

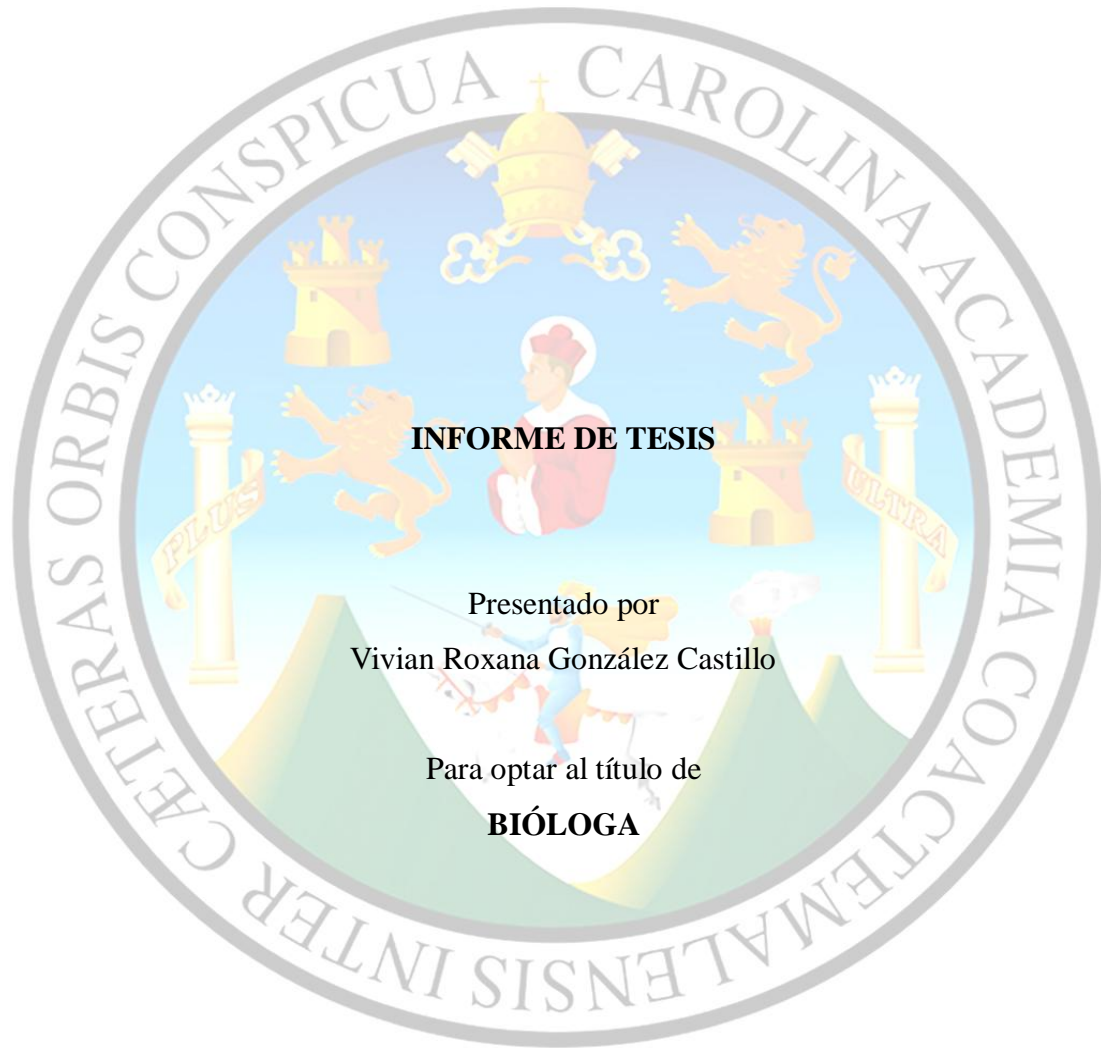
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**



Guatemala, Agosto del 2015

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

**“Vertebrados medianos y mayores asociados a las aguadas del Biotopo  
Protegido Naachtún - Dos Lagunas, Petén.”**



Guatemala, Agosto del 2015

## **Dedicado**

A Dios, la Virgen y los seres de luz que siempre me acompañan,

A mi papusho y la tía Sole porque la vida me los presto un rato y aprendí mucho de ellos,

Con mucho cariño a mí querida familia que siempre ha estado allí para apoyarme, en mis alegrías y en mis tristezas, animándome siempre a seguir adelante y a luchar por las cosas que me hagan feliz, gracias madrecita linda, Susita, Juan, y mi querido Pulgo, ustedes son mi fortaleza y mi razón de existir,

A mis peques Carlitos y Andrés porque son un regalo de vida,

A mis comadres Mónica, Melisa, Sofía, Ceci y Mafer Chita por ser mis cómplices, mis consejeras, sicólogas, aleras y confidentes,

