Asistencia a estudiante de Doctorado UEAM

- A) Objetivos: brindar apoyo en la realización de modelo experimental para el fototrampeo del perico ligero (*Bradypridactylus*).
- B) Descripción y procedimiento: El apoyo brindado al estudiante de doctorado consistió en acompañarlo en la colocación de su modelo experimental para el fototrampeo del perico ligero. Para ello se asistió en el momento del ensamble del modelo y la colocación y programación de las cámaras trampa dentro del recinto de los dos pericos ligeros que se encuentran en el parque.
- C) Resultados esperados: brindar apoyo y facilitar el trabajo del estudiante. Aprovechar al máximo la información y técnicas empleadas.
- D) Objetivos alcanzados durante el presente periodo: se pudo brindar apoyo diario al estudiante de doctorado, además se pudo aprender acerca de algunos procesos y actualización en el tema de monitoreo e investigaciones con metodologías semi y no-invasivas.
- E) Limitaciones o dificultades presentadas: ninguna.

## Curso de Voluntariado WCS.

- A) Objetivo: Aprender a monitorear los nidos, pichones y adultos de guacamayas rojas en la Laguna el Perú, Parque Nacional Laguna el Tigre -PNLT.

(También aprender a monitorear tortuga blanca)

- B) Descripción y procedimiento: El procedimiento consistió en 15 días de aprendizaje de cómo monitorear, como incorporar microchip, anillo y como realizar mediciones morfológicas para lograr el adecuado monitoreo de guacamayas rojas y escaladas de árboles.

En los primeros 5 días se acompañó a los guardarecursos a todos los árboles en los cuales se encontraban los nidos (naturales, potenciales y artificiales) y se tomaron datos morfológicos e incorporaron microchips hipodérmicos a los pichones. Así también se tomaron muestras de plumones para análisis molecular. Para realizar todos los procedimientos se caminaban los transeptos de aproximadamente 3km.

Para lograr aprender a escalar arboles para llegar hasta el nido de las aves, se recibieron indicaciones e instrucciones por parte de los guardarecursos. Las prácticas se realizaron en el campamento para evitar estresar a los animales y evitar un accidente.

(Para el aprendizaje de monitoreo de tortuga blanca se realizaron capturas por medio de trasmallo. Una vez capturadas se realizaron medidas morfológicas como largo y ancho de caparazón, de plastrón, puentes laterales, largos y anchos de cabeza, sexo, etc.)

- C) Resultados obtenidos: Se logró aprender el proceso completo de cómo marcar por medio de microchip y anillaje, así también la toma de muestras de plumones para análisis de ADN y los datos morfológicos que deben tomarse (largo y ancho de pico, . Se logró aprender a escalar árboles, más no se logró hacer un escalado hasta el nido ya que se encontraba muy por encima de la máxima capacidad de mi escalado.

(En cuanto al monitoreo de tortuga blanca se logró aprender a realizar de manera segura para ambas partes las medidas morfológicas de los individuos y como palpar la existencia de huevos)

- D) Objetivos alcanzados durante el presente periodo: se pudo brindar exitosamente apoyo en todas las actividades planeadas



por WCS. Además pude completar las horas de servicio y docencia con este curso, e inclusive se sobrepasaron.

- E) Limitaciones o dificultades presentadas: la experiencia de las personas que trabajan en los planes de WCS no precisamente cuentan con los datos biológicos contundentes que podrían ayudar a realizar un mejor trabajo.

## Resumen de las actividades planificadas

En el siguiente cuadro se representan todas las actividades a realizadas y la cantidad de horas invertidas.

Cuadro No. 1. Actividades realizadas y horas invertidas

No.	PROGRAMA	ACTIVIDAD	CALENDARIZACIÓN	HORAS DE EDC	
				SERVICIO	DOCENCIA
1	SERVICIO DE HORAS PREESTABLECIDAS	Servicio preestablecido Colecciones botánicas –Index Seminum.	Febrero (3-13)	40	
2	SERVICIO DE HORAS PREESTABLECIDAS	Servicio preestablecido Colecciones zoológicas –MUSHNAT.	Febrero (23-28)	40	
3	DOCENCIA R.	CONMEMORACION DEL NATALICIO DEL CELEBRE NATURALISTA CHARLES DARWIN	12/02/2015		2
4	DOCENCIA R.	LINEA BASE, DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA ESTRETEGIA DE MONITOREO DE ESPECIES INDICADORAS Y PROGRAMA DE CAPACITACION PARA IMPLEMENTAR LOS MONITOREOS EN AREAS PILOTO	16-21/2/2015	32	32
5	DOCENCIA R.	CAPACITACION DE VOLUNTARIOS: ANFIBIOS Y REPTILES	23/02/2015		2
6	SERVICIO	Recorrido VIP 28 niños	02/03/2015	3	
7	DOCENCIA I.				2
8	SERVICIO	Enriquecimiento	03/03/2015	2	
9	SERVICIO	Asistencia en Hospital		3	
10	SERVICIO	Preparación de Enriquecimiento, Acondicionamiento, Etograma	04/03/2015	4	
11	DOCENCIA R.			1	
12	SERVICIO	REUNION EDC	05/03/2015	2	
13	DOCENCIA I.				2
14	DOCENCIA R.	Curso de Sistemática de Pinophyta y Antophyta	06/03/2015		5
15	DOCENCIA R.	Reunion CONAP para la reestructuración del plan de manejo de colecciones vivas	09/03/2015		4

