

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

INFORME FINAL INTEGRADO DE EDC

Centro de Datos para la Conservación -CDC- del Centro de Estudios Conservacionistas -Cecon-

PERIODO DE REALIZACION

ENERO 2018 – ENERO 2019

Usi'j Tz'ununja' Bá Velásquez

PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: Billy Alquijay Cruz

ASESOR: Manolo García

INDICE

SERVICIO Y DOCENCIA	3
INTRODUCCIÓN	3
RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES PLANIFICADAS	3
ACTIVIDADES DE SERVICIO.....	4
ACTIVIDADES DE DOCENCIA	6
ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN	7
ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS	8
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	9
ANEXOS	10
INVESTIGACIÓN	15
TITULO	15
RESUMEN	15
INTRODUCCIÓN	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
JUSTIFICACIÓN.....	16
REFERENTE TEÓRICO	18
OBJETIVO GENERAL.....	20
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
HIPÓTESIS	20
METODOLOGÍA	20
Área de Estudio	20
Diseño	20
a) Población.....	20
b) Muestra.....	20
Técnicas a usar en el proceso de investigación.....	20
RESULTADOS	22
DISCUSIÓN.....	27
CONCLUSIONES	29
RECOMENDACIONES	29
REFERENCIAS	29
ANEXOS	31

SERVICIO Y DOCENCIA

INTRODUCCIÓN

En el presente informe se exponen las actividades realizadas en la unidad de práctica CDC-Cecon que iniciaron el 24 de enero al 19 de febrero de 2018 con el fin de concretar las 1,040 horas que la práctica de EDC durará y que se divide en tres fases: Docencia, cuyas actividades contemplan asistir a talleres y conferencias además de capacitaciones que ayuden a mejorar el rendimiento dentro de la unidad de práctica; Servicio, que incluye la elaboración de mapas de distribución, actualización de bases de datos, procesamiento de fotos, entre otras; y por último la fase de Investigación que tendrá una duración de 520 horas aproximadamente (CCQQFAR, 2015; Alquijay, 2018).

RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES PLANIFICADAS

Programa Universitario	Fecha de la actividad	Nombre de la actividad	Horas EDC ejecutadas
Servicio y Docencia	Enero-Junio	Elaboración de diagnóstico, plan e informes	40 hrs
A. Servicio			
	Enero-Abril	Edición de mapas	70 hrs.
	Febrero	Apoyo logístico	45 hrs.
	Febrero -Abril	Preparación de equipo	35 hrs.
	Febrero-Mayo	Revisión e ingreso de datos en base de datos	70 hrs.
	Febrero-Marzo	Elaboración de resúmenes fuente	64 hrs.
B. Docencia			
	Enero-Marzo	Capacitación de manejo de programas y herramientas útiles en el análisis de datos biológicos	17 hrs.
	Febrero - Mayo	Asistencia a conferencias y talleres	12 hrs
	Marzo	Elaboración de material educativo	8 hrs
	Mayo	Ensayo	10 hrs
C. Investigación			
	Enero 2018 – Enero 2019	Elaboración de perfil, protocolo e informe final	520 hrs
D. No planificadas			
	Febrero - Marzo	Rev. Material Didactico	8 hrs
	Marzo	Rev. Cuadros	4 hrs
	Febrero - Marzo	Monografías	8 hrs
	Febrero -Marzo	Fichas	8 hrs
	Abril	“Día del Tapir”	30 hrs
	Mayo	Simulacro de evacuación*	8 hrs
	Junio	Gira de Campo	164 hrs

ACTIVIDADES DE SERVICIO

Actividad 1 Edición de mapas

- Objetivos: Elaborar mapas de distribución de especies con datos del CDC-Cecon
- Descripción: Mediante el uso del programa ArcMap se editaron varios mapas que muestren tanto la distribución nacional como mundial de una especie reportada para el país cuya información geográfica ya se encuentra en la base de datos del CDC.
- Resultados: se han editado mapas de las especies siendo 39 mapas de distribución nacional y 21 mapas de distribución mundial
- Limitaciones o dificultades presentadas: ninguno

Actividad 2 Apoyo logístico

- Objetivos: Facilitar la realización de talleres llevados a cabo por parte del CDC-Cecon
- Descripción: Se brindó asistencia en distintos eventos como la preparación de cañoneras, la elaboración de listas de asistencia, memoria de las reuniones, cotizaciones de materiales a utilizar como gorras, playeras, etc. “Programa centroamericano para la conservación del tapir”,
- Resultados: participación activa dos talleres sobre el “Programa centroamericano para la conservación del tapir”: Estrategias para la conservación del Tapir (8 de febrero de 2018; 31 de mayo del 2018) (Anexo 1, Figura 1)
- Limitaciones o dificultades presentadas: ninguno

Actividad 3 Preparación de equipo

- Objetivos: Verificar que las herramientas y equipo utilizados en salidas de campo se encuentren en buen estado.
- Descripción: Se evaluó el estado de diversos equipos como trampas cámara, GPS, baterías recargables, entre otros, para que puedan ser o no llevados a salidas de campo del personal e investigadores del CDC-Cecon
- Resultados: Se evaluó el estado de 50 cámaras trampa
- Limitaciones o dificultades presentadas: ninguno

Actividad 4 Revisión e Ingreso de datos a la base de datos del CDC

- Objetivos: Actualizar y enriquecer diversos campos en la base de datos con que cuenta el CDC
- Descripción: Se ingresaron datos para enriquecer la información (taxonomía, por ejemplo) en bases de datos, utilizando los programas Access y Excel.

- Resultados: se actualizaron los campos de taxonomía de la Familia Piperaceae para el departamento de Baja Verapaz, Guatemala, de la base de datos de Ecología y Botánica, lo mismo para Familias y Géneros de vertebrados de la base de datos de Zoología
- Limitaciones o dificultades presentadas: fallas en el acceso a internet

Actividad 5 Elaboración de resúmenes fuente y digitalización de documentos

- Objetivos: Llenar formularios de resúmenes fuente y digitalizar documentos
- Descripción: Los formularios de resumen fuente se complementarán ingresando la información de tesis y documentos científicos de los que se puedan extraer datos de importancia biológica.
- Resultados: Se llenaron diez formularios de resúmenes fuente con la información contenida en nueve tesis y un informe de EPS para la unidad de Manejo de Información, y se llenaron 9 para la unidad de Áreas Protegidas.

CITAS de los documentos trabajados en la unidad de Áreas Protegidas:

1. Izquierdo, J. (2007). Emprendimientos de agricultura familiar para la paz. Bogotá: FAO
2. Proyecto Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) Honduras. Col. Rubén Darío, Calle Venecia, Casa 2216, Tegucigalpa. Tel. 235-3182/3331, 232-3180, pesahon@sdnhon.org.hn
3. Rosado, F. (2012). Los huertos familiares, un sistema Indispensable para la soberanía y suficiencia alimentaria en el sureste de México. En: Méndez, R.M. (Ed). El Huerto Familiar del Sureste de México. Secretaría de Recursos Naturales del Gobierno del Estado de Tabasco y Colegio de la Frontera Sur, pp. 350-359
4. Navarro, D.A. (2010). Manejo Integrado de Plagas. University of Kentucky, ID-181, pp. 1-20
5. FAO y OPS. (2017). Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, pp. 1-107
6. Bermúdez, E. (2017). Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional. Sistemas alimentarios sostén para poner fin al hambre, y la malnutrición. Santiago de Chile: FAO, pp. 1-163
7. FAO. (2017). Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2017-2018. San José, C.R.: IICA
8. Sabourin, E., Patrouilleau, M.M., Francois, J., Vásquez, L., Niederle, P.A. (2017). Políticas públicas a favor de la agroecología en América Latina y El Caribe. Porto Alegre: FAO, pp. 1-412

9. Mateo, J. (2017). Reutilización de aguas para agricultura en América Latina y el Caribe. Estado, principios y necesidades. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, pp. 1-116
- Limitaciones o dificultades presentadas: ninguno

ACTIVIDADES DE DOCENCIA

Actividad 1 Capacitación de manejo de programas y herramientas útiles en el análisis de datos biológicos

- Objetivos: Capacitar y familiarizar al estudiante en el manejo de programas y herramientas para el análisis de datos biológicos
- Descripción: Se recibieron capacitaciones breves sobre los programas a utilizar, entre ellos, el programa ArcMap para la elaboración de mapas sobre distribución zoológica a nivel nacional y mundial, capacitación en la instalación de ArcGIS, capacitación para digitalizar documentos y elaboración de resúmenes fuente, capacitación para utilizar Geodatabases, capacitación para utilizar cámaras-trampa y Camera Base
- Resultados:
 1. ArcMap: la capacitación inició el 25 de enero de 2018 sobre las principales herramientas del programa, entre ellos, exportar archivos, menú de edición, tabla de atributos e importar mapas, y se elaboraron para la distribución zoológica a nivel nacional y mundial de las especies. (Capacitador: Manolo García)
 2. Elaboración de resúmenes fuente: la capacitación se realizó el 14 de febrero de 2018 para aprender a llenar formularios de resúmenes fuente (Capacitador: Harim Cruz) (Anexo 1, Figura 2)
 3. Uso correcto de cámaras-trampa y Camera Base: se realizó el 13 de febrero de 2018, en el cual se dio a conocer la descripción del dispositivo, cómo funciona el sistema, para qué sirve, como revisar el nivel de baterías, actualizar la hora y fecha, como realizar un back-up de fotografías, la depuración de las mismas y formatear tarjetas de memoria (Capacitadora: Vivian Gonzáles) (Anexo 1, Figura 3)
- Limitaciones o dificultades presentadas: ninguno

Actividad 2 Asistencia a conferencias y talleres

- Objetivos: Enriquecer los conocimientos que tiene el estudiante sobre diversos aspectos de diversidad biológica y manejo de información.