A los amigos y colegas que partieron muy pronto Julio Estrada, Rodolfo Lima y Hugo Enríquez,

Con mucho aprecio a Karin González Escobar de Calderón a Don Héctor Vinicio Calderón Reyes y a toda su linda familia que siempre los tengo presentes en mi corazón,

A mi querido Petén, por su majestuosidad y su incomparable belleza, por recordarme que esta vida es hermosa,

A los “guardas” de nuestras áreas protegidas, porque son los guardianes de nuestro patrimonio natural, porque están allá afuera resguardando con su vida los recursos naturales,

A todas las biólogas y biólogos que comparten mi pasión por la naturaleza, por que luchan cada día por una mejor Guatemala, por amar el campo sin importar las incomodidades, la alimentación limitada, el cansancio, el sol, el frío, los mosquitos y garrapatas que van de cajón, las desveladas y madrugadas, por el esfuerzo y dedicación a la investigación, para ustedes.

## **Agradecimientos**

A la fundación González Castillo por todo el apoyo brindado.

A mi asesor de tesis Manolo García por todo su tiempo, su dedicación, por compartir sus conocimientos, por su amistad y guiarme en todo el camino.

A mi revisor Javier Rivas por sus acertadas sugerencias, observaciones y comentarios.

Al personal guarda recurso de CECON y FUNDAECO particularmente a Abraham Mateo, Arturo Palacio Garza, Marvin Ochaeta Escalera, Byron Cruz, Pablo Ical Chic, Concepción Morales, Marvin Noé García, Caín Olivares, Carlos Enrique Caal, Jerson Olivares, Rony Poll, Francisco Asturias, Luis Rodas y José Luis Rodas por todo el apoyo en campo, por cuidarnos, por llevarnos, por traernos, por compartir y por enseñarme lo que no te dicen los libros.

A mis compañeros Percy Estuardo Yaxcal y Paola Herrera por las risas, los ánimos y por todo su apoyo en el campo.

A Vanesa Dávila por su colaboración en el campo, por su motivación, por su apoyo y siempre darme una palabra de aliento,

A Jorge Jiménez Barrios, Daunno Chew, Fernando Castillo Cabrera, Hugo Haroldo Enríquez, Cristina Chaluleu, Claudia Burgos, por su ayuda en el análisis de fotografías, datos y elaboración de mapas.

A José Soto, Gabriela Ponce y Rony García por su orientación.

Al Centro de Estudios Conservacionistas (CECON), la Sociedad para la Conservación de la Vida Silvestre (WCS) y el Zoológico de Jacksonville por el apoyo institucional.

A esa gente linda que me incentivó, me apoyó, me presionó y siempre me hecho porras para terminar esta tesis, mil gracias, ustedes saben quiénes son,

A las personas que han hecho mi vida mucho más divertida Mónica, Chevere, Melisa, Gustavito, Pablito Lee, Sofía, Ceci, Odra, Patuca, Gretchen, Fernando, Astrid, Juancho, Jorgito, Pablo, Ileana, Juliuss, Rony, Herbert, Mania, Tono, Erin, Manfredo, Ricardo, Walda, Cristiancito, Gustavo, Pavel, Carlita, Ale, Rosita, Ivonne, Harim, Ana, Mafer, Miriam, Oliver, Paola, Percy, Bianca, Enio y a todas esas personas geniales que me he topado en esta vida, gracias por su amistad, por motivarme a seguir adelante, por el apoyo, por las risas, las lagrimas, por los consejos, las regañadas, las desveladas, por las fiestas y las bailadas simplemente gracias por compartir conmigo.



## **Junta Directiva**

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda	Decano
Licda. Elsa Julieta Salazar Meléndez de Ariza, MA.	Secretaria
MSc. Miriam Carolina Guzmán Quilo	Vocal I
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino	Vocal II
Br. Michael Javier Mó Leal	Vocal IV
Br. Blanqui Eunice Flores de León	Vocal V