16	DOCENCIA	Recorrido VIP 6 personas	10/03/2015		2
17	SERVICIO	Asistencia en Pediatría		1,5	
18	SERVICIO	Asistencia en Hospital		0,5	
19	SERVICIO	Enriquecimiento en Recintos	11/03/2015	1,5	
20	SERVICIO	Condicionamiento		1,5	
21	SERVICIO	Asistencia en Hospital		2	
22	SERVICIO	REUNION EDC	12/03/2015	2	
23	DOCENCIA I.				2
14	DOCENCIA R.	Curso de Sistemática de Pinophyta y Antophyta	06/03/2015		5
24	SERVICIO	Enriquecimiento en Recintos	17/03/2015	3	
25	SERVICIO	Asistencia en Pediatría		2	
26	SERVICIO	Preparacion de Enriquecimiento	18/03/2015	1	
27	SERVICIO	Asistencia en Pediatría		2	
28	SERVICIO	Necropsia		3	
29	DOCENCIA I.	Recorrido VIP	19/03/2015		2,5
30	SERVICIO	Asistencia en Hospital		3,5	
31	SERVICIO	Asistencia en Hospital	06/04/2015	1,5	
32	SERVICIO	Asistencia con Estudiante de Doctorado UEAM		3	
33	SERVICIO	Asistencia en Hospital	07/04/2015	1	
34	SERVICIO	Condicionamiento		2	
35	SERVICIO	Asistencia con Estudiante de Doctorado UEAM		2,5	
36	SERVICIO	Asistencia en Hospital	08/04/2015	2	
37	SERVICIO	Condicionamiento		2	
38	SERVICIO	Asistencia con Estudiante de Doctorado UEAM		1	
39	SERVICIO	Recorrido VIP	09/04/2015	2,5	
40	SERVICIO	Condicionamiento		1,5	
41	DOCENCIA R.	Técnica de Huellas	13/04/2015		4
42	SERVICIO	Asistencia con Estudiante de Doctorado UEAM		1	
43	SERVICIO	Recorrido VIP	14/04/2015	2	
44	SERVICIO	Etogramas		2	
45	SERVICIO	Asistencia en Hospital		1	
46	SERVICIO	Enriquecimiento en Recintos	15/04/2015	2,5	
47	DOCENCIA I.	Apoyo en Educativo (Charla temática)			1,5
48	SERVICIO	Apoyo en Educativo (Dieta a Jirafas)		1	
49	DOCENCIA R.	Curso de Sistemática de Pinophyta y Antophyta	17/04/2015		4
50	SERVICIO	Apoyo en Curso de Condicionamiento de Bocalan	18/04/2015	1	

51	SERVICIO	Enriquecimiento en Recintos		1	
52	SERVICIO	Asistencia en Hospital		1,5	
53	SERVICIO	Etogramas		1,5	
54	SERVICIO	Asistencia en Hospital	20/04/2015	5	
55	SERVICIO	Apoyo en Educativo (varios)	21/04/2015	0,5	
56	DOCENCIA I.	Recorrido VIP			2,75
57	SERVICIO	Asistencia en Hospital		2,25	
58	DOCENCIA I.	Realización de Presentación para Charla Temática			1,5
59	SERVICIO	Asistencia en Hospital	22/04/2015	4,5	
60	DOCENCIA I.	Recorrido Guiado			1
61	SERVICIO	Asistencia en Hospital	24/04/2015	4	
62	DOCENCIA I.	Recorrido VIP	28/04/2015		2
63	SERVICIO	Asistencia en Hospital		3	
64	SERVICIO	Asistencia en Hospital	29/04/2015	3	
65	SERVICIO	Enriquecimiento en Recintos		2	
66	SERVICIO	Asistencia en Hospital	03/05/2015	4	
67	SERVICIO	Asistencia en Hospital	04/05/2015	4	
68	SERVICIO	Enriquecimiento en Recintos	07/05/2015	4	
69	SERVICIO	Asistencia en Hospital	12/05/2015	7	
70	SERVICIO	Asistencia en Hospital	14/05/2015	4,5	
71	SERVICIO	Enriquecimiento en Recintos		3,5	
72	SERVICIO	Apoyo en Educativo (varios)	16/05/2015	3,5	
73	DOCENCIA I.	Encuentro Salvaje*			2
74	SERVICIO	Asistencia en Hospital	18/05/2015	6,25	
75	SERVICIO	Elaboración de Diagnóstico, Plan de Trabajo, Perfil de Investigación, Protocolo de Investigación, Informes Bimensuales e Informe Final	01/2015-05/2015	40	
76	DOCENCIA				40
77	SERVICIO	Condicionamiento	19/05/2015	4	
78	SERVICIO	Asistencia en Hospital	20/05/2015	4	
79	SERVICIO	Asistencia en Hospital	21/05/2015	4	
80	SERVICIO	Asistencia en Hospital	22/05/2015	4	
81	SERVICIO	Asistencia en Hospital	23/05/2015	4	
82	SERVICIO	Asistencia en Hospital	01/06/2015	6	
83	SERVICIO	Asistencia en Hospital	03/06/2015	6	
84	SERVICIO	Condicionamiento	05/06/2015	8	
85	SERVICIO	Asistencia en Pediatría	10/06/2015	4,5	
86		Asistencia en Hospital		4,5	
87	SERVICIO	Asistencia en Hospital	11/06/2015	8	
88	SERVICIO	Condicionamiento	12/06/2015	4	
89	SERVICIO	Asistencia en Hospital	13/06/2015	4	

90	SERVICIO	Curso de Voluntariado WCS: Proyecto Guacamaya Roja- Estación Biológica en Laguna El Perú, Parque Nacional Laguna El Tigre -PNLT	15-19/06/2015	40	
91	DOCENCIA		19-26/06/2015		40
92	SERVICIO	Asistencia en Hospital	14/07/2015	3	
93		Asistencia en Pediatría		3	