- Descripción: Las conferencias y talleres en los que se participará se irán programando a lo largo de la fase de Docencia, dentro y fuera de la unidad de práctica.
- Resultados:
 1. Se recibió la capacitación del uso del programa Mendeley, en el taller llamado “*Gestión de Referencias Bibliográficas con la aplicación Mendeley*”, impartida por la Msc. Andrea Rodas, 07 de marzo del 2018 (Anexo 1, Figura 4)
 2. Se asistió a tres conferencias, la primera “De especies a genes: Impacto del paisaje en la biodiversidad de abejas y sus servicios de polinización en Mesoamérica”, dada por la Phd. Patricia Landaverde, la segunda, “Reflexiones en torno a la valoración de la diversidad biológica”, por Lic. Fernando Castillo ambas el 5 de abril del 2018 y la tercera, “Protección legal de la biodiversidad y de las Áreas Protegidas” e “Instrumentos internacionales relacionados a la diversidad biológica”, por Diana Monroy, 15 de abril, del 2018 (Anexo 1, Figura 5)
 3. Se asistió al Módulo I de las Jornadas de Actualización de la Dirección General de Investigación: Herramientas para la elaboración y revisión de un manuscrito científico de calidad, 24-25 de mayo de 2018 (Anexo 1, Figura 6)
- Limitaciones o dificultades presentadas: ninguno

Actividad 3: Elaboración de material educativo

- Objetivo: Desarrollar contenido para material educativo con referencia al Currículum Nacional Base (CNB) del nivel primario en las áreas de Ciencias Naturales y Ciencias Sociales.
- Descripción: Por material educativo se entiende, manuales, hojas de trabajo, entre otras, cuya elaboración será un esquema a grosso modo sobre su contenido y apariencia.
- Resultados: se realizó el borrador para dos actividades que podrán ser utilizadas como hojas de trabajo para libros con enfoque en la conservación del medio ambiente
- Limitaciones o dificultades presentadas: ninguno

ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN

- Nombre del proyecto: Evaluación de la condición corporal de pumas (*Puma concolor* L.) que visitan las aguadas del Biotopo Protegido Dos Lagunas entre los años 2014 a 2017
- Objetivos del proyecto: Establecer la relación entre la condición corporal de la población de pumas con las presiones ambientales de su hábitat
- Resultados parciales: Elaboración del perfil y protocolo de investigación
- Limitaciones o dificultades presentadas: protocolo aún en revisión

ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS

Actividad 1 Revisión de material didáctico

- Objetivos: Revisar seis cuadernos de trabajo dirigidos a estudiantes del nivel primario y realizar correcciones respectivas.
- Descripción: Se leyeron seis cuadernos de trabajo con enfoque en la conservación del medio ambiente y del Tapir dirigido a estudiantes que cursan en nivel primario en los establecimientos educativos del país. Se corrigieron cuestiones de gramática y redacción.
- Resultados: A los seis libros se les hicieron las correcciones pertinentes
- Limitaciones o dificultades presentadas: ninguno

Actividad 2 Revisión de cuadros

- Objetivos: Evaluar el material visual que se encuentra en el CDC-Cecon
- Descripción: Se evaluó el estado físico de cuadros con imágenes de fauna que se encuentra en el Biotopo Naachtún Dos Lagunas con fotos tomadas por cámaras trampa del CDC-Cecon
- Resultados: Se evaluaron diez cuadros
- Limitaciones o dificultades presentadas: ninguno

Actividad 3 Monografías

- Objetivo: Elaborar monografías con información ecológica y taxonómica de las especies
- Descripción: A través de páginas en línea de base de datos sobre especies de fauna y flora buscar información sobre la taxonomía, estatus de poblaciones, hábitat, ecología y distribución de las especies
- Resultados: Se elaboraron cinco monografías sobre cinco especies del género *Bolitoglossa* (*B. mexicana*, *B. morio*, *B. mulleri*, *B. ninadormida*, *B. nussbaumi*) (Anexo 1, Figura 7)
- Limitaciones o dificultades presentadas: ninguno

Actividad 4 Fichas sobre especies asociadas a Manglares

- Objetivo: Elaborar fichas con información de especies asociadas a manglares
- Descripción: A través de páginas en línea de base de datos sobre especies de fauna buscar información sobre la taxonomía y reportes por país de especies de fauna asociadas a manglares que se encuentren preservadas en museos de esos países o cuyos avistamientos se hayan registrado.
- Resultados: Se elaboraron cinco fichas de especies del phylum Porifera (*Tedania ignis*, *Lissodendoryx isodictyalis*, *Chondrilla núcula*, *Geodia gibberosa*, *Halichondria melanodocia*)
- Limitaciones o dificultades presentadas: ninguno

Actividad 5 “Día Mundial del Tapir”

- Objetivo: Planificar actividades académicas y recreativas para concientizar a la población, sobre la conservación y protección del Tapir en Guatemala
- Descripción: Se realizó una mesa de discusión para planificar el Día del Tapir, y de las propuestas planteadas se decidió hacer la actividad en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia -Usac, y en el zoológico “La Aurora”.
- Resultados (Anexo 1, Figura 8):
 1. Se dio apoyo logístico a la actividad preparando el material para los juegos a realizar y en la estación del juego de “Memoria” y “Marco Fotográfico”, se estuvo apoyando y atrayendo a personas para que participaran.
 2. Se asistió a charlas con temas relacionados directa e indirectamente con el Tapir, impartidos por expertos
 3. Se vendieron playeras, pines y stickers relacionados a la conservación del Tapir
- Limitaciones: ninguna

Actividad 6 Simulacro de Evacuación

- Objetivo: Planificar y llevar a cabo un simulacro de evacuación en caso de un fenómeno
- Descripción: Cada estudiante de EDC participante será un subcomandante que se encargará que la actividad vaya sin contratiempos y observará el comportamiento del personal del CECON durante el simulacro. Además, guiará a los evacuados a un sitio seguro ya determinado.
- Resultados: El aviso y la entrega de boletas en cada oficina para el conteo de las personas en el momento del simulacro ya está entregado (Anexo 1, Figura 9).
- Limitaciones: ninguna

Actividad 7 Gira de campo

- Objetivo: gira de campo para cambiar tarjetas de memoria y verificar el estado de cámaras trampa puestas en los parques nacionales Yaxhá Nakum Naranjo y Tikal, Petén.
- Descripción: La gira de campo fue de 7 días en el mes de junio del 2018, en los cuales tres se estuvo en Yaxhá para la revisión de cámaras trampa y tres en Tikal, con el mismo objetivo.
- Resultados: Se cambiaron las tarjetas de memoria y se verificó el estado de cámaras trampa en Yaxhá y Tikal (Anexo 1, Figura 10)
- Limitaciones: ninguna

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alquijay, B. (2018). *Programa analítico. Práctica Experiencias Docentes con la Comunidad - EDC-*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- CCQQFAR, U. (2015). *Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad*.
Obtenido de http://c3.usac.edu.gt/edc.usac.edu.gt/public_html/?page_id=2

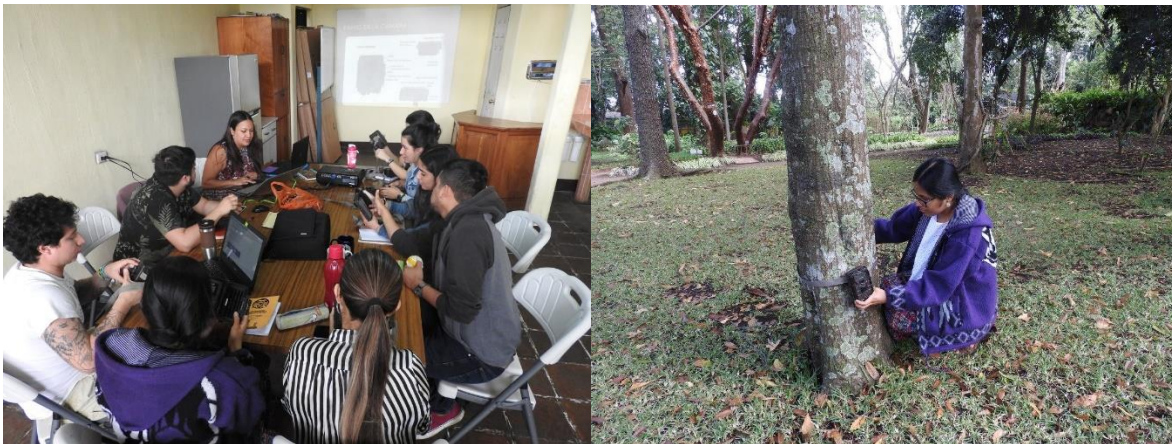


Figura 3. Capacitación para el manejo de cámaras trampa



Figura 4. Diploma de participación al Curso: Gestión de Referencias Bibliográficas con la aplicación Mendeley, marzo 2018



Figura 5. Asistencia a la charla “De especies a genes”, por Patricia Landaverde, abril 2018



Figura 6. Diploma de participación al Módulo I de Jornadas de Actualización de la Dirección General de Invesigación, mayo 2018

***Bolitoglossa mexicana* Duméril, Bibron & Duméril, 1854**

Sinónimos:

Bolitoglossa (Bolitoglossa) mexicana Parra-Olea, García-París, and Wake, 2004

Bolitoglossa mexicana Duméril, Bibron, and Duméril, 1854

Bolitoglossa mexicana Taylor, 1944

Bolitoglossa moreleti Smith, 1945

Bolitoglossa mexicana mexicana Neill and Allen, 1959

Población: Es mucho menos común de lo que era debido a la pérdida y fragmentación del hábitat. Sin embargo, recientemente se han encontrado altas densidades en ciertas localidades (Walker, *et.al.*, 2008).

Hábitat y Ecología: De ambiente terrestre, habita bosques tropicales de tierras bajas y bosques pre-montanos donde requiere la presencia de bromelias y otras epífitas como refugio durante la estación seca. Probablemente sea más común en los bosquecillos de plátanos en el borde del bosque, y también vive en bosques talados selectivamente y plantaciones de café con sombra (en este último hábitat se produce principalmente en las tierras bajas). Se reproduce por desarrollo directo (Walker, *et.al.*, 2008).



Fotografía: Townsend, 2009
Fuente: (CalPhotos, 2018)

Figura 7. Ejemplo de Monografía realizada en la unidad de Ecología/Botánica



Figura 8. Participación en las actividades conmemorativas del “Día Mundial del Tapir”, en el Parque Zoológico Nacional “La Aurora”



Figura 9. Simulacro de Evacuación, CDC-Cecon



Figura 10. Gira de campo Yaxhá-Tikal, junio 2018

INVESTIGACIÓN

TITULO

Evaluación de la condición corporal de pumas (*Puma concolor* L.) que visitan las aguadas del Biotopo Protegido Dos Lagunas entre los años 2014 a 2017

RESUMEN

La especie *Puma concolor* es un elemento de conservación del plan maestro de la Reserva de la Biosfera Maya (RBM) y el Biotopo Protegido Dos Lagunas (BPDFL). Por medio de cámaras trampa ubicadas estratégicamente en aguadas del BPDFL, en la época seca de los años 2014 a 2017, se han obtenido fotografías en donde se han observado individuos con distintas condiciones corporales, específicamente, individuos que mantienen o han perdido masa corporal. Por lo anterior, se buscó relacionar estos cambios en su condición corporal, basados en la tabla de evaluación de la condición corporal en felinos de la Asociación de Zoológicos y Acuarios de Estados Unidos (AZA por sus siglas en inglés), con las condiciones climáticas del BPDFL, observando que existe una correlación entre la condición de sus individuos de puma y la precipitación media acumulada de los meses. Más que la precipitación en sí, es la acumulación de agua en las aguadas lo que indirectamente limita a los grandes carnívoros a obtener presas, viéndose en la necesidad de desplazarse, posiblemente a lo largo de la Selva Maya (tal y como indica la variación del color de pelaje en distintos individuos en los años 2016 y 2017, que probablemente pertenezcan a distintas poblaciones de pumas).