## INDICE

1. RESUMEN.....	5
2. INTRODUCCION .....	7
3. ANTECEDENTES .....	8
4. JUSTIFICACIÓN .....	15
5. OBJETIVOS .....	17
5.1. General.....	17
5.2. Específicos .....	17
6. HIPOTESIS .....	18
7. MATERIALES Y METODOS .....	19
7.1. Descripción del área de estudio.....	19
7.1.1. <i>Características Físicas</i> .....	19
7.1.2. <i>Características Biológicas</i> .....	20
7.2. Universo del estudio.....	21
7.2.1. <i>Población:</i> .....	21
7.2.2. <i>Muestra</i> .....	21
7.3. Materiales.....	21
7.4. Métodos.....	22
7.4.1. <i>Selección de las áreas de estudio</i> .....	22
7.4.2. <i>Colecta de datos en campo</i> .....	23
7.4.3. <i>Análisis de los datos</i> .....	26
8. RECURSOS ECONOMICOS E INSTITUCIONALES .....	33
8.1. Recursos Humanos.....	33
8.2. Recursos Institucionales .....	33
9. RESULTADOS .....	34
9.1. Caracterización de las aguadas.....	34
9.1.1. <i>Características físicas y de la vegetación circundante a las 4 aguadas del BPNDL</i> .....	34
9.2. Composición y diversidad de especies de vertebrados medianos y mayores que visitan aguadas del BPNDL.....	45
9.2.1. <i>Esfuerzo de muestreo</i> .....	45
9.2.2. <i>Gremios alimenticios de los vertebrados que visitan las aguadas del BPNDL</i> .....	45

9.2.3. Estado de conservación de vertebrados medianos y mayores que visitan las aguadas del BPNDL .....	46
9.2.4. Registro de vertebrados medianos y mayores en 4 aguadas del BPNDL .....	47
9.3. Patrón de uso de aguadas por parte de vertebrados medianos y mayores con relación a los períodos de actividad y a la temperatura ambiental. ....	51
9.3.1. Frecuencias de captura .....	51
9.3.2. Patrones de actividad de vertebrados medianos y mayores asociados a las aguadas del BPNDL .....	55
9.3.3. Relación entre la temperatura ambiental promedio semanal y la actividad de los vertebrados medianos y mayores en las aguadas del BPNDL .....	64
9.3.4. Relación entre área del espejo de agua y la riqueza de especies. ....	66
10. DISCUSION .....	67
10.1. Caracterización de las aguadas.....	67
10.1.2. Características físicas y de la vegetación circundante en 4 aguadas del BPNDL.....	67
10.2. Composición y diversidad de especies de vertebrados medianos y mayores que visitan aguadas del BPNDL.....	70
10.2.1. Esfuerzo de muestreo y curvas de acumulación de especies.....	70
10.2.2. Gremios alimenticios que visitan las aguadas del BPNDL.....	71
10.2.3. Estado de conservación de vertebrados medianos y mayores que visitan las aguadas del BPNDL .....	73
10.2.4. Composición de vertebrados medianos y mayores que visitan las aguadas del BPNDL .....	74
10.3. Patrón de uso de aguadas por parte de los vertebrados medianos y mayores con base en los patrones de actividad y temperatura ambiental del Biotopo .....	76
10.3.1. Frecuencias de captura. ....	76
10.3.2. Patrones de actividad de vertebrados medianos y mayores asociados a las aguadas del BPNDL .....	79
10.3.3. Relación entre la temperatura ambiental y la actividad de vertebrados medianos y mayores en las aguadas del BPNDL.....	83
10.3.4. Relación entre área y la riqueza de especies.....	84
11. CONCLUSIONES.....	86
12. RECOMENDACIONES .....	88
13. REFERENCIAS .....	90
13. ANEXOS.....	105

Anexo 1. Ubicación del Biotopo Protegido Naachtún- Dos Lagunas .....	105
Anexo 2. Boleta para caracterización de las aguadas.....	105
Anexo 3. Boleta para datos para la estratificación de la vegetación riparia (tomada de Menéndez <i>et al</i> 2008) .....	106
Anexo 4. Boleta para descripción de la estructura y composición arbustiva .....	106
Anexo 5. Aguada La Gloria.....	107
Anexo 6. Aguada Poza Maya .....	107
Anexo 7. Aguada Los Monifatos.....	108
Anexo 8. Aguada El Trampole .....	108
Anexo 9. Sitios de muestreo, otras fuentes de agua, campamentos xateros y chicleros. ....	109
Anexo 11. Datos Climatológicos de Estación Automática Calakmull II de México año 2013....	111
Anexo 12. Correlaciones entre T° y frecuencia de visita de los vertebrados medianos y mayores que visitan las aguadas del BPNDL. ....	112
Anexo 13. Diagrama de dispersión entre la frecuencia de visitas y la máxima temperatura promedio. ....	113
Vertebrados medianos y mayores que visitan las aguadas del BPNDL .....	114