## Cuadro No. 2. Resumen de horas de servicio y Docencia

HORAS PROGRAMADAS		364 (servicio)	156 (Docencia)
HORAS DE SERVICIO ACUCULADAS	HORAS DE DOCENCIA ACUMULADAS	HORAS DE SERVICIO RESTANTES	HORAS DE DOCENCIA RESTANTES
396	159,25	-32	-3,25
% ACUMULADO	% ACUMULADO	% RESTANTE	% RESTANTE
109	102	-9	-2

## Agradecimientos

A mi asesor Miguel Orellana por haberme guiado y dado la oportunidad de realizar mis prácticas en el Zoológico

A Manuel y Oda por haber hecho el tiempo en Docencia muy agradable

A Melanie Fernández y Andrea Castañeda por siempre estar pendiente y enseñarme bastante; por incentivar a más y por su agradable compañía

A todo el resto del departamento técnico por haber hecho de esta experiencia un tiempo agradable y divertido

A mis profesores de EDC, Billy Alquijay y Eunice Enriquez por siempre preocuparse por todos sus estudiantes

## Bibliografía

Alquijay, B., & Enríquez, E. (2014). *Programa Analítico Práctica Experiencias Docentes con la Comunidad-EDC*. Fase B: EDC Integrado. Guatemala.

Alquijay, B., Enríquez, E., & Armas, G. (2013). *Programa analítico para la realización de la práctica de EDC para los estudiantes de la carrera de Biología*. Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), Guatemala.

Zoológico la Aurora, Z. (s.f.). *Zoológico La Aurora*. Obtenido de <http://aurorazoo.org.gt/pages/iquestquienes-somos.php>

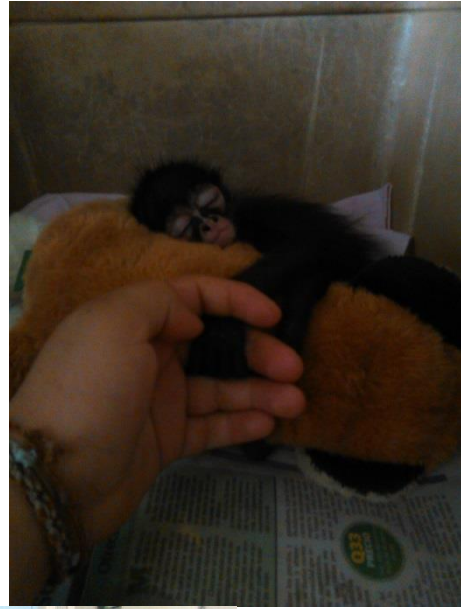
## Anexos

### Horas preestablecidas (Jardín Botánico y MUSHNAT)



Servicio: Asistencia en Hospital, Pediatría, Enriquecimiento y Condicionamiento













**Curso de Voluntariado WCS**  
Instalación de nido artificial



**Monitoreo de Guacamaya Roja**



Asistencia de grupo de Herpetólogos de Inglaterra y aprendizaje de monitoreo de Tortuga blanca



Escalado de árboles



Equipo de trabajo de WCS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGIA



PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: Blilly Alquijay  
ASESORES DE INVESTIGACION: Lic. Fernando Díaz  
Vet. Andrea Castañeda  
Br. Melanie Fernández  
Vo. ASESOR DE INVESTIGACION

Guatemala, 19 de enero de 2016



# Índice

Resumen.....	1
Introducción .....	1
Planteamiento del problema .....	2
Justificación .....	2
Referente Teórico.....	3
Pregunta.....	3
Objetivos .....	3
Hipótesis .....	3
Metodología .....	4
Diseño .....	4
- Población.....	4
- Muestra:.....	4
Obtención y tratamiento de muestras de sangre .....	4
Análisis de datos .....	5
Resultados .....	5
Discusión .....	6
Agradecimientos .....	7
Recomendaciones.....	8
Anexos.....	8
Referencias bibliográficas .....	12



## Resumen

Los murciélagos son el único grupo de mamíferos que ha desarrollado como medio de desplazamiento el vuelo, el cual es de alto coste energético. Para poder cumplir con dichos requerimientos han desarrollado varias características morfofisiológicas que a su vez constituyen un modelo eficiente para la captura de oxígeno. Dentro de estas características las que se relacionan más con la captura de oxígeno son el elevado contenido de eritrocitos (hematocrito), tamaño del mismo y cantidad de hemoglobina. La cantidad de estos en los organismos dependen de varios factores como la temperatura, cantidad de oxígeno disponible, hábito alimenticio, entre otros. Los primeros dos se encuentran en función de la altura, por lo que esta última es un factor que afecta a sendos parámetros sanguíneos. A pesar que se sabe que dichos parámetros varían en las especies que se encuentran adaptadas a regiones altas y bajas no se tiene registro de la variación intraespecífica en murciélagos por lo cual en la presente investigación se evalúa el cambio que existe en hematocrito, hemoglobina y tamaño de eritrocitos con respecto a la altura en una misma especie de murciélago (*Artibeus jamaicensis*) para lo cual se colectaron murciélagos de dos distintas altitudes en Guatemala. Además se utilizaron datos de un estudio realizado en Costa Rica para la misma especie, obteniendo como resultado tendencias de aumento únicamente en los parámetros de hematocrito y hemoglobina conforme la altura aumentaba. Este aumento se puede atribuir al descenso de la cantidad de oxígeno disponible en la atmósfera conforme la altura aumenta, asimismo, y comparado con otros organismos, a la alta tasa metabólica que estos presentan.