Los hallazgos más notables, son los correspondientes al año 2016, año con más eventos de pumas registrados, donde en los meses más secos (mayo y junio) los individuos fotografiados se clasifican en las categorías 1 y 2 (muy bajo y bajo moderado) respectivamente. Se evaluó también la presencia del parásito *Dermatobia hominis*, concluyendo que es común en pumas que visitan las aguadas del BPDFL, por lo que las épocas secas durante el período escogido, no parecen tener relación entre la presencia de este insecto y su hospedero.

Palabras clave: cámaras trampa, precipitación acumulada, conectividad, Selva Maya

INTRODUCCIÓN

La Selva Maya es el bosque remanente más grande de Mesoamérica, dentro de ella está ubicada la Reserva de la Biósfera Maya, que es el complejo de áreas protegidas continuo más grande de Centroamérica y junto a áreas colindantes en Belice y México, es también el bloque más grande de áreas silvestres de toda Mesoamérica y a nivel nacional, representa cerca del 60% de todas las áreas protegidas declaradas del país (Consejo Nacional de Áreas Protegidas [Conap], 2015). Entre las áreas que forman parte de la RBM se encuentra El Biotopo Protegido Dos Lagunas (BPDFL) que forma parte del denominado corazón de la Selva Maya, siendo uno de los cuatro biotopos de la RBM reservados exclusivamente para investigación científica y turismo de bajo impacto, y provee junto al Parque Nacional Mirador-Río Azul, una conectividad para el flujo de fauna, flora, y material genético entre México, Belice y Guatemala (Consejo Nacional de Áreas Protegidas [Conap], Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural [DGPCyN], & Centro de Estudios Conservacionistas [Cecon], 2009; Conap, 2015). Entre los elementos de conservación natural establecidos en el plan maestro del BPDFL (anexo 1), se encuentra el “Bosque Alto y Medio” que cubre el 86% del Biotopo y es hogar de especies carismáticas de fauna como el jaguar y el puma (Conap, DGPCyN, & Cecon, 2009). El puma está incluido tanto en el Plan Maestro de la Reserva de Biósfera Maya y del Biotopo Protegido Dos Lagunas, como un elemento de conservación regularmente viable y como especie bandera.

El puma (*Puma concolor* L.) es el segundo felido más grande de América luego del jaguar (*Panthera onca* L.) (Conap, 2015). Su distribución geográfica es la más grande que cualquier otro mamífero terrestre en el hemisferio occidental y va desde Canadá, pasando por EE.UU., Centro y Sudamérica, hasta el extremo sur de Chile. Es un felido adaptable que se encuentra en todos los tipos de hábitats principales de América, incluidos los Andes (Nielsen, Thompson, Kelly, & López, 2015). Los pumas están amenazados por la pérdida de hábitat y la fragmentación, y la caza furtiva de su presa silvestre. Son perseguidos y cazados como represalia a la depredación del ganado y por temor a que representen una amenaza para la vida humana (Nielsen, et al., 2015).

Existen varios estudios sobre pumas que caracterizan su patrón de actividad, su selección de presas, su distribución, su hábitat, complementándolo con sus características físicas (Estrada, 2006; Pierce & Bowyer, 2000; Rueda, Mendoza, Martínez, & Rosas, 2013; Stoner, Wolfe, & Choate, 2006), pero hay pocos que centren sus objetivos en evaluar los rasgos físicos de poblaciones de pumas que se relacionen a su hábitat. Para ello, en esta investigación se pretende determinar la condición corporal que presentaron los pumas en los años 2014 a 2017 a través del análisis de fotografías tomadas con cámaras trampa, con un listado de categorías estándar sobre la condición corporal de felidos en cautiverio, como una herramienta no invasiva y gratuita. Los datos se correlacionarán con datos de condición corporal y parámetros climáticos de precipitación media y precipitación acumulada que se hayan presentado en esos años en las aguadas del BPD.L.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Entre los grandes carnívoros denominados depredadores tope se encuentran el jaguar y el puma, quienes contribuyen en la regulación del tamaño poblacional de sus presas y juegan un papel importante en la estructura de los ecosistemas donde habitan, ya que al consumir depredadores que se encuentran en un nivel inferior en la cadena trófica, permiten que las especies de las que se alimentan sus “*subordinados*” no se extingan (Bitetti, 2009).

Por sus características biológicas y el interés social, de carácter político y socioeconómico que adquiere, el puma es una especie carismática que forma parte del “Bosque alto y medio” como elemento de conservación natural en el plan maestro del Biotopo Protegido Dos Lagunas (BPD.L), (Conap, DGPCyN, & Cecon, 2009). Además, es un elemento de conservación como componente natural en el plan maestro de la RBM (Conap, 2015). A pesar de su valor ecológico, es una especie vulnerable, pues sus poblaciones generalmente son pequeñas, aisladas por la fragmentación del hábitat, afectadas por actividades humanas, cambio climático, entre otras, encontrándose en peligro de extinción (Stoner et al., 2006).

Una evaluación periódica sobre la condición en la que se encuentra y cómo cambian con el tiempo el estado de las poblaciones por diversas causas (ente ellas las mencionadas anteriormente), permite un mejoramiento en las técnicas de conservación de las áreas protegidas donde se distribuye, al menos en el país y evitar que la dinámica de poblaciones de la cual es parte, se pierda debido a su desaparición.

De ahí surgen las interrogantes, ¿Cuáles son los cambios que se pueden observar a través de los años en poblaciones de pumas respecto a su condición corporal?, ¿Cuál es el alcance de la información que se puede obtener sobre estos cambios con fotografías de cámaras trampa?, ¿Esos cambios pueden estar dados por la disponibilidad de agua?

JUSTIFICACIÓN

Tanto la RBM, como el BPD.L identifican como un elemento de conservación de tipo componente natural, al conjunto de especies jaguar-puma, clasificados en el rango “Regular de viabilidad”.

Esta categorización se realiza cuando un elemento carece de información de primera mano disponible tal como: datos de artículos científicos, o, si existen, no poseen metodologías estandarizadas, carencia de metadatos, alcances geográficos pequeños, no son esfuerzos sostenidos de monitoreo, no existen datos cuantitativos que permitan determinar la condición de estos elementos de conservación y no responden a las necesidades de manejo de la RBM (Conap, 2015). La información disponible es muy útil para evaluar estados de estas especies para áreas protegidas puntuales.

Entre las formas de obtención de estos datos para que el nivel de viabilidad de especies como el jaguar, o en este caso, el puma, cambie de Regular a Bueno, está la producción de información de fotografías de la vida silvestre de forma no invasiva, que es casi ilimitada, pudiendo evidenciar con ellas la diversidad, densidad, abundancia, distribución espacial, comportamiento y/o patrones de actividad de poblaciones en vida silvestre (Díaz & Payán, 2001).

Los estudios que evalúan la condición corporal en félidos son escasos, pues se limitan a determinarlos en individuos en cautiverio, especialmente los que se encuentran en zoológicos (American Association of Zoological Parks and Aquariums [AZA], 2016; Reppert, Treiber, & Ward, 2007). En su hábitat natural, son pocos los estudios que implican la evaluación de su salud y los métodos empleados son invasivos la mayoría de veces (Harvey, Dunbar, Norton, & Yabsley, 2007). La evaluación de la condición corporal es una herramienta importante en varios sistemas de manejo de animales ya sea que se trate de poblaciones silvestres, animales de granja domesticados o animales en zoológicos. El sistema para evaluar la condición corporal es utilizado ampliamente por ecólogos que investigan poblaciones silvestres y su interacción para obtener estos datos se ve restringida por los recursos o entornos cambiantes (Schiffmann, Clauss, Hoby, & Hatt, 2017).

Respecto a poblaciones de pumas, en la mayoría de investigaciones, ocupan un lugar secundario de estudio cuyo enfoque principal siempre son los jaguares (posiblemente porque la identificación es más fácil debido al patrón de manchas que funcionan como huellas dactilares únicas para cada individuo), tanto si consideramos poblaciones silvestres como individuos en cautiverio, los datos sobre pumas son escasos, con un índice de investigaciones relativamente más elevado en Estados Unidos y América del Sur en comparación con Centroamérica y específicamente, en Guatemala (Global Biodiversity Information Facility [GBIF], 2018; International Union for Conservation of Nature, [IUCN], 2018). Previamente se ha mencionado la importancia de la RBM y el BPDL como áreas de conectividad, por ello se esperaría que el flujo poblacional de pumas entre las tres regiones interconectadas (México, Guatemala y Belice) se mantuviera al momento que los individuos vean la necesidad de desplazarse. Siendo Guatemala la región intermedia para las poblaciones de México y Belice, el estado en el que se encuentren los individuos que llegan al territorio de la RBM, podría mostrar indicios de algún cambio en su hábitat de origen, ya sea: escasez de presas, escasez de agua, pérdida de hábitat, o, todo lo contrario. Al analizar el estado en que se encuentran (como una evaluación visual de su estado físico/condición corporal) a través de fotografías de cámaras trampa, si bien no es posible determinar de qué población vienen los individuos, sí puede ser posible categorizarlos y dejar un registro de lo que se ve en el área que podemos analizar lo que contribuye a aumentar la información sobre esta especie para que las instituciones nacionales correspondientes elaboren o modifiquen planes para su conservación y protección a través de estudios con bases científicas, además de abrir puertas a un esfuerzo regional con los demás países involucrados. El empleo de métodos no invasivos, como las fotografías, son necesarios para obtener índices de las condiciones físicas de poblaciones de fauna donde la información no se puede adquirir de otra manera debido a la poca facilidad que se tiene en campo de obtener muestras sin necesidad de sacrificar a ejemplares, además de ser una técnica aplicable en cualquier época del año, a cualquier clase etaria y género, y aunque es una estimación general, saber la condición de una población puede ser valiosa como una medida de la respuesta de una población a un ecosistema dado (Riney, 1960). La conectividad de la Selva Maya (que incluye los territorios de México, Guatemala y Belice) es importante para la sobrevivencia de las

poblaciones de pumas que se desplazan buscando mejores condiciones a los cambios climáticos de su hábitat de origen. El BPDL parte de la RBM es un sitio intermedio importante para que se de ese desplazamiento y conectividad entre poblaciones aisladas, por lo que las mejoras en su manejo y los esfuerzos para mitigar los efectos de la sequía son importantes (Conap, DGPCyN, & Cecon, 2009)

REFERENTE TEÓRICO

Cámaras trampa y evaluación de la condición corporal

La utilización de cámaras trampa (o fototrampeo) para registrar eventos determinados en poblaciones silvestres se ha extendido de tal forma que se estima que las publicaciones científicas que usan cámaras trampa han aumentado aproximadamente un 50%, así mismo, las discusiones con relación a los diseños de muestreo y los métodos de análisis de la información. Con este método se pueden estimar principalmente la abundancia relativa de vertebrados silvestres y otra información que el investigador defina, siempre que las fotografías y los análisis estadísticos lo permitan (Díaz & Payán, 2001).