## 1. RESUMEN

La reserva de Biosfera Maya es de gran importancia para la diversidad biológica, siendo a la misma vez vulnerable ante los posibles efectos de cambio climático. Por lo que en esta investigación se realizó un esfuerzo de generar información para facilitar la toma de decisiones claves para la conservación de la biodiversidad del Biotopo Protegido Naachtún-Dos Lagunas, al caracterizar los vertebrados terrestres medianos y mayores asociados a 4 estanques estacionales o intermitentes localmente conocidos como aguadas durante la temporada seca (Marzo a Junio) del 2013. Se determinó la composición y diversidad de vertebrados terrestres medianos y mayores que las visitan, sus patrones de actividad, así como se determinó si existe una correlación en la frecuencia de visita y la temperatura ambiental, además se plantea que existe una tendencia en el aumento de la riqueza de especies al aumentar el tamaño de las aguadas. Esto con la ayuda de un set de 11 trampas cámara Bushnell Trophy Cam activas las 24 horas de día, asimismo se establecieron las características físicas y de la vegetación circundante. Se estableció que dentro del Biotopo existen aguadas con diferentes dinámicas de estacionalidad, ya que se encuentran tanto aguadas estacionales como permanentes, donde estas últimas se caracterizan por presentar suelos arcillosos que ayudan a la retención del agua durante la época seca. La vegetación circundante en las aguadas ubicadas en bajos o selvas inundables se caracterizan por la presencia de pucté (*Bucidas buceras*), palo gusano (*Lonchocarpus guatemalensis*), tinto (*Haematoxylum campechianus*), chechén (*Metopium brownei*) y chilonche (*Eugenia capulí*); mientras que las aguadas ubicadas en bosque alto o de serranía se caracterizan por la presencia de especies como el ramón (*Brosimum alicastrum*) y zapotillo (*Pouteria sp*). Con un esfuerzo de captura de 898 trampas-noche, se obtuvieron 15,564 fotografías con fauna presente, que corresponden a 2,366 visitas independientes y a 226.61 registros/100 trampas noche. Se registraron veinte especies de vertebrados terrestres medianos y mayores asociados a las aguadas, de las cuales el 95% presenta algún grado de amenaza de acuerdo a la Lista Roja de la UICN y la lista de especies amenazadas propuestas por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Así mismo, tres especies de felinos son ubicados en el Apéndice I del listado de la Convención sobre el Comercio Internacional de especies amenazadas.

Las especies con más registros fueron el jabalí (*Tayassu pecari*), con una frecuencia de captura de 120.71 registros/100 trampas noche, el faisán (*Crax rubra*) con 52.22 registros/100 trampas-noche, el tapir (*Tapirus bairdii*) con 8.24 registros/100 trampas-noche, la mancolola (*Tinamus major*) con 4.34 registros/100 trampas noche y el cabrito (*Mazama* sp.) con 4.00 registros/100 trampas noche. El gremio alimenticio que obtuvo una mayor representación fue el omnívoro con 6 especies (*Crax rubra*, *Meleagris ocellata*, *Nasua narica*, *Pecari tajacu*, *Tayassu pecari* y *Urocyon cinereoargenteus*,). En cuanto a los patrones de actividad observados en las aguadas, se sugiere que estas son más visitadas por especies diurnas (7), sin embargo se observan especies presa (*Cuniculus paca* y *Tapirus bairdii*) con patrones de actividad nocturnas y catameral que prefieren visitar las aguadas durante la fase de luna nueva, cuando las noches son más oscuras, o disminuir sus visitas durante la fase de luna llena, con el fin de evitar a posibles depredadores que no evidencian un comportamiento marcado por las diferentes fases lunares. En cuanto a la relación entre las frecuencias de visita y la temperatura ambiental existe un rango entre 36°C a 39°C donde las visitas a las aguadas aumentan y luego tienden a disminuir, por lo que las frecuencias de visita no son directamente proporcionales al aumento de la temperatura, además se observa una tendencia en las aguadas de soportar un mayor número de especies cuando su tamaño aumenta. La diversidad de especies que visitan las aguadas permanentes del BPNDL es similar en los cuatro sitios de estudio, por lo que las aguadas se pueden considerar hábitats críticos para la protección de estas. Se recomienda hacer monitoreos biológicos que consideren otros parámetros que no fueron tomados en cuenta durante el presente estudio, como los parámetros físico-químicos y la calidad del agua, así como evaluar los efectos del cambio climático en las aguadas tomando en cuenta los patrones de precipitación y evapotranspiración. Siendo Guatemala un país miembro del selecto grupo de países Megadiversos del planeta, cuyo principal objetivo es la preservación de la biodiversidad, se ve la importancia de seguir generando información básica como la presente que en determinado momento contribuirá a la formación de políticas integrales que resguarden la biodiversidad.

## 2. INTRODUCCION

La Reserva de Biosfera Maya (RBM) ubicada en el departamento de Petén, fue declarada en el año 1990, y comprende una extensión aproximada de 1.5 millones de hectáreas. En conjunto con la Reserva de Montes Azules y Calakmul en México y la Reserva Natural Bravo de Belice, representan más de 4.0 millones de hectáreas de cubierta forestal, constituyendo el bosque más grande de Mesoamérica cuyos elementos naturales se encuentran en buen estado de conservación debido al aislamiento histórico y las actividades de protección (CONAP *et al* 2009, p. 1,3, 4).