## Introducción

Los murciélagos son el segundo grupo de mamíferos más abundantes y diversos, luego de los roedores (Canals, Olivares, & Rosenmann, 2005). Pertenecen al Orden Chiroptera y existen más de 1120 especies de murciélagos en el mundo (Simmons, 2005). En las regiones neotrópicas de Latinoamérica albergan el mayor número de especies (Altringham, 1998; Bass, y otros, 2010). De estas, en Guatemala han sido registradas 97 (MacCarthy & Pérez, 2006). Además de su diversidad, es el único grupo dentro de los mamíferos que ha desarrollado como medio de desplazamiento el vuelo (Canals *et al.*, 2005)

Esta forma cara de locomoción los ha llevado a desarrollar varias características morfofisiológicas incluyendo músculos bien desarrollados para el vuelo (Mathieu-Costello, Szewcsak, Loverman, & Agey, 1992), corazón y pulmones grandes (Jurgens, Bartels, & Bartels, 1981), ritmo cardíaco elevado y frecuencia de batido alar alto (Thomas, 1987), alto gasto cardíaco y difusión alta de oxígeno (Maina, J., 2000b; Maina, 2000a), amplia superficie capilar (Mathieu-Costello *et al.*, 1992), una barrera sanguínea epitelial delgada que permite fácilmente el paso de los gases (Maina, 2000c) y optimización física de las vías respiratorias (Canals *et al.*, 2004) como un volumen capilar pulmonar incrementado (Maina, 2000c), además de un nivel de hemoglobina y hematocrito muy elevado (Sealander, 1964) y un tamaño de eritrocitos menor que el de muchos mamíferos (Neuweiler, 2000).

Todas estas adaptaciones anatómicas y fisiológicas constituyen una maquinaria muy eficiente para adquisición de oxígeno y distribución a los tejidos (Maina, J., 2000b) durante el vuelo (Thomas, 1987), en especial la cantidad de hemoglobina, que es el medio de transporte de oxígeno utilizado en todos los organismos (Voet & Voet, 2006) y el hematocrito. Sin embargo, la cantidad de hemoglobina y del hematocrito se encuentra en función de varios factores como la temperatura, cantidad de oxígeno, hábito alimenticio, entre otras. La temperatura y la cantidad de oxígeno dependen de la altura, por lo tanto esta es uno de estos factores más determinantes y la adaptación a la misma es un proceso fisiológico complejo que involucra un aumento en la cantidad de hemoglobina por eritrocito y en el número de eritrocitos (hematocrito, Hct) (Voet & Voet, 2006).

## **Planteamiento del problema**

Los murciélagos son el único grupo dentro de los mamíferos que ha desarrollado como medio de desplazamiento el vuelo (Canals *et al.*, 2005). Para lograr mantener sus requerimientos energéticos estos individuos necesitan mantener una serie de adaptaciones anatómicas y fisiológicas como un corazón grande para un bombeo de sangre eficiente, pulmones con mayor área de contacto al aire y de mayor tamaño, mayor cantidad de hemoglobina en los eritrocitos y mayor cantidad de eritrocitos en la sangre (hematocrito) (Maina, 2000a; Mathieu-Costello *et al.*, 1992; Jurgens *et al.*, 1981).

La relación que existe entre las adaptaciones fisiológicas/anatómicas de los individuos que viven en lugares de mayor altitud incluye muchas de las adaptaciones mencionadas, especialmente las hematológicas donde el hematocrito y cantidad de hemoglobina se encuentran relacionados de manera directa al incremento de altura (Voet & Voet, 2006). En éste estudio se evalúan los cambios hematológicos, cambio en el hematocrito, tamaño del eritrocito y porcentaje de hemoglobina; que ocurren en murciélagos de la misma especie que se encuentran a diferente altura con el fin de brindar conocimiento acerca del grado de adaptación y los mecanismos hematológicos por los cuales estos compensan su alta demanda de oxígeno con el aumento de la altitud.

## **Justificación**

A pesar de la gran riqueza de especies y su relevancia de enfermedades por zoonosis, la hematología de los murciélagos se ha estudiado muy poco, en muy pocas especies (Schinnerl *et al.*, 2011). Casi todos los estudios previos indican el alto valor de Hct., alta concentración de hemoglobina y alto conteo de células rojas (Schinnerl *et al.*, 2011). Sin embargo dichas diferencias se encuentran establecidas para todos los organismos adaptados a alturas y no se hace mención de las diferencias intraespecíficas que pueden ocurrir con especies que se encuentran habitando en distintas alturas. Por lo que en el presente estudio se tratará de establecer los indicios de cambio hematológico, cambio en el hematocrito, tamaño de eritrocito y cantidad de hemoglobina; que pueden ocurrir en los murciélagos de la misma especie al encontrarse a distintas alturas y contribuir así con el conocimiento característico de especies particulares.

## Referente Teórico

El estudio de los murciélagos en el área taxonómica, ecológica y fisiológica es bastante amplio. Se han estudiado con profundidad las propiedades y cambios hematológicos que ocurren en los mismos al variar el tamaño de individuo, tamaño pulmonar y cardíaco, e incluso el hábito alimenticio (Maina, J., 2000b; Schinnerl, Aydinonat, & Schwarzenberg, 2011; Almeida *et al.*, 2010). Se sabe que por factores como la altura a la cual se encuentran, los niveles de hematocrito, hemoglobina y tamaño celular varían. Por ejemplo Sealander (1964) noto diferencias entre los niveles hematológicos de murciélagos atribuidos a cambios climáticos y cantidad de oxígeno disponible. Maina (2000c) en su estudio comparativo entre la estructura funcional respiratoria entre aves y murciélagos, menciona que los murciélagos pueden encontrarse adaptados a condiciones de hipoxia en grandes alturas donde dicha presión causa el aumento en el hematocrito y cantidad de hemoglobina para lograr captar de manera más eficiente el oxígeno.