La condición corporal de animales silvestres se ha estudiado obteniendo tejido de los ejemplares, siendo métodos invasivos, aunque más precisos y exactos sobre el estado de las especies en su hábitat, pero que muchas veces el esfuerzo es tardado y costoso (Riney, 1960). Un ejemplo de ellos es la investigación realizada por Sinclair & Duncan (1972), donde estimaron la condición corporal de rumiantes ungulados africanos a partir del peso seco de la médula ósea para estimar de forma cuantitativa el contenido de grasa en ñus, kongoni y búfalos, siendo aplicable a otros rumiantes tropicales. Según mencionan los autores, la grasa de la médula ósea se moviliza cuando el animal experimenta estrés ambiental y fisiológico, lo que puede llevarlo a la desnutrición y muerte. Gaidet & Gaillard (2008) evaluaron la condición corporal en impalas de Zimbabue, África, por medio de observaciones directas en plataformas escondidas que les permitieron registrar la composición de los grupos que llegaban a los bebederos por agua, durante el mes de octubre de los años 2002 y 2003. Emplearon un índice de condición corporal visual (VBC), un método no invasivo a través de la observación la región posterior del animal, utilizando criterios de agotamiento progresivo del depósito de grasa (basados en el estudio de Sinclair & Duncan, 1972). Delimitaron sus resultados a dos condiciones: justo (región redonda o aspecto ligeramente angular) y deficiente (la vista lateral de la cola y las vértebras lumbares, y la línea exterior del isquío, aparecen angulares a extremadamente prominentes) (Gaidet & Gaillard, 2008).

De los estudios más recientes sobre la condición corporal en animales en cautiverio utilizando fotografías está el de Schiffmann y colaboradores (2017) para elefantes asiáticos y africanos, quienes evaluaron tres métodos distintos (enfoque de algoritmo, enfoque compuesto y enfoque de visión general) respecto a la observación de fotografías y los criterios que manejan, respecto a su estudio concluyeron que la evaluación en elefantes puede completarse mejor utilizando los métodos de algoritmos y de visión general, además, apoyan la idea de que es necesario un monitoreo regular sobre la condición corporal ya que puede servir como un sistema de alerta temprana en el monitoreo de la salud de animales salvajes y de zoológico.

En félidos, al igual que con herbívoros, el nivel de adiposidad es lo que se determina en una evaluación de condición corporal, pero a diferencia con los otros estudios de ungulados, el objetivo siempre es para animales en cautiverio, donde comúnmente se emplean las tablas estandarizadas por la Asociación de Zoológicos y Acuarios de Estados Unidos (AZA por sus siglas en inglés) utilizado para félidos como el tigre (*Panthera tigris* L.), león (*Panthera leo* L.), jaguar (*Panthera onca*), ocelote (*Leopardus pardalis* L.), y guepardo (*Acinonyx jubatus* Schreber) (AZA, 2016; Reppert, Treiber, & Ward, 2007). Por lo anterior, es evidente que se puede extrapolar las puntuaciones de diversos protocolos que evalúan la condición corporal de fauna en cautiverio a poblaciones silvestres.

Ectoparásitos (Dermatobia hominis)

Otra variable a considerar en la evaluación de la condición corporal fue la presencia observada del díptero *Dermatobia hominis* (colmoyote), que es común en fauna silvestre, pues se convierten en los hospederos definitivos de este parásito desde la fase de huevo hasta que este eclosiona y emergen los individuos (Bowman, Hendrix, Lindsay, & Barr, 2008). La infestación por *D. hominis* es indirecta, la hembra deposita sus huevos en el abdomen de mosquitos, que utiliza como vectores mecánicos, cuando el mosquito pica a un animal deja los huevos y las larvas emergentes penetran en la piel, bien por la picadura del mosquito, por el folículo piloso (Brizuela, González, & González, 2003).

Variación del pelaje en P. concolor

Las variaciones en el color del pelaje están estimuladas por la diversidad del hábitat y comportamiento, que tienen un papel importante en la comunicación, camuflaje y funciones fisiológicas de los felinos (Rubio & Guevara, 2017). En pumas, el color del dorso varía entre pardo-amarillento a café-rojizo (pardo-rojizo), y sus variaciones en tonalidad, tamaño y densidad se dan conforme a la altitud: en zonas frías altas es más denso y largo, mientras que en áreas bajas más tropicales es denso y corto (Ceballos, List, Medellín, Bonacic, & Pacheco, 2010).

Rango hogareño en P. concolor

Su rango hogareño en Estados Unidos se estima que es entre 200-800 km² para machos y 60-300 km² para hembras (Reid, 2009; Nielsen, et al., 2015), mientras que Ceballos y colaboradores (2010) mencionan que el área de actividad de las hembras en general puede variar de 66 a 685 km² y la de los machos de 152 a 1150 km². Grigione y colaboradores (2002), hallaron que, en California, el rango de hogar de los pumas cambia según la estación: en las montañas de Sierra Nevada tenían rangos de hogar significativamente más grandes en verano, mientras que los animales de la región Costera tenían rangos de hogar más grandes durante el invierno. Específicamente, las hembras tenían un tamaño promedio en el hogar de 90 km² en verano y 100 km² en invierno. Los machos tuvieron un promedio de 300 km² (verano) y 350 km² (invierno), según los autores, tanto los factores intrínsecos (es decir, el sexo y la masa corporal) como los extrínsecos (la abundancia relativa de los ciervos y el sitio de estudio) influyen en su rango hogareño.

Miller y Núñez (1999) en un estudio de tres años (1995 a 1997) con jaguares y pumas en la Reserva de la Biósfera “Chamela-Cuixmala” (RBCh-Cx) en México, determinaron que ambos félidos amplían su rango de actividad durante la época lluviosa ya que las presas no se concentran cerca de los cuerpos de agua pues pueden obtenerla en diferentes lugares por su abundancia respecto a la época seca donde la disponibilidad de agua se limita a pequeñas pozas ofreciendo un lugar más fácil para cazar sin que los félidos necesiten desplazarse.

Época seca en la Reserva de Biósfera Maya

El Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh) de Guatemala, define que las sequías son generalmente consideradas como derivados de un déficit de precipitación acumulada (Insivumeh, 2018). Estudios han determinado que los cambios en la cantidad de precipitación a través de las estaciones, así como del clima y la humedad relativa, ocasionan que existan variaciones en el nivel hídrico de las aguadas (o pozos), que determina a su vez, la acumulación de agua o la pérdida de la misma (Chamailé-Jammes, Fritz, & Murindagomo, 2007; García, Aguilera, Guzmán, Rodríguez, & González, 2018). Chamailé y colaboradores (2007) observaron que las fluctuaciones en la precipitación anual afectan fuertemente la disponibilidad del agua de la superficie de la sabana africana, agregan además que la variabilidad en la distribución y el número de pozos de agua, media los efectos de los herbívoros a

gran escala en los ecosistemas, afectando la abundancia total de herbívoros y la distribución de la presión de pastoreo de los mismos. En la RBM, específicamente en aguadas del BPDFL en el año 2016, el estudio de García y colaboradores (2018), registró que hubo una disminución del nivel del agua hasta secarse en las semanas 18 y 22 (mayo) de ese año, y al iniciar posteriormente las lluvias la etapa inundable empezó debido a la acumulación de agua de lluvia, siendo un fenómeno similar a lo observado por Chamaillé y colaboradores.

OBJETIVO GENERAL

- Establecer la relación entre la condición corporal de la población de pumas y las condiciones ambientales del Biotopo Protegido Dos Lagunas

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la condición corporal de la población de pumas que visitan las aguadas del BPDFL
- Comparar los datos de la condición corporal de los pumas y las condiciones climáticas entre meses, partiendo del año 2014 al año 2017

HIPÓTESIS

- La condición corporal de la población de pumas en el Biotopo Protegido Dos Lagunas varía a través de los años según las condiciones ambientales que se den

METODOLOGÍA

Área de Estudio

El BPDFL cuenta con un área de 30,719 hectáreas (307.19 km²), se ubica en el noreste de la RBM, en los municipios de San Andrés, San José, Flores y Melchor de Mencos, al norte limita con México con la Reserva de Biosfera Calakmul, Campeche y Quintana Roo, al este con el parque nacional Mirador Río Azul, al sur con las concesiones comunitarias de Chosquitán, Uaxactún, Carmelita, Corredor Biológico Río Azul-Tikal, y al oeste con el Corredor Biológico Mirador Río Azul (CBMRA), el Parque Nacional Laguna del Tigre (PNLT) y la concesión industrial Paxbán (Conap, DGPCyN, & Cecon, 2009). Cuenta con sistemas hídricos en los que se encuentran las denominadas “aguadas” o lagunetas con ancho menor a 30 m, poco profundos y distribuidos ocasionalmente por el paisaje (Conap, DGPCyN, & Cecon, 2009).

Diseño

- a) Población
 - Pumas del BPDFL
- b) Muestra
 - Pumas captados en fotografías de cámaras trampa en aguadas

Técnicas a usar en el proceso de investigación

- a) Recolección de datos
 - Las fotografías de pumas en las aguadas del BPDFL, tomadas a través de cámaras trampa entre los años 2014 a 2017, se obtuvieron de la base de datos del Centro de Datos para la

Conservación (CDC) del Centro de Estudios Conservacionistas (Cecon). Los datos de precipitación se obtuvieron de la página de la Comisión Nacional de Agua (Conagua) del Servicio Meteorológico Nacional de México.