Las características naturales de este bloque de reservas determinan una diversidad de flora y fauna excepcional. Con más de 3,000 especies de flora agrupándose en bosques altos semi-caducifolios, en asociaciones vegetales tales como el sibal, tintal, corozal, ramonal y caobal, mientras que la fauna está representada por la mitad de las especies que posee el país (CONAP, 1996, p. 12).

Dentro de la región, se encuentran cuerpos de agua superficial localmente denominados “aguadas”, las cuales son abastecidas por las lluvias y durante la época seca son la principal fuente de agua para una gran variedad de especies de flora y fauna (García y Radachowsky, 2004, p. 7,15; Reyna *et al*, 2010, p.2).

El presente estudio fue realizado con el objetivo de identificar las especies de vertebrados medianos y mayores que visitan las aguadas, sus patrones de actividad y el uso del hábitat, durante la época seca. Para esto se utilizó la técnica de fototrampeo por medio de trampas cámara y se realizó una descripción de las aguadas tomando en cuenta las características físicas y biológicas del hábitat como la vegetación riparia, tamaño del espejo de agua, temperatura ambiental, así como la relación que existe entre estas características y la diversidad de especies que estos ecosistemas sostienen, información esencial para la conservación y manejo de los recursos naturales.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1. El Agua

El agua es el compuesto más importante para la vida en la Tierra, forma parte esencial de todos los seres vivos, cuyos cuerpos se componen aproximadamente en un 72% de ella y se encuentra de manera natural en grandes cantidades en estado líquido, sólido y gaseoso (Prieto, 2004, p. 1). El 71 % del planeta está cubierto por agua, de la cual 97.5% es salada, formando los océanos y mares, y el restante 2.5% lo constituye agua dulce, del cual un 2.18% se encuentra concentrado en los glaciares, atmosfera y en acuíferos profundos, por lo que, solamente 0.32% aproximadamente está disponible en forma de lagos, ríos y pantanos (Prieto, 2004, p. 1; Badii *et al* 2008, p. 661).

El agua dulce superficial se distribuye en los continentes formando los denominados ecosistemas acuáticos epicontinentales, dentro de los que existen sistemas lóticos como ríos, arroyos y arroyuelos, y sistemas lénticos como los lagos, lagunas, charcos y estanques (Prieto 2004, Vila *et al* 2006).

Siendo el agua, el compuesto más importante para la salud de la fauna, la pérdida de sólo un 10% de agua corporal resulta en la muerte. Esta puede obtenerse mediante la ingestión directa, con los alimentos, mediante la recirculación y como agua metabólica (Mora, 2007, p.75). Los animales la requieren por múltiples razones, como para la digestión y el metabolismo, la reducción de la temperatura corporal y para la eliminación de desechos metabólicos, siendo los requerimientos de agua mayores para los herbívoros, intermedios para omnívoros y de menor manera para carnívoros y granívoros (Wolff, 2001, p.2; Yarrow, 2009, p. 3).



### **3.2. Los Humedales**

Dentro de las aguas superficiales encontramos a los denominados humedales, que son extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanente o temporal, estancado o corriente, dulce, salobre o salado, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros (RAMSAR 1971). Los humedales se caracterizan por tres elementos, como lo son la presencia de vegetación hidrófila, el desarrollo de suelos hídricos y las condiciones hídricas caracterizadas por la influencia climática, en donde se involucran variables tanto geomorfológicas como topográficas (Rojas *et al*, 2003, p. 7).

#### **3.2.1. Las aguadas**

Dentro de la Reserva de la Biosfera Maya (RBM) en la zona noreste, los humedales de mayor distribución son los estanques estacionales o intermitentes localmente conocidos como aguadas, formadas en las depresiones aisladas en todo el paisaje donde el suelo es compacto y arcilloso (García y Radachowsky, 2004, p.15). Usualmente varían de forma y profundidad, formando un hábitat distintivo (Lundell, 1937, p 26). Son recargadas por la lluvia proporcionando el agua necesaria para la subsistencia de la fauna silvestre, sin embargo, su disponibilidad durante la época seca tiende a disminuir (García y Radachowsky, 2004, p.15; Reyes, 2009, p. 31; Reyna *et al* 2010, p.1).