## Pregunta

“¿Cómo es el cambio en las características hematológicas, hematocrito, tamaño de eritrocito y cantidad de hemoglobina, en murciélagos de la misma especie, al variar la altura?”

## Objetivos

General:

- Determinar el cambio que ocurre en las características hematológicas, hematocrito, tamaño de eritrocito y cantidad de hemoglobina, de *Artibeus jamaicensis* cuando la altura varía.

Específicos

- Determinar los valores del hematocrito de la misma especie cuando la altura cambia.
- Determinar la variación del tamaño de los eritrocitos de la misma especie cuando la altura cambia.
- Calcular la cantidad o proporción de hemoglobina presente en la sangre de los murciélagos de la misma especie cuando la altura cambia.

## Hipótesis

El cambio en las características hematológicas, hematocrito, tamaño de eritrocito y cantidad de hemoglobina, en murciélagos de la misma especie es directamente proporcional al aumento de la altura.

## Metodología

### Diseño

- Población: Murciélagos de la especie *Artibeus jamaicensis* de tres distintas altitudes
  - o Localidad baja: Datos obtenidos de Schinnerl *et al.* (2011) colectados en la Estación Biológica La Selva, Heredia, Costa Rica. 35-137 msnm
  - o Localidad media: Parque Municipal Laguna el Hoyo, PMLH, Monjas, Jalapa. 1000 msnm
  - o Localidad alta: Finca Privada en San Juan Sacatepequez, Sacatepequez, Guatemala. 1890 msnm
- Muestra: Cada muestra de sangre extraída de un murciélago, con tres pseudo-repeticiones por cada individuo (los colectados en Guatemala)

### Obtención y tratamiento de muestras de sangre

Para el estudio descrito se colectaron muestras de sangre de los murciélagos que habitan en dos distintas altitudes en Guatemala, Departamentos Jalapa y Sacatepequez, descritas en el inciso anterior. Para la captura de los organismos fueron utilizadas 3 redes de niebla de 6 metros de largo y 5 rieles de ancho. Las redes fueron colocadas de 18:00 a 01:00 hrs en espacios abiertos, junto a árboles frutales o donde fuese conveniente y los pobladores/guardarecursos indicaran haber visto presentes murciélagos. Para poder colocar las redes se hizo un recorrido previo por los lugares de muestreo y se colocaron las redes aun cuando se encontraba de día. Los datos tomados fueron especie del espécimen capturado y altura a la cual fue capturado.

Para la recoleta de sangre se realizaron extracciones por medio de punción cardíaca para lo cual se colectaron los individuos y se aplicó compresión torácica para su eutanasia tal y como lo permite la Asociación Médica Veterinaria Americana (AVMA, por sus siglas en ingles; 1993) antes de tomar la muestra (debido a que se tenía que realizar eutanasia se limitó el tamaño de individuos a colectar a un máximo de 10). Una vez realizada la eutanasia se hizo la extracción por punción cardíaca, extrayendo como mínimo 0.250 mL de sangre. La muestra de sangre se colocó en tubos pediátricos de 0.250-1mL con EDTA (Smith, DeJong, & Field, 2010) y se almacenó en frío para ser trasladada, en un máximo de 48 horas, a las instalaciones del laboratorio del departamento de Citohistología en el segundo nivel del edificio T-11 de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC. Una vez trasladadas las muestras fueron tratadas y analizadas en el laboratorio molecular de dicho departamento. Para el cálculo de hematocrito se realizó micrométodo tal y como indica Silva *et al.* (2006) con una centrifugadora capilar Internacional IEC MICRO-MB, esto para poder separar todas las células sanguíneas del plasma sanguíneo aumentando la fuerza gravitacional en base a movimientos giratorios sobre un eje (The Spinco Business Center of Beckman Coulter, 2001). Para el cálculo porcentual final se utilizó una gradilla graduada para microhematocrito, el cual utiliza una regla de tres graduada y ajustable para cada prueba

en particular. Para cada organismo se realizaron 3 repeticiones y se tomó el promedio de ellas. Para el cálculo de hemoglobina se utilizó el método indirecto por división de hematocrito en 3 debido a que se ha visto que existe dicha relación numérica (Estridge, Reynolds, & Walters, 2000; Lindh, Pooler, Tamparo, & Dahl, 2009; MacDougall & Sale, 2014; Touhy & Jett, 2015). El análisis de los datos de la localidad 2, PNLH Monjas, Jalapa, se realizó en el laboratorio clínico del Zoológico La Aurora con una microcentrifugadura marca Clay-Adams; debido a problemas posteriores con la unidad los análisis se realizaron en el laboratorio molecular del departamento de Citohistología.

Para el análisis de tamaño de eritrocitos se realizaron frotos de sangre sobre porta objetos, se dejaron secar 10 minutos y se les aplicó colorante de Wright. Luego fueron observadas en aumento de inmersión (1000x) en un microscopio óptico. Para poder obtener un tamaño promedio se midieron 10 células y se obtuvo el valor medio. Estos análisis únicamente fueron realizados para las muestras obtenidas de la localidad 3, finca privada en San Juan Sacatepequez, Sacatepequez.

### Análisis de datos

Debido a que el número de muestra para todos los lugares fue muy bajo no se pudieron realizar análisis estadísticos comparativos, por lo cual se recurrió a una comparación únicamente descriptiva de tendencias de todos los parámetros medidos.