- Se depuraron las fotografías tomadas con cámaras trampa cerca de las aguadas del BPDFL para seleccionar las que mostraban más información (visibilidad de varios ángulos de un individuo) y evaluar las características de la condición corporal.

b) Análisis de datos

- La evaluación de la condición corporal se realizó con base en la tabla de categorías desarrollada por la Asociación de Zoológicos y Acuarios de Estados Unidos (AZA) utilizado para cinco félicos distintos al puma. De esta tabla se descartó la categoría 5 (Sobrepeso) debido a que no hay registros de sobrepeso en fauna silvestre. Las categorías definidas fueron: Muy bajo, Bajo Moderado, Moderado ideal y Alto moderado (Tabla A1). Se calcularon las proporciones obtenidas en cada año (2014 a 2017).
- Los datos respecto a la condición corporal durante los años analizados, se correlacionaron con los datos climáticos de Campeche, México.
- De la evaluación de la condición corporal en los pumas se obtuvo el porcentaje de eventos observados por cada categoría en los meses de los años 2014 a 2017 y se compararon con los datos climáticos.
- Se realizó un análisis de varianza de una vía (Anova) para observar la varianza de la condición corporal en pumas a través de los años 2014 a 2017 en Excel 2010.
- Se realizó una correlación para observar la relación entre la condición corporal en pumas a través de los años 2014 a 2017 según la precipitación media y acumulada en Excel 2010.
- Figuras descriptivas de las variables también se realizaron en Excel 2010.
- Los datos analizados son relativos a los eventos observados en cámaras trampa, para la condición corporal: 2014, 8 eventos de los cuales solo 7 se determinaron; 2015, 5 eventos de los cuales 4 se determinaron; 2016, 92 eventos de los cuales 81 fueron determinados; 2017, 25 eventos de los cuales 22 fueron determinados.
- Respecto a determinar la presencia de *D. hominis*: 2014, 8 eventos de los cuales solo en 3 se determinó la presencia de este ectoparásito; 2015, 5 eventos de los cuales 5 se determinaron; 2016, 92 eventos de los cuales 33 fueron determinados; 2017, 25 eventos de los cuales 4 fueron determinados.
- Para el caso de la coloración del pelaje: 2014, 8 eventos de los cuales solo en 4 se determinó la coloración del pelaje; 2015, 5 eventos de los cuales en 3 fueron determinados; 2016, 92 eventos de los cuales 40 fueron determinados; 2017, 25 eventos de los cuales 13 fueron determinados.
- Cada evento es un caso independiente que teóricamente corresponde a un individuo de la población de pumas que visitan las aguadas.

Instrumentos para registro y medición de las observaciones

- Para determinar la tasa de visitas, el equipo necesario consta únicamente de una computadora y las fotografías con cámaras trampa marca Bushnell modelos Trophycam 8MP y Trophycam 14MP Intrussor No Glow.
- Para la evaluación de la condición corporal se utilizó un cuadro de categorías ya estandarizado, que determinan la condición corporal de especies de felinos en cautiverio (Figura A1). Además,

se tomaron en cuenta otras variables como: cantidad de ectoparásitos (*D. hominis*) observados y color de pelaje.

RESULTADOS

Se revisaron un total de 800 fotografías para puntuar la condición corporal de pumas en vida silvestre. Un porcentaje de entre 40-50% de fotografías no se observaron los caracteres necesarios para establecer una puntuación de su condición corporal debido a que: la imagen no capturó ningún ejemplar, el individuo se encontraba escondido entre la maleza, solo se tenían tomas de la cabeza o solo de la cola, la fotografía era demasiado oscura y/o el ejemplar tenía luz sobreexpuesta lo que dificultaba la visibilidad. El año 2016 fue donde se capturaron más pumas a través de cámaras trampa, registrando un total de 625 fotografías, mientras que el año 2014 fue el año con el menor número de capturas siendo un total de 28 (Tabla 1).

Tabla 1

Porcentaje de caracteres observados en las fotografías, en los años 2014 a 2017

Año	Caracteres por fotografía						Total de fotografías
	0	1	2	3	4	5	
2014	46.43%	25%	7.14%	14.28%	3.57%	3.57%	28
2015	44.44%	16.66%	8.33%	11.11%	11.11%	8.33%	36
2016	51.68%	10.56%	5.12%	4.8%	4.32%	23.52%	625
2017	43.24%	11.71%	3.60%	0.9%	0.9%	39.63%	111

Hay un incremento en el porcentaje de pumas con condiciones corporales “*bajo moderado*” conforme los años transcurren. El año 2014 es el año con el 75% de los pumas evaluados en una condición *moderado ideal*, mientras que en los años 2015 y 2016 además del incremento de pumas en condiciones *bajo moderado*, también aparecen individuos con la condición corporal *muy bajo* (Figura 1).

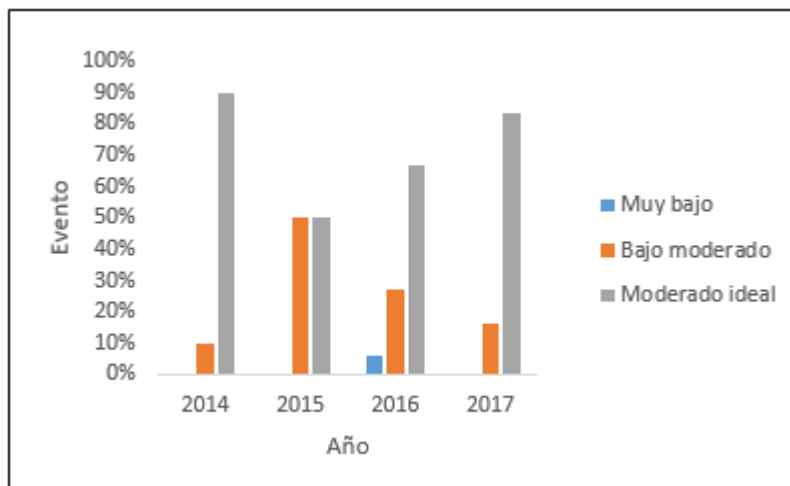


Figura 1. Condición corporal de pumas para los años 2014 a 2017

La condición corporal promedio en la población de pumas para los años 2014 y 2015 parece mantenerse como *moderado ideal*. Para los años 2016 y 2017 se observa que la condición corporal de

pumas disminuye a *muy bajo* al término de la época seca (mayo-junio), y comienza a ascender paulatinamente al inicio de la época lluviosa (julio en adelante), aunque la varianza entre años no es significativa (Tabla 2, figura 2)

Tabla 2

Análisis de varianza de la condición corporal de pumas de los años 2014 a 2017

Año	Varianza	F	Valor crítico para F
2014	0.037037037		
2015	0.125		
2016	0.166043179		
2017	0.174875		
Entre grupos	0.174875	1.51524422	3.587433702

Parece no haber diferencia significativa entre la varianza de la condición corporal de pumas a través de los años, $F < \text{Valor crítico de F}$ (Tabla 2)

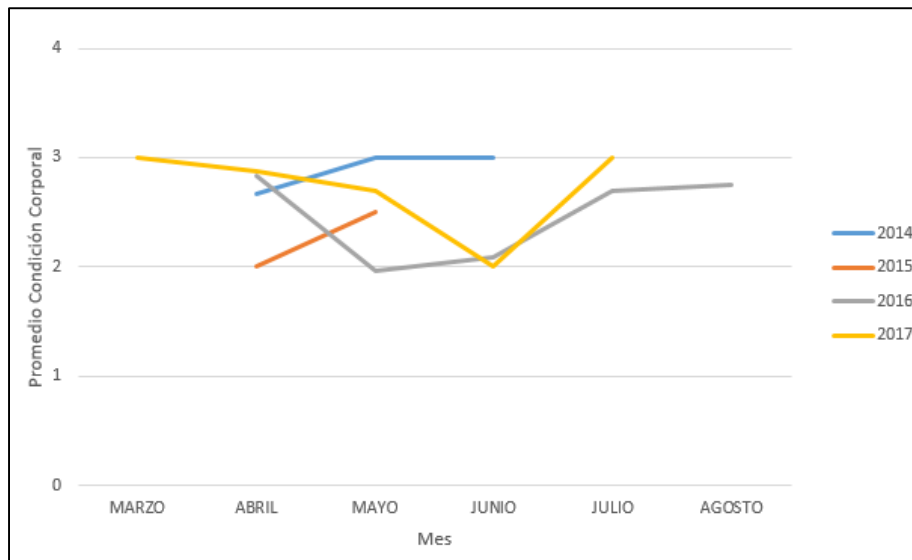


Figura 2. Promedio mensual de la condición corporal de los pumas durante la época seca de los años 2014 a 2017. De 4 a 1 las condiciones son: Alto-moderado, Moderado-ideal, Bajo-moderado, Muy bajo, respectivamente.

En todos los eventos de pumas, estos presentaron el ectoparásito *D. hominis* en la época seca a través de los años. (Figura 3, Figura A3).

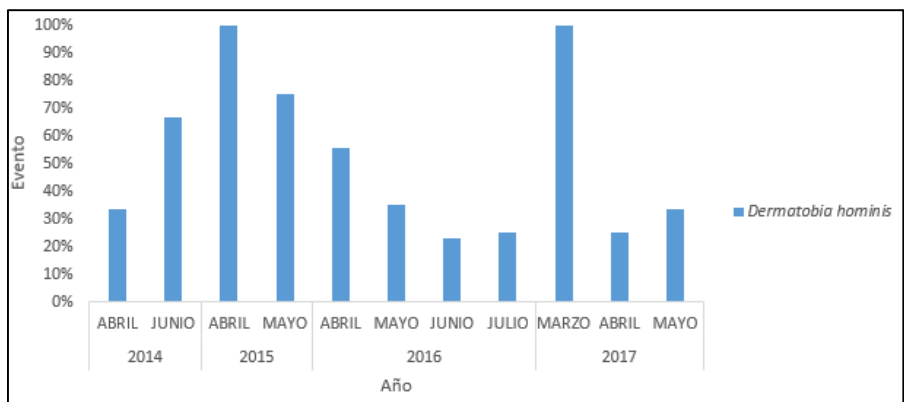


Figura 3. Presencia de *Dermatobia hominis* en pumas a partir de los años 2014 a 2017

Para los años 2014 y 2015, los pumas con el pelaje pardo rojizo son relativamente más abundantes. Para el año 2016 se ve un leve incremento en el porcentaje de individuos color pardo amarillo, y para 2017 en abril hay más pumas pardo rojizo y al término de la época seca se registran más eventos de pumas pardo amarillo (Figura 4).