En general las aguadas son una fuente importante para mantener las poblaciones de fauna silvestre que las frecuenta (Simá *et al* 2008b, p 47). Funcionando como zonas de descanso y abastecimiento, además de ser sitios claves para algunas especies de mamíferos (Galindo-Leal, 1999, p. 10). Dando lugar a una asociación de mamíferos medianos y grandes con las aguadas durante la temporada seca pero no durante la temporada de lluvias (Martínez-Kú *et al* 2008) y aquellas aguadas que se mantienen con agua durante largos periodos poseen asociaciones hidrofíticas características (Lundell, 1937, p 26). De acuerdo a lo mencionado anteriormente, las aguadas, pueden funcionar como centros de concentración de especies donde la mayoría de las cuales acuden durante el día, cuando la temperatura es mayor y las necesidades fisiológicas aumentan (Mesa-Zavala, 2012, p. 244).

Como en el caso del tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) que utiliza constantemente las aguadas, siendo la presencia y el porcentaje de agua de las mismas determinante para la sobrevivencia de esta especie (Pérez-Cortez, *et al*, 2012, p.753). Estos cuerpos de agua son un factor importante en su hábitat, ya que son utilizados como refugio ante sus depredadores y parásitos, además de sitios de descanso durante las horas más calurosas del día (Naranjo, 2001, p.9). Así mismo, para las manadas de jabalí (*Tayassu pecari*) las aguadas representan el elemento más importante del paisaje ya que comúnmente visitan las aguadas con mayor frecuencia cuando las temperaturas son más elevadas y las manadas tienden a darse baños de lodo para regular su temperatura y para librarse de ectoparásitos (Moreira, 2009, p.58; Reyna *et al* 2010, p. 4).

Las aguadas son hábitats críticos que están sujetos a presiones como la permeabilidad del suelo, las variaciones climáticas, la intensidad del uso por la fauna y el uso humano inapropiado (Martínez-Kú *et al*, 2008, p. 483). También son sitios importantes para la cacería, ya que los cazadores esperan a sus víctimas a la orilla, o extraen peces cuando estas están a punto de secarse (Reyna *et al* ,2010, p. 5).

El uso y manejo de las fuentes de agua para la vida silvestre ha sido más estudiado en ambientes semiáridos y secos de varios continentes. En África, a medida que la estación seca progresa los animales se ven forzados a concentrarse en los pocos remanentes de agua permanentes (Valeix, 2011, p. 163). En estos ambientes el agua superficial limita fuertemente la distribución y abundancia de grandes herbívoros durante la estación seca, implicando altos niveles de agregación de animales cerca de las fuentes de agua (Chamaillé-Jammes, 2007, p. 740).

Aunque estas fuentes de agua superficial son esenciales para la supervivencia de la fauna, sus requerimientos por aves y mamíferos son variables, incluso algunas especies con adaptaciones xeríticas pueden sobrevivir solamente con fuentes de agua preformada (Krausman *et al* 2006 p. 564; Ballard *et al* 1997, p. 68).

### 3.3. Las trampas cámara.

La captura de animales por medio de fotografías cuando los investigadores no están presentes se ha utilizado por décadas, sin embargo, es hasta alrededor de 1900 cuando se comienza a utilizar la fotografía remota o trampas cámara cuyo uso aumenta dramáticamente con la llegada de trampas cámaras comerciales (O'Connell *et al.* 2011).

En la década de 1890 George Shiras fue el primero en desarrollar un método que utilizaba un cable y un sistema de flash en la que los animales salvajes lo activaban por sí mismos y eran fotografiados. Luego el fotógrafo Carl Georg Shillings hizo una adaptación del método utilizado por Shiras y en 1905 en el este de África captura espectaculares fotografías en estanques de leones africanos (*Panthera leo*), leopardos (*Panthera pardus*), hienas (*Crocuta crocuta*) y chacales (*Canis sp*) (Kucera y Barrett 2011, p.11). Sin embargo, como método de investigación científica no es hasta 1927 que Frank Chapman trabaja en la isla de Barro Colorado, Panamá, para documentar las especies cuya presencia aún era incierta para el bosque (Kucera y Barrett, 2011, p 11).

Este método no invasivo generalmente provoca un mínimo disturbio en las especies objetivo, en una gran variedad de hábitats, a todas horas y bajo las condiciones más precarias, puede proveer información de un rango de especies simultáneamente y continuamente durante un tiempo prolongado, y dentro de extensas áreas de monitoreo; es por esto que se ha vuelto un popular método de monitoreo (Kusera y Barrett, 2011, p. Anrenaz *et al* 2012, p. 12). Actualmente el método de trampas cámara es utilizado para documentar la presencia y riqueza de especies en determinadas áreas, así como sus patrones de actividad, comportamiento, preferencia de hábitat, abundancia y densidad poblacional, también para establecer parámetros poblacionales de las especies, en el monitoreo de la depredación en nidos (Van Schaik y Griffiths, 1996; Rovero *et al* 2010; O'Connell 2011; Acrenaz *et al.* 2012), y en investigaciones relacionadas con ecología, comportamiento y conservación (Nichols *et al.* , 2011, p. 45).