## Resultados

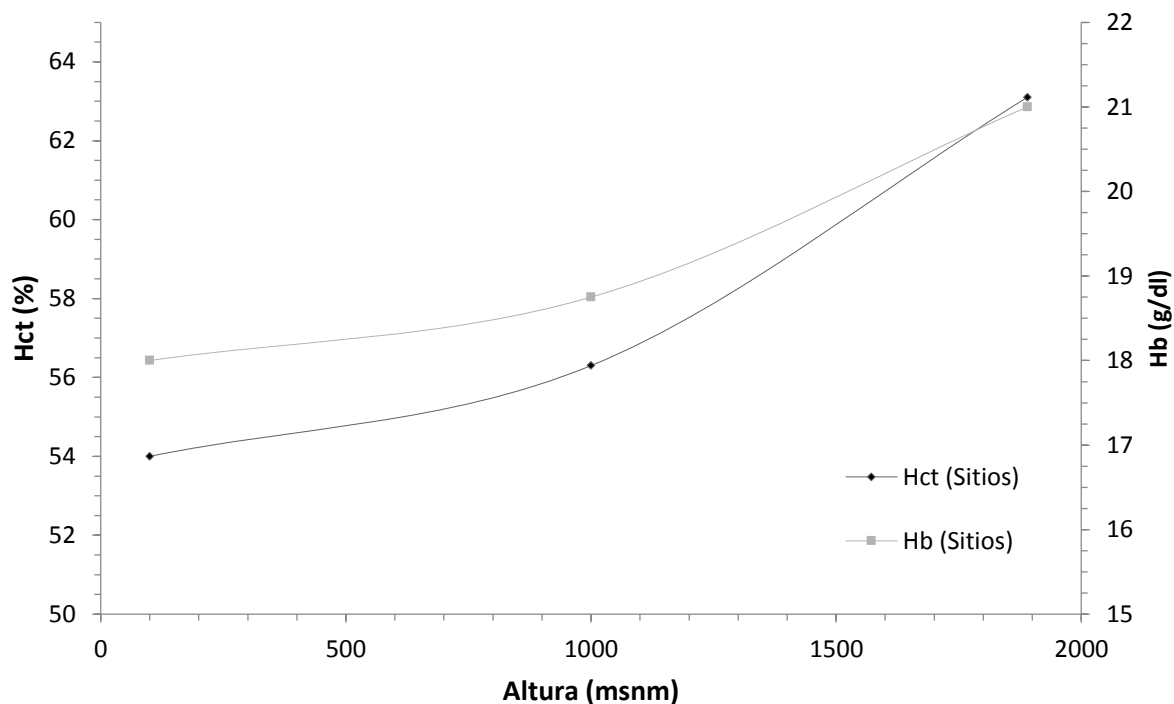
De los parámetros medidos, hematocrito y hemoglobina, se pudo observar que existe una tendencia de aumento del nivel de ambos conforme se experimenta un aumento en la altura. En el cuadro 1 y figura 1 se pueden ver dichos cambios en tres distintos sitios con al menos 800 metros de diferencia en altura.

**Cuadro 1. Datos hematológicos del murciélago *A. jamaicensis* en distintas alturas**

Localidad (Sitios)	Altura (msnm)	N	Htc (%)*	Rango	Hb (g/dl)*
<b>1. EBLS, Costa Rica**</b>	35-137	10	54.0 ± 1.1	47.0 - 57.3	17.0
<b>2. Laguna El Hoyo, Monjas, Jalapa</b>	1000	2	56.3 ± 2.5	54.5 - 58.0	18.8
<b>3. Finca Privada, San Juan Sacatepequez</b>	1890	3	63.1 ± 1.9	61.3 - 65.2	21.0

\*Valores promedio. Htc: hematocrito; Hb: hemoglobina; g/dl: gramos por decilitros EBLS: Estación Biológica La Selva, Costa Rica \*\*Sitio Externo. Fuente: análisis de muestras para microhematocrito realizado en el laboratorio de análisis molecular de Citohistología, segundo nivel del edificio T-11, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

En la figura 1 se puede observar como este cambio de hematocrito y hemoglobina se encuentran directamente relacionados uno con el otro, ya que a medida que aumenta la cantidad de células sanguíneas rojas, eritrocitos, la cantidad de hemoglobina en la sangre aumenta, ya que estas son las que contienen dicha molécula.



**Figura 1. Cambio de Hematocrito y Hemoglobina en la Altura.** Se observa una relación directa entre el cambio de hematocrito y hemoglobina conforme el aumento de la altura. Datos extraídos del cuadro No.1

## Discusión

Este estudio provee una línea base para los datos hematológicos y los cambios que pueden ocurrir en los parámetros de hematocrito y hemoglobina conforme se experimenta un cambio en la altura. Debido a que no se obtuvieron suficientes datos no se pueden tomar como datos de referencias, sin embargo se pueden observar tendencias de cambio. Pude observar que existe una tendencia de aumento proporcional de hematocrito y hemoglobina conforme el aumento de la altura. Según Rodríguez-Duran & Padilla-Rodríguez (2008) y Baptista y Esbérard (2008) *Artibeus jamaicensis* presenta un nivel de hematocrito de  $51.8 \pm 4.27\%$  y  $35\%$ , donde las alturas de los sitio de colecta varían entre 0-450 msnm aproximadamente y 14-35 msnm respectivamente. En los resultados obtenidos se puede ver claramente que estos datos, comparados con los obtenidos son inferiores a los presentados en el estudio y si se contrastan presentan un patrón de aumento conforme aumenta la altura (figura 1). De la misma manera, y directamente relacionado con el aumento del hematocrito, se puede observar también el aumento de la