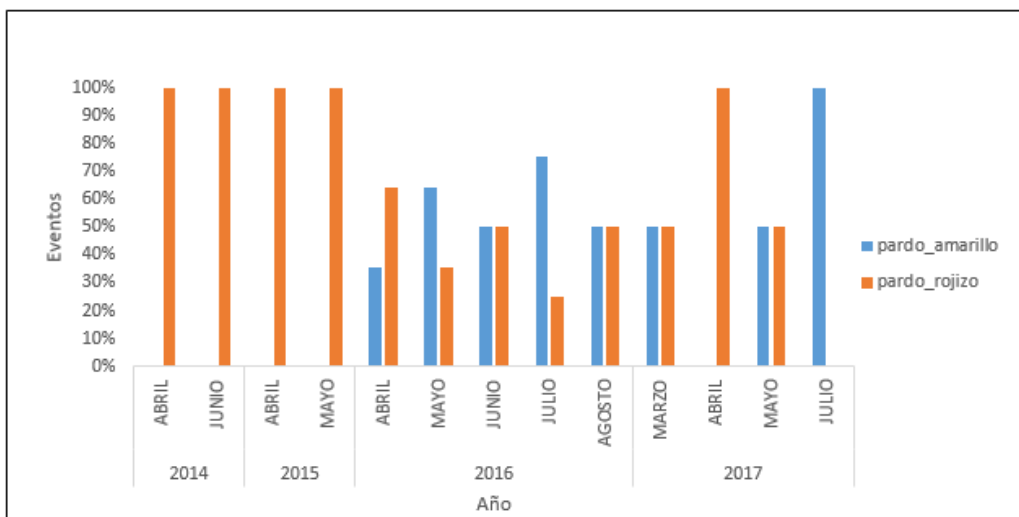


Figura 4. Coloración de pelaje en pumas en los años 2014 a 2017

Se realizaron cinco estimaciones de precipitación y temperatura, siendo la primera (Figura 5), la precipitación media mensual y la temperatura media mensual, la segunda estimación (Figura 6) fue la precipitación acumulada y la temperatura media del mes en cuestión y el anterior, la tercera estimación (Figura 7) es la precipitación acumulada y la temperatura media de los dos meses anteriores, la cuarta estimación (Figura 8) es la precipitación acumulada y la temperatura media de ese mes y los dos anteriores, y la quinta estimación (Figura 9) es la precipitación acumulada y la temperatura media de los tres meses anteriores que al correlacionarlos con la condición corporal en puma observada en las fotografías a partir de los meses de la época seca entre 2014 a 2017 parece que hay una mayor correlación (sin ser significativa) entre la condición corporal de pumas y la precipitación acumulada de dos meses anteriores (estimación 3, Tabla 3) respecto a las otras cuatro estimaciones. La temperatura se mantiene relativamente estable variando en décimas a través de los meses. La precipitación es la variable que más fluctúa a través de los meses (Fig. 5-9).

Tabla 3

Coeficiente de correlación de Pearson y prueba de T para la condición corporal de pumas respecto a la precipitación

Grupo	Coeficiente de correlación	t	P(T<=t) una cola	Valor crítico de t (una cola)
CC ¹ vs. Prm ²	-0.211803285	-4.61520468	3.96859E-05	1.701130934
CC vs. P_1 ³	0.0524708	-4.88832958	1.88185E-05	1.701130934
CC vs. P_2 ⁴	0.236148852	-4.00893002	0.000205132	1.701130934
CC vs. P_3 ⁵	0.051927483	-5.14095754	9.43241E-06	1.701130934
CC vs. P_4 ⁶	0.134366284	-4.63996013	3.70936E-05	1.701130934

¹ condición corporal, ² precipitación media mensual, ³ precipitación acumulada 1, ⁴ precipitación acumulada 2, ⁵ precipitación acumulada 3, ⁶ precipitación acumulada 4 (Tabla A2)

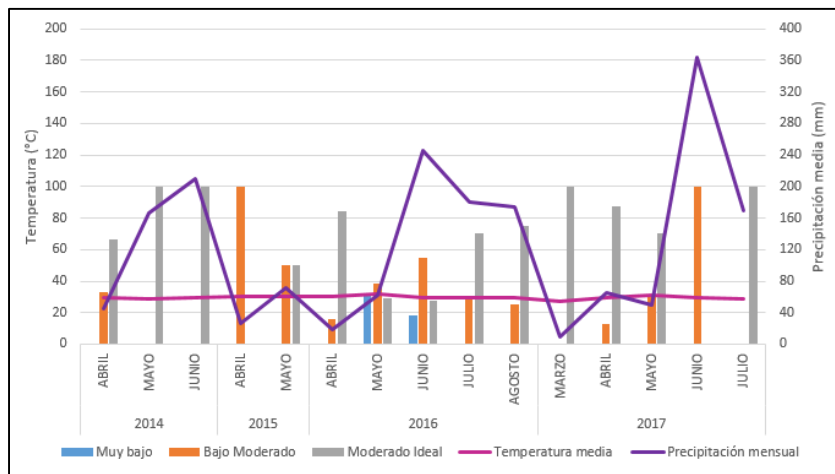


Figura 5. Condición corporal en pumas respecto a la precipitación media mensual y temperatura media mensual (Tabla A2)

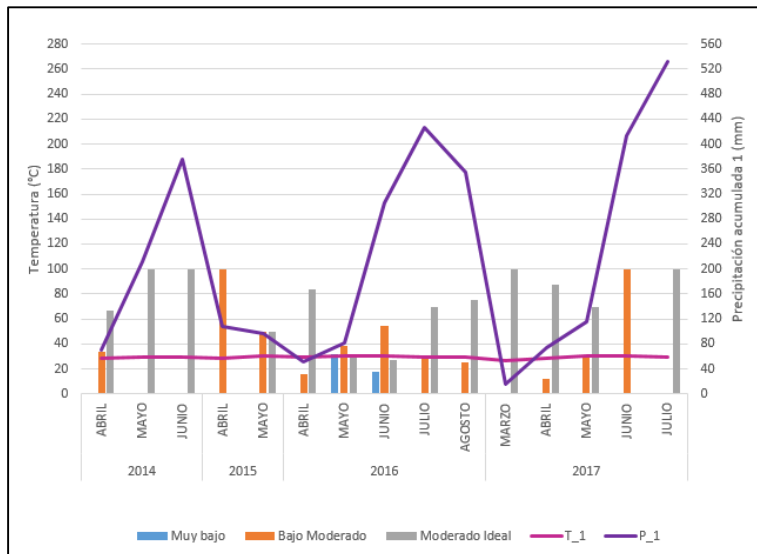


Figura 6. Condición corporal en pumas respecto a la precipitación acumulada (P_1) y temperatura promedio (T_1), (Tabla A2)

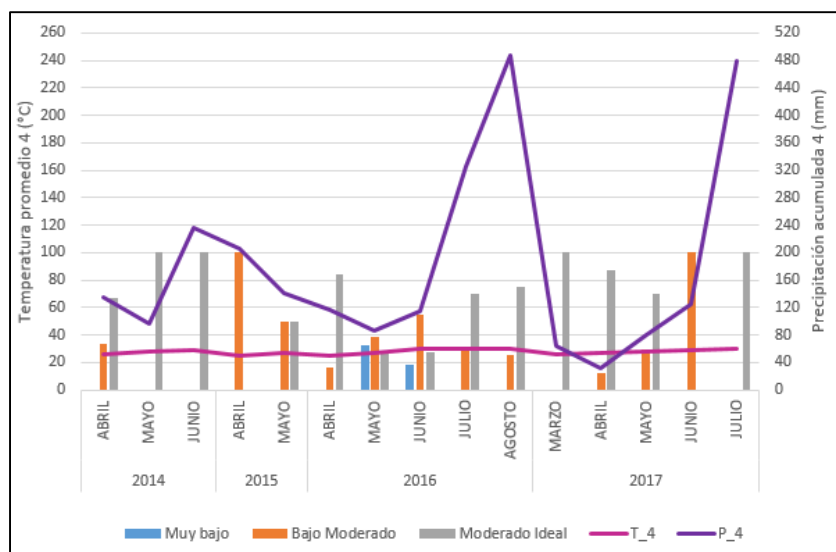


Figura 9. Condición corporal en pumas respecto a la precipitación acumulada (P_4) y temperatura promedio (T_4), (Tabla A2)

DISCUSIÓN

Evaluación de la condición corporal durante la época seca en la Reserva de Biósfera Maya

Entre los años 2014 a 2017 la condición corporal de los pumas registrados por cámaras trampa se mantiene en moderado ideal (categoría 3), que se considera como el estado óptimo en félidos (AZA, 2016).

Miller y Núñez (1999) en un estudio de tres años (1995 a 1997) con jaguares y pumas en la Reserva de la Biósfera “Chamela-Cuixmala” en México, determinaron que ambos félidos usan una mayor área de actividad durante la época lluviosa que en la seca. Similar a la ecología en la época seca de la RBM en Guatemala, en la RBCh-Cx el agua se encuentra disponible solamente en pequeñas pozas donde se concentran las potenciales presas de ambos carnívoros, permitiendo una mejor accesibilidad a estas al mismo tiempo que el agua para beber sin necesidad de desplazarse mucho, mientras que cuando la época de lluvia empieza, las presas dejan de concentrarse cerca de los cuerpos de agua por lo que los félidos se desplazan a mayores distancias en su búsqueda. Por lo anterior, se esperaría que los pumas mantuvieran su estado corporal ideal en época seca ya que hay mayor oportunidad de cazar presas si visitan las aguadas con frecuencia. Estudios han determinado que hay cambios estacionales en el régimen de las lluvias, así como del clima y la humedad relativa, lo que ocasiona variaciones del balance hídrico de las aguadas, que determina a su vez, la acumulación de agua o la pérdida de la misma (Chamaillé-Jammes, Fritz, & Murindagomo, 2007; García, Aguilera, Guzmán, Rodríguez, & González, 2018). Es decir, aunque hay agua acumulada, no siempre se mantendrá y en el caso de que se pierda totalmente, los sitios donde generalmente llegan a beber diversas especies, entre ellos mamíferos vertebrados medianos y mayores como el puma, se verán en la necesidad de desplazarse en busca de bebederos disponibles (Miller y Núñez, 1999). De manera descriptiva, se tiene que las precipitaciones acumuladas de dos meses anteriores (Tabla A1) tiene una mayor correlación al estado corporal de los pumas durante los cuatro años analizados (Figura 7, Tabla 3), esto significa que, si en los dos meses previos la precipitación acumulada fue muy baja o muy alta, repercute en la cantidad de agua disponible en las aguadas del mes evaluado.

El año 2016 las aguadas del BPDL se secaron completamente, coincidiendo con las primeras observaciones de pumas de categoría 1 (condición corporal muy bajo), por lo que hay una asociación

posible entre la sequía y una baja en la condición corporal de poblaciones de *P. concolor* que frecuentan las aguadas del BPD (García et al., 2018).