Las trampas cámara han probado ser una herramienta útil para la detección de vertebrados terrestres en particular mamíferos de mediano y gran porte, así como aves terrestres, proporcionando evidencia de la identidad y presencia de los animales, varios estudios muestran la eficiencia del método para hacer inventarios de comunidades de mamíferos medianos y mayores con 57 al 86% de las especies detectadas (Rovero *et al*, 2010, p. 102-103).

Existen dos tipos de trampas cámara según el mecanismo de disparo, podemos encontrar trampas cámara activas que fotografían un animal u objeto cuando cruza un rayo infrarrojo y trampas cámara pasivas que disparan cuando un objeto con una temperatura diferente a la temperatura ambiental se mueve dentro de la zona de detección de la trampa cámara (Silver, 2004, p.6). La historia de detección específica para cada especie, puede ser utilizada para estimar el estado de las especies o de las comunidades (ocurrencia y riqueza de especies), y junto con las características específicas del hábitat, la información de la ocurrencia de las especies puede ser utilizado para responder preguntas sobre la ecología del comportamiento a nivel de especie o entre especies (Hamel *et al*, 2013, p.106).

### ***3.3.1. Estudios con trampas cámara en la Selva Maya***

Dentro de la RBM se han desarrollado varios estudios utilizando el método de trampas cámara, García y colaboradores (2006) estimaron la densidad de jaguares (*Panthera onca*) con dicho método en combinación con modelos de captura recaptura, estimando una densidad de 3.39 jaguares en 100 km<sup>2</sup> en el corazón del Parque Nacional Tikal.

Por su parte Estrada (2006) uso trampas cámaras para analizar la segregación entre el jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*) en la Selva Maya, comparando tres componentes principales: dieta, uso de hábitat y patrones de actividad. Concluye que ambas especies no se segregan mutuamente espacial ni temporalmente y no compiten directamente en la utilización de presas principales. Así mismo, deduce que los patrones de actividad en estos grandes felinos son muy similares y ambos tienden a ser más activos durante la noche que durante el día.

En otro estudio con jaguares, realizado dentro del Biotopo Protegido Dos Lagunas y el Parque Nacional Mirador Rio Azul, Moreira y colaboradores (2008) utilizaron trampas cámara para estimar su densidad ; la cual fue de  $7.02 \pm 6.44 - 13.85 \pm 6.81$  jaguares por cada  $100 \text{ km}^2$ . Evidenciando la importancia de estas áreas protegidas para la conservación de la población de jaguares y sus presas, ya que es de las densidades más altas reportadas para Guatemala.

Asimismo Moreira (2009) determino el tamaño, composición y patrones diarios de actividad de manadas de jabalí en aguadas para el Parque Nacional Mirador Rio Azul. Por su parte Ruano-Fajardo y colaboradores (2009) realizan un monitoreo dentro del Biotopo Naachtún Dos Lagunas de las manadas de jabalí (*Tayassu pecari*) y dantos (*Tapirus bairdii*) que visitan las aguadas durante el mes de Julio. Registrando un total de 20 especies de vertebrados, 10 de mamíferos y 10 de aves, siendo el mayor número de fotocapturas de manadas de jabalí (*Tayassu pecari*) y de faisanes (*Crax rubra*). En la Reserva de la Biosfera de Calakmul, México, Reyna y colaboradores (2010), determinaron que las “aguadas” representan un recurso vital para la sobrevivencia de la fauna silvestre. En esta misma Reserva, Pérez-Cortez y colaboradores (2012) utilizaron trampas cámara para evaluar las características ambientales que podrían determinar la presencia y abundancia del tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) en ella. Monitorearon aguadas y encontraron que variaciones en la precipitación pluvial influye en la abundancia de tapires en la aguadas, determinaron que hay una relación directamente proporcional entre la precipitación y el registro de esta especie en los cuerpos de agua estudiados.

Asimismo, en cuatro ampliaciones forestales dentro de la Reserva de Calakmul, se monitoreo con trampas cámara la fauna silvestre asociada a las aguadas; registrando 25 especies de tres clases taxonómicas: reptiles, aves y mamíferos, entre las que se encuentran especies prioritarias y especies bandera con alto grado de protección (Simá *et al*, 2008a). En otras dos ampliaciones forestales de la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Simá y colaboradores (2008b) también realizaron un estudio para detectar fauna silvestre en siete aguadas, en tres senderos y en tres riachuelos. En este estudio registraron 31 especies de 19 géneros, 16 familias y 10 órdenes, de las cuales el 58.06% de las especies fueron mamíferos y 18 especies están asociadas a las aguadas.