concentración de la hemoglobina. El nivel de hematocrito elevado no es un fenómeno novedoso dentro de los murciélagos ya que en varias especies de murciélagos esto ha sido registrado en varios estudios (Almeida, y otros, 2010; Jurgens, Bartels, & Bartels, 1981; Sealander, 1964; Schinnerl, Aydinonat, & Schwarzenberg, 2011). A pesar que el volumen de sangre de los murciélagos no es especialmente grande, ya que podría pensarse que para poder tener una mayor cantidad de hemoglobina se produce más sangre, sin embargo, es la cantidad de los eritrocitos producidos la que resulta mayor que en los humanos y que en otros animales. Este aumento de producción de eritrocitos se puede traducir en una concentración de hemoglobina mayor, lo cual les permite a los murciélagos tener una capacidad de captación de oxígeno de 25-30%. (Neuweiler, 2000). Estos cambios hematológicos ocurren debido a que al aumentar el nivel altitudinal la presión parcial de oxígeno en la atmósfera disminuye. En consecuencia, las presiones parciales de oxígeno dentro de los alveolos y de los capilares pulmonares también se reducen, disminuyendo entonces el porcentaje de saturación de hemoglobina (Wilmore & Costill, 2007) que por consiguiente se traducen también en un aumento de hematocrito. Es por ello que los murciélagos pueden encontrarse adaptados a condiciones de hipoxia en grandes alturas donde dicha presión causa el aumento en el hematocrito y cantidad de hemoglobina para lograr captar de manera más eficiente el oxígeno (Maina, 2000c).

A pesar que no se pudo medir el tamaño para todos los organismos y de cada localidad se ha registrado que la morfología es similar a otras especies de mamíferos (Schinnerl, Aydinonat, & Schwarzenberg, 2011). Además se ha observado que tienen eritrocitos pequeños, más pequeños que los humanos y otros mamíferos, con lo cual reducen el volumen individual, aumentan la superficie total de contacto, que mejora la unión de oxígeno a la hemoglobina y realza la habilidad de transporte de oxígeno (Neuweiler, 2000).

A pesar que no fue un factor evaluado, se pudo observar que en algunos casos los niveles de hematocrito eran superiores en machos que en hembras. Según estudios realizados en humanos, la cantidad de testosterona y estradiol afecta al hematocrito, específicamente al proceso hematopoyético, donde la testosterona estimula el proceso, aumenta el hematocrito, y el estradiol juega un papel contrario (Gonzalez & Tapia, 2007).

## Agradecimientos

A mis asesores de investigación Andrea Castañeda, Melanie Fernández y Fernando Díaz por haberme guiado en todo el proceso de mi investigación y por haberme brindado toda la ayuda posible. A mi asesor de EDC, Billy Alquijay, porque sin él no hubiese podido encontrar el camino correcto hacia la realización de la investigación. A Roció Silva, Ángeles Schoenbeck y Mynor Sandoval Pinto por su apoyo incondicional durante las giras de campo.

## Recomendaciones

Organizar muy bien el tiempo de colecta y análisis de muestras. El buscar soluciones para el transporte de las muestras, laboratorios especializados para el análisis de muestras sanguíneas puede estimar valores más exactos y más confiables.

Adquirir las vacunas necesarias para la rabia para evitar cualquier incidente al momento de manipular un murciélago; siempre utilizar guantes de cuero para su manipulación. De estar colectando en la misma región, utilizar ropa cerrada y manga larga para evitar contraer enfermedades virales como Chikungunya, Dengue o Malaria, entre otras.

## Anexos

Lugar de Colecta baja (Localidad Extra)