Las posibles causas del estado óptimo, o no, de los pumas pueden ser: la competencia entre pumas y jaguares por presas, en conjunto con la disponibilidad de agua en su hábitat, ya que la época seca obliga a ambos a coexistir por lo que la disponibilidad de presas se puede ver limitada en especial el venado, la principal presa de ambos félidos (Ceballos et al., 2010; Estrada, 2006). La reproducción, que no tiene un patrón bien definido pues se puede dar en época seca donde las presas se concentran cerca de los pozos de agua siendo más fáciles de cazar y que la hembra retorne a su madriguera a cuidar del cachorro además de evitarle el esfuerzo de moverse grandes distancias y mantenerse en un área segura, y en época de lluvia, ya que al haber mayor disponibilidad de agua hay mayor diversidad de presas (Miller & Núñez, 1999). Hacen falta más datos para poder establecer si los félidos tienen un período determinado de reproducción (Ceballos et al., 2010; Miller y Núñez, 1999). Sin embargo, por el estado en el que se observó a la madre y a la cría en las fotografías del mes de mayo del 2016 (finales de la época seca), tal parece que la época seca del año 2016 fue bastante agresiva afectando su estado físico y (posiblemente) la crianza de su cría. Las posibles hembras (o hembra) gestantes que fueron fotografiadas en los meses de junio y julio del 2016, meses donde iniciaba la época lluviosa, se encontraba en mejor condición que la hembra con cría del mes de mayo.

Ectoparásitos (Dermatobia hominis)

Respecto a la presencia de *D. hominis*, no parece estar relacionada a la disponibilidad de agua en la época seca, pues sin importar el año, todos los individuos presentaron indicios de portar a este parásito, común en mamíferos de los trópicos (Bowman et al., 2008).

Variación del pelaje en P. concolor

Durante los años 2014 a 2017, parece haber mayor cantidad de individuos de pumas que visitan las aguadas con un pelaje pardo-rojizo. Tomando en cuenta la conectividad de la RBM y el BPD para especies que, como el *P. concolor*, recorren grandes extensiones de área (Grigione, et al., 2002; Conap, DGPCyN, & Cecon, 2009; Reid, 2009; Ceballos, et al., 2010; Nielsen, et al., 2015), y la presencia de individuos con ambas variaciones de color de pelaje, es posible que haya una migración de poblaciones de México y/o Belice, siendo Guatemala el área intermedia, donde la disponibilidad de agua o la búsqueda de presas sea la causa más probable de su desplazamiento, tal y como lo comprobó Grigione y colaboradores (2002) con pumas de California, en donde hallaron que, tanto los factores intrínsecos (como el sexo y la masa corporal) y los factores extrínsecos (la abundancia relativa de los ciervos y el sitio de estudio) influyen en el rango de hogar de esta especie.

Fotografías de cámara trampa para evaluar la condición corporal en P. concolor

Respecto al método, observando una fotografía donde se vea al ejemplar completo con los criterios que se determinaron (Tabla A1, Figura A2) es suficiente para clasificarlo en una categoría, preferiblemente a color, o si es a blanco y negro, la fotografía no esté sobreexpuesta. Observar fotografías es un método no invasivo que requiere menos esfuerzo, que observar directamente a los ejemplares moviéndose en su hábitat, como la metodología que antes emplearon Sinclair & Duncan (1972) o Gaidet & Gaillard (2008) con ungulados. Las fotografías al permanecer estáticas permiten observar a más detalle al organismo, sin embargo, faltara estandarizarlo, es decir, todos los individuos deben analizarse de un lado (Schiffmann et al., 2017), siendo posible únicamente al colocar varias cámaras trampa que tomen fotografías al ejemplar en diferentes ángulos, aun así, eso queda lejos del control del investigador pues es, en este caso el puma, el que decide dónde y cómo pasar. Más fotografías permiten determinar la condición corporal del puma en diferentes ángulos, pero provocan que haya más variaciones entre las observaciones (aun cuando solo es un observador quien determina la categoría para cada puma), se sugiere, a través de lo trabajado en este

estudio, escoger una o dos fotografías donde se observe bien al ejemplar, de ser preferible del mismo ángulo para todos los individuos, y solo si no es posible observar todos los criterios que se delimitaron previamente, emplear más fotografías, así se disminuye el error de muestreo y el esfuerzo.

CONCLUSIONES

1. Durante los años 2014 a 2017 las fotografías analizadas demuestran que la categoría “moderado ideal” es la que prevalece para la población de *Puma concolor* que habitan el BPDL
2. La correlación entre la condición corporal de *P. concolor* y la disponibilidad de agua, medida por la precipitación acumulada de dos meses anteriores es relativamente mayor (0.236148852) pero no es significativa
3. Hay dos variaciones evidentes en la coloración del pelaje de la población de *P. concolor* que habitan el BPDL
4. El parásito *Dermatobia hominis* es común en pumas que visitan las aguadas del BPDL, por lo que las épocas secas durante los años 2014 a 2017 no parecen tener relación entre la presencia de este insecto y su hospedero.

RECOMENDACIONES

- Es necesario aumentar el tiempo de las cámaras trampa en las aguadas y el número de aguadas que se monitorean, pues hay años como el 2014 y 2015 con pocos eventos registrados que no son suficientes para determinar una correlación durante los meses de la época seca y la condición corporal de pumas.
- Elaborar una tabla propia de categorías para la evaluación de la condición corporal aplicada a *P. concolor* con la ayuda de veterinarios, zoólogos, nutricionistas, entre otras disciplinas que den una visión más integral de dichas categorías
- Elaborar un catálogo de fotografías, de ejemplares de *P. concolor* en vida silvestre, que sirva para comparar la condición corporal de los nuevos eventos que se registren durante los años posteriores a este estudio
- Debido a la conectividad de la Selva Maya y el posible desplazamiento de los pumas entre la región, es necesario aumentar el esfuerzo a los tres territorios involucrados, pues los hallazgos obtenidos serían menos especulativos.
- Implementar estrategias para la conservación de los cuerpos de agua a través de un monitoreo constante de las aguadas que son los principales reservorios en la RBM
- Involucrar a las comunidades aledañas en los proyectos de conservación de la RBM ya que son los actores principales que se llegan a beneficiar directa o indirectamente de los elementos naturales de estos sitios.

REFERENCIAS

- American Association of Zoological Parks and Aquariums [AZA], Tiger Species Survival Plan. (2016). *Tiger Care Manual*. Association of Zoos and Aquariums, Silver Spring, M.D. Recuperado de: https://www.speakcdn.com/assets/2332/tiger_care_manual_2016.pdf
- Aranda, M. & Sánchez, V. (2010). Prey spectra of jaguar (*Panthera onca*) and Puma (*Puma concolor*) in tropical forest of Mexico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 31, 65-67
- Bitetti, M. (2009). Depredadores tope y cascadas tróficas en ambientes terrestres. *Asociación Civil Centro de Investigaciones del Bosque Atlántico (Ceiba), Conicet*, 18(108), pp. 32-41
- Bowman, D.D., Hendrix, C.M., Lindsay, D.S., & Barr, S.C. (2008). *Feline clinical parasitology*. EE.UU.: John Wiley & Sons.

- Brizuela, G., González, C., & González, Y. (2003). Miasis furunculosa por *Dermatobia hominis*, “colmoyote”. *Medisan*, 7(2), pp. 124-128
- Chamaillé-Jammes, S., Fritz, H., & Murindagomo, F. (2007). Climate driven fluctuations in surface –water availability and the buffering role of artificial pumping in an African savanna: Potential implication for herbivore dynamics. *Austral Ecology* 32(7), 740-748 doi: 10.1111/j.1442-9993.2007.01761.x
- Ceballos, G., List, R., Medellín, R., Bonacic, C., & Pacheco, J. (2010). *Los felinos de américa, cazadores sorprendentes*. México: Telmex
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas [Conap]. (2015). *Reserva de la Biosfera Maya. Plan Maestro Segunda Actualización*. Guatemala: United States Agency for International Development
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas [Conap], Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural [DGPCyN], & Centro de Estudios Conservacionistas [Cecon]. (2009). *Plan Maestro 2009-2013 Parque Nacional Mirador-Río Azul y Biotopo Protegido Naachtun-Dos Lagunas*. Guatemala: Cecon
- Díaz, A. & Payán, E. (2001). *Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia*. Colombia: Panthera
- Estrada, C.G. (2006). *Dieta, uso de hábitat y patrones de actividad del Puma (Puma concolor) y el jaguar (Panthera onca) en la Selva Maya* (tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala
- García, M., Aguilera, A., Guzmán, G., Rodríguez, D., & González V. (2018). Dinámica temporal de la disponibilidad de agua y microclima en aguadas del biotopo protegido Dos Lagunas, Petén, Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 5(2), ISSN:2409-3459
- Gaidet, N. & Gaillard, J. (2008). Density-dependent body condition and recruitment in a tropical ungulate. *Canadian Journal of Zoology*, 86, pp. 24-32
- Global Biodiversity Information Facility, [GBIF]. (2018). *Puma concolor* L. (22 de noviembre 2018). Recuperado de <https://www.gbif.org/search?q=puma%20concolor>
- Grigione, M., Beier, P., Hopkins, R., Neal, D., Padley, W., Schonewald, C. & Johnson, M. (2002). Ecological and allometric determinants of home-range size for mountain lions (*Puma concolor*). *Animal Conservation*, 5, pp. 317-324 DOI:10.1017/S1367943002004079
- Harvey, J. W., Dunbar, M. R., Norton, T. M., & Yabsley, M. J. (2007). Laboratory findings in acute *Cytauxzoon felis* infection in cougars (*Puma concolor* cougar) in Florida. *Journal of zoo and wildlife medicine*, 38(2), 285-291.
- International Union for Conservation of Nature, [IUCN]. (2018) *Puma concolor* L. Bibliography. (22 de noviembre 2018). Recuperado de <http://oldredlist.iucnredlist.org/details/biblio/18868/0>
- Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, INSIVUMEH. (2018). Sequía. Obtenido de: http://www.insivumeh.gob.gt/?page_id=1711
- Pierce, B. M., Bleich, V. C., & Bowyer, R. T. (2000). Social organization of mountain lions: Does a land-tenure system regulate population size? *Ecology*, 81(6), 1533–1543. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2000\)081](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2000)081)
- Miller, B. y Núñez, R. (1999). *Ecología de jaguares y pumas en el oeste de México: Fase II*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. J090. México D. F.
- Nielsen, C., Thompson, D., Kelly, M., & López, C.A. (2015). *Puma concolor* (errata version published in 2016). The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T18868A50663436.en>
- Reid, F.A. (2009). *A Field Guide to The Mammals of Central America & Southeast Mexico*. EE.UU.: Oxford, University Press.
- Reppert, A., Treiber, K., & Ward, A. (2007). Body condition scoring in cheetah (*Acinonix jubatus*): advancements in methodology and visual tools for assessment. In A. Ward, A. Coslik, M. Maslanka (Ed.). *Proceedings of the Ninth Conference on Zoo and Wildlife Nutrition*, AZA Nutrition Advisory Group, Kansas City, MO
- Riney, T. (1960). A field technique for assessing physical condition of some ungulates. *Journal of Wildlife Management*, 24 (1), pp. 92-94

- Rubio-Gutiérrez, I. C., & Guevara-Chumacero, L. M. (2017). Variación en la coloración y los patrones del pelaje en los felinos. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 25(71), 94-101.
- Rueda, P., Mendoza, G.D., Martínez, D., Rosas, O.C. (2013). Determination of the jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) diet in a tropical forest in San Luis Potosi, Mexico. *Journal of Applied Animal Research* 41(4), pp. 484-489.
- Schiffmann, C., Clauss, M., Hoby, S., & Hatt, J.M. (2017). Visual body condition scoring in zoo animals-composite, algorithm and overview approaches in captive Asian and African elephants. *Journal of zoo and aquarium research*, 5(1), 1-10
- Silveira, L., Jácomo, A., & Diniz-Filho, J. (2003). Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological conservation*, 114, 351-355.
- Sinclair, A. & Duncan, P. (1972). Indices of condition in tropical ruminant. *East Africa Wildlife Journal*, 10(99), pp. 143-149
- Stoner, D. C., Wolfe, M. L., & Choate, D. M. (2006). Cougar Exploitation Levels in Utah: Implications for Demographic Structure, Population Recovery, and Metapopulation Dynamics. *Journal of Wildlife Management*, 70(6), 1588-1600. [https://doi.org/10.2193/0022-541X\(2006\)70\[1588:CELIUI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2193/0022-541X(2006)70[1588:CELIUI]2.0.CO;2)

ANEXOS

Evaluación de la condición corporal de pumas (*Puma concolor* L.) que visitan las aguadas del Biotopo Protegido Dos Lagunas entre los años 2014 a 2017

Bá, Usi'j¹, García, Manolo²

¹ Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad -EDC-, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, ² Centro de Estudios Conservacionistas, Universidad de San Carlos de Guatemala
saqchaim@gmail.com

Palabras clave: cámaras trampa, precipitación acumulada, conectividad, Selva Maya

Resumen

La especie *Puma concolor* es un elemento de conservación del plan maestro de la Reserva de la Biosfera Maya (RBM) y el Biotopo Protegido Dos Lagunas (BPDL). Por medio de cámaras trampa ubicadas estratégicamente en aguadas del BPDL, en la época seca de los años 2014 a 2017, se han obtenido fotografías en donde se han observado individuos con distintas condiciones corporales, específicamente, individuos que mantienen o han perdido masa corporal. Por lo anterior, se buscó relacionar estos cambios en su condición corporal, basados en la tabla de evaluación de la condición corporal en felinos de la Asociación de Zoológicos y Acuarios de Estados Unidos (AZA por sus siglas en inglés), con las condiciones climáticas del BPDL, observando que existe una correlación entre la condición de sus individuos de puma y la precipitación media acumulada de los meses. Más que la precipitación en sí, es la acumulación de agua en las aguadas lo que indirectamente limita a los grandes carnívoros a obtener presas, viéndose en la necesidad de desplazarse, posiblemente a lo largo de la Selva Maya (tal y como indica la variación del color de pelaje en distintos individuos en los años 2016 y 2017, que probablemente pertenezcan a distintas poblaciones de pumas).

Los hallazgos más notables, son los correspondientes al año 2016, año con más eventos de pumas registrados, donde en los meses más secos (mayo y junio) los individuos fotografiados se clasifican en las categorías 1 y 2 (muy bajo y bajo moderado) respectivamente. Se evaluó también la presencia del parásito *Dermatobia hominis*, concluyendo que es común en pumas que visitan las aguadas del BPDL, por lo que las épocas secas durante el período escogido, no parecen tener relación entre la presencia de este insecto y su hospedero

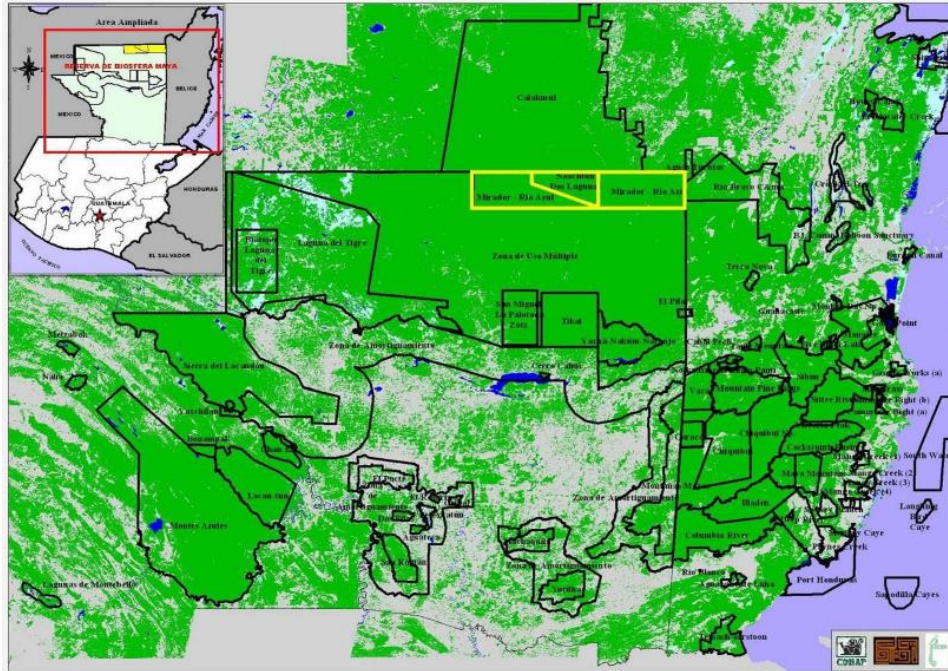


Figura A1. Mapa del Biotopo Protegido Dos Lagunas (CONAP 2009).

Tabla A1

Categorías para la evaluación de la condición corporal en *P. concolor*

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL	Muy bajo (categoría 1)	Bajo - moderado (categoría 2)	Moderado-Ideal (categoría 3)	Alto - moderado (categoría 4)
Cuello y hombros	Transición entre hombros, torso y cintura marcado exageradamente	Medianamente cubiertas, pero transición de los hombros al torso más sutil	Delineaciones obvias pero marcadas sutilmente	No se observa las delineaciones del cuello ni el hombro
Costillas	Visibles	Sutilmente visibles	No visibles	No visibles
Columna	Vertebras bastante aparentes o pobremente cubiertas	Medianamente cubiertas, algunas vértebras pueden estar visibles	No visibles	No visibles
Cintura y Abdomen	Pérdida de masa muscular, torso apenas cubierto	Musculatura pobre, medianamente cubierto	Delgado y musculoso, forma del torso aparente, más redondeado	Grasa acumulada
Coxis y cadera	Base de la cola visible	Base de la cola visible pero sutilmente la unión a la cadera	Delineaciones obvias, base de la cola puede ser visible pero de apariencia redondeada	Delineaciones no visibles

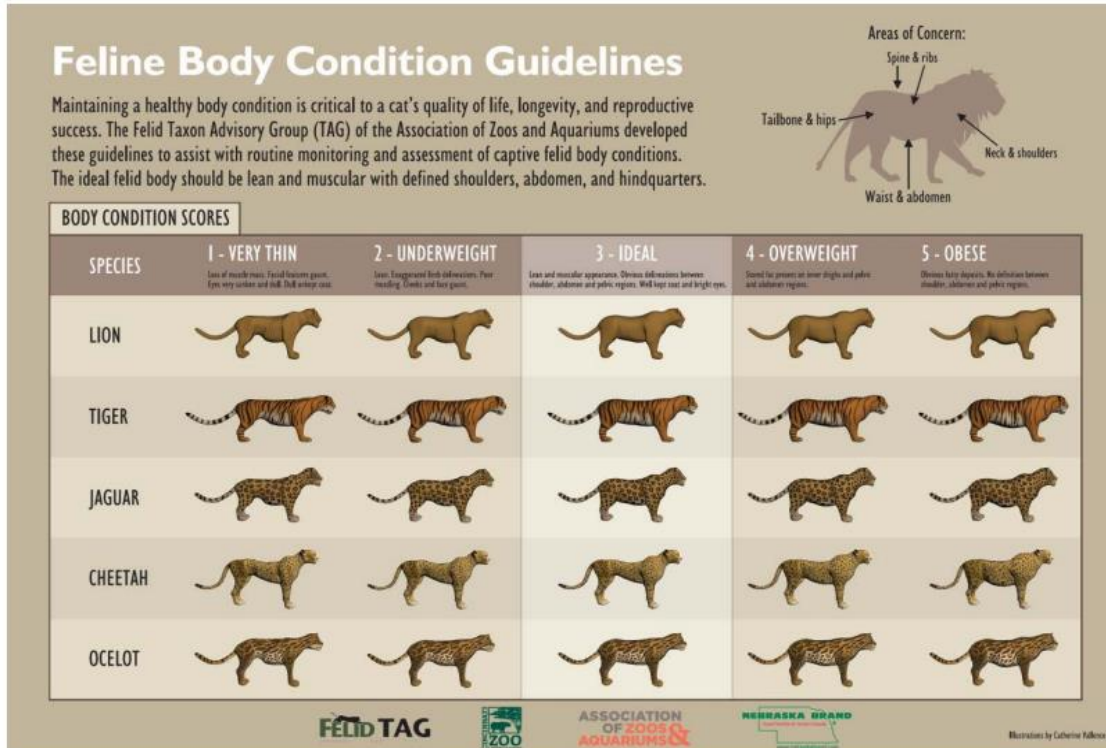


Figura A2. Tabla de categorías para la evaluación de la condición corporal en felinos (AZA, 2016).



Figura A3. Puma (2016) portando el ectoparásito *D. hominis*. Fuente: CDC-Cecon



*Figura A4. Coloración del pelaje en Pumas. Fuente: CDC-Cecon
Izquierda: Pardo rojizo, Derecha: Pardo amarillo*

Tabla A2

Significado de abreviaturas y etiquetas en tablas y figuras

Abreviatura	Etiqueta	Significado
Prm	Precipitación media mensual	Promedio del mes
P_1	Precipitación acumulada 1	Suma del mes y el anterior
P_2	Precipitación acumulada 2	Suma de los dos meses anteriores
P_3	Precipitación acumulada 3	Suma de ese mes y los dos anteriores
P_4	Precipitación acumulada 4	Suma de los tres meses anteriores
	Temperatura media mensual	Promedio del mes
T_1	Temperatura promedio 1	Promedio del mes y el anterior
T_2	Temperatura promedio 2	Promedio de los dos meses anteriores
T_3	Temperatura promedio 3	Promedio de ese mes y los dos anteriores
T_4	Temperatura promedio 4	Promedio de los tres meses anteriores