#### 4. JUSTIFICACIÓN

El Biotopo Protegido Naachtún-Dos Lagunas (BPNDL), zona núcleo de la Reserva de Biósfera Maya, es una de las áreas con menor impacto humano en la región que provee conectividad para el flujo genético entre las poblaciones de fauna y flora de México, Belice y Guatemala (CONAP *et al.*, 2009, p.72). En el Biotopo y varias zonas de la RBM, durante la época seca, el recurso hídrico es escaso para las poblaciones de flora y fauna, ya que el área puede pasar hasta tres meses sin lluvia y debido a sus suelos cársticos y porosos, no existen cursos de agua permanentes (CONAP, 2009, p.12).

Las denominadas aguadas, son ecosistemas de agua dulce abastecidos por la acumulación de agua de lluvia, que en la actualidad, son un recurso importante durante los meses secos para una variedad de especies de mamíferos, aves, peces, anfibios, gasterópodos y zooplancton (Akpinar, 2011, p. 9; Reyna *et al.*, 2010, p. 2; Ruano-Fajardo, 2009, p.2).

A pesar que algunos vertebrados enfrentan de diferentes maneras esta estacionalidad ambiental, con movimientos locales y regionales, cambios en sus patrones de actividad y uso del espacio, cambios en la dieta, acumulación de grasa o recursos alimenticios y adaptaciones fisiológicas para enfrentar la falta de agua. (Ceballos y Valenzuela, 2010, p. 108). Otros animales a medida que la época seca progresa, se concentran en fuentes de agua remanentes como las aguadas. Estudios recientes en la Reserva de la Biosfera Calakmul en México, reserva contigua al BPNDL, evidencian la dependencia de la fauna silvestre con algún grado de amenaza, a las aguadas, para su sobrevivencia como el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), el jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Puma concolor*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*) y el tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*), estos últimos considerados arquitectos de los ecosistemas con un papel crítico en la dispersión y depredación de semillas, estructura y composición del hábitat, y en las cadenas alimenticias que soportan grandes felinos (Reyna *et al.*, 2010, p. 3 ; Simá *et al.*, 2008a, p 16; Tabler *et al.* , 2008 p.1 ).

Siendo el área del BPNDL posiblemente uno de los pocos sitios a nivel nacional donde aún se conservan poblaciones de jaguar, puma, tapir, cabritos y jabalís. Es importante realizar estos estudios con fauna, ya que muchas especies cumplen importantes funciones ecológicas dentro del ecosistema como la depredación, herbívoria y dispersión de semillas que pueden influir potencialmente en la regeneración de los bosques (Bolaños y Naranjo, 2001; Cortez-Marcial y Briones-Salas, 2014, p.1434). Aunado a esto, es importante documentar la riqueza de especies, la composición y diversidad de diferentes sitios con el fin de facilitar decisiones clave para la conservación de la biodiversidad (Moreno, 2001).

Existen diferentes amenazas para la diversidad biológica nacional, tanto a nivel de ecosistemas como de especies, por ejemplo la pérdida de cobertura forestal que afecta directamente la integridad de los ecosistemas y la existencia misma de las especies; el comercio y tráfico de vida silvestre, por ser una actividad selectiva sobre algunas especies (IARNA, 2009, p. 110). Así mismo, los efectos del cambio climático sobre los patrones de precipitación podrían jugar un papel importante en cuanto a la disponibilidad de agua dentro del BPNDL, como se ha observado en la región de Calakmul (Reyna-Hurtado, 2010, p.3).

Debido a lo anterior, se evidencia la necesidad de generar mayor información sobre las aguadas y la fauna asociada. En la presente investigación se estudio la diversidad de vertebrados asociados a las aguadas, así como los patrones de actividad de estas especies, con lo que se genera información básica sobre estos ecosistemas hídricos y las especies de fauna que dependen de estos recursos, catalogados como elementos clave para la conservación de la diversidad biológica en el área, y los cuales en el mediano plazo pueden ser utilizados como sitios de monitoreo biológico. La información generada es un insumo para la conservación y manejo del BPNDL, la RBM y de la Selva Maya.



## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General.**

Caracterizar a los vertebrados terrestres medianos y mayores asociados a aguadas ubicadas dentro del Biotopo Protegido Naachtún-Dos Lagunas (BPNDL), Petén, durante la época seca.

### **5.2. Específicos**

4.2.1. Establecer las características físicas y de la vegetación circundante en 4 aguadas del BPNDL.

4.2.2. Determinar la composición, diversidad de especies y patrones de actividad de vertebrados terrestres medianos y mayores que visitan 4 aguadas del BPNDL.

4.2.3. Determinar si existe una correlación en la frecuencia de visita en las aguadas del BPNDL y la temperatura ambiental

## **6. HIPOTESIS**

### **Hipótesis 1**

Existe una