Extracción de sangre de murciélagos

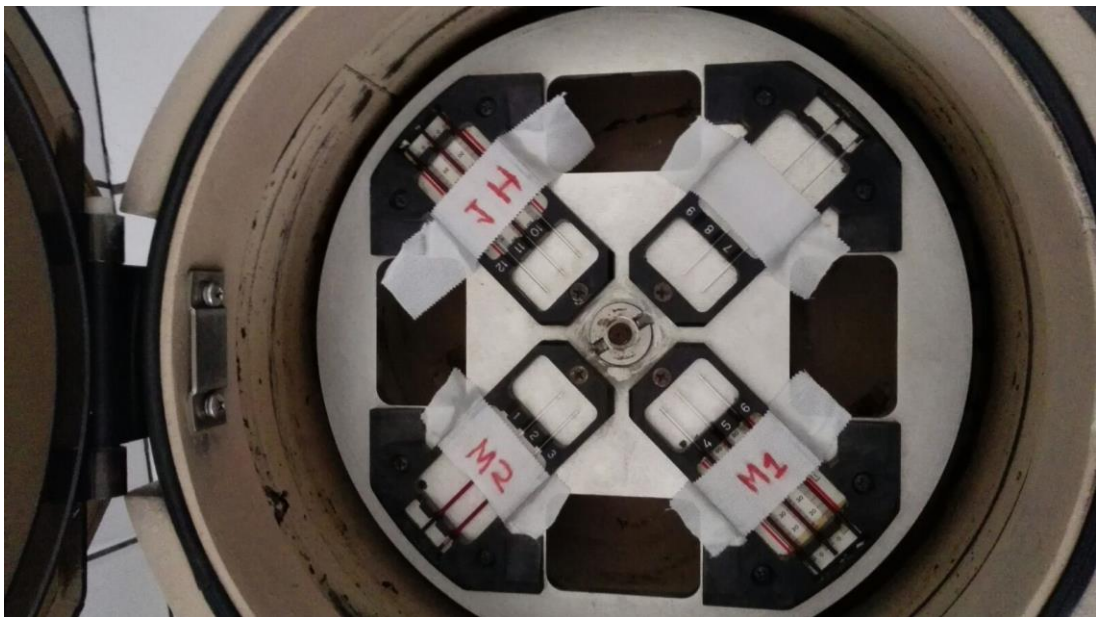






Calculo de Microhematocrito Laboratorio clínico Zoológico Nacional la Aurora





## Referencias bibliográficas

- Almeida, B., Barbosa, T., Ciarlini, L., Pedro, W., Beluccio, M., Queiroz, L., y otros. (2010). Valores hematológicos de morcegos hematófagos *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810) mantidos em cativeiro. *Chiroptera Neotropical* , 16 (2).
- Altringham, J. (1998). The evolution and diversity of bats. En J. Altringham, T. McOwat, & I. Hammond, *Bats: Biology and Behaviour* (págs. 5-49). New York: Oxford University Press.
- American Veterinary Medical Association. (1993). Report of the AVMA Panel on Euthanasia. *Journal of the American Veterinary Medical Association* , 202, 229-249.
- Baptista, M., & Esberad, C. (1997). Valores hematológicos de *Artibeus* sp. e *Desmodus rotundus* (Mammalia, Chiroptera). *Revista Científica do Instituto de Pesquisas Gonzaga GAMA Filho* , 3 (2), 11-22.
- Bass, M., Finer, M., Jenkins, N., Kreft, H., Cisneros-Heredia, F., McCracken, S., y otros. (2010). Global conservation significance of Ecuador's Yasuni National Park. *PLoS ONE* 5 .
- Canals, M., Olivares, R., & Rosenmann, M. (2005). A radiographic method to estimate lung volume and its use un small mammals. *Biological Research* , 38, 41-47.
- Estridge, B., Reynolds, A., & Walters, N. (2000). *Basic Medical Laboratory Techniques*. Cengage Learning.
- Gonzalez, G., & Tapia, V. (2007). Hemoglobina, hematocrito y adaptación a la altura: su relación en los cambios hormonales y el periodo de residencia multigeneracional. *Med* , 15 (1), 80-93.
- Jurgens, J., Bartels, H., & Bartels, R. (1981). Blood oxygen transport and organ weight of small bats and small non-flying mammals. *Respiration Physiology* , 45, 243-260.
- Lindh, W., Pooler, M., Tamparo, C., & Dahl, B. (2009). *Delmar's Comprehensive Medical Assiting: Administrative and Clinical Competencies*. Cengage Learning.
- MacCarthy, T., & Pérez, S. (2006). Land and Freshwater Mammals of Guatemala: faunal documentation and diversity. En U. d. Guatemala, & E. Cano (Ed.), *Biodiversidad de Guatemala* (págs. 625-674). Guatemala: Universidad del Valle de Guatemala.
- MacDougall, D., & Sale, D. (2014). *The Physiology of Training for High Performance*. Oxford OUP.
- Maina, J. (2000b). Comparative respiratory morphology: themes and principles in the desing and construction of the gas exchangers. *The Anatomical Record* , 261, 25-44.
- Maina, J. (2000c). What it akes to Fly: The Structural and Functional Respiratory Refinements in birds and bats. *Journal of Experimental Biology* (203), 3045-3064.

- Maina, J. (2000a). What it takes to fly: the structural and functional respiratory refinements in birds and bats. *Journal of Experimental Biology* , 203, 3045-3064.
- Mathieu-Costello, O., Szewcsak, J., Loverman, R., & Agey, P. (1992). Geometry of blood-tissue exchange in bat flight muscle compared with bat hindlimb and rat soleus muscle. *American Journal of Physiology* , 262, 955-965.
- Neuweiler, G. (2000). *The Biology of Bats*. New York: Oxford University Press.
- Rodríguez-Durán, A., & Padilla-Rodríguez, E. (2008). Blood Characteristics, Heart Mass, and Wing Morphology of Antillean Bats. *Caribbean Journal of Science* , 44 (3), 373-379.
- Schinnerl, M., Aydinonat, D., & Schwarzenberg, F. (2011). Hematological Survey of common Neotropical Bat Species from Costa Rica. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* , 42 (3), 382-391.
- Sealander, J. (1964). The influence of Body Size, Season, Sex, Age and Other Factors upon Some Blood Parameters in Small Mammals. *Journal of Mammology* , 45 (4), 598-616.
- Silvia, M., García, M., Caballero, A., Fernández, N., & Silva, L. (2006). *Técnico especialista en laboratorio de atención primaria del instituto catalán de la salud*. Madrid: Editorial MAD, S.L.
- Simmons, N. (2005). Order Chiroptera. En D. Wilson, & M. Reeder, *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference* (págs. 312-529). Baltimore, Maryland: John Hopkins University Press.
- Smith, C., DeJong, C., & Field, H. (2010). Sampling small quantities of blood from microbats. *Acta Chiropterologica* , 12 (1), 255-258.
- The Spinco Business Center of Beckman Coulter. (2001). Rotors and Tubes for Beckman Coulter tabletop preparative ultracentrifuges Optima TM MAX and MAX C, User's Manual. Palo Alto, California.
- Thomas, S. (1987). The physiology of bat flight. En M. Fenton, P. Racey, & M. Rayner, *Recent advances in the study of bats* (págs. 75-99). Cambridge: Cambridge University Press.
- Touhy, T., & Jett, K. (2015). *Ebersole & Hess' Toward Healthy Aging: Human Needs and Nursing Response*. Elsevier Health Sciences.
- Voet, D., & Voet, J. (2006). *Bioquímica*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Wilmore, J., & Costill, D. (2007). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Badalona: Editorial Paidotribo.
- Zar, J. (1984). *Bioestatistical Analysis*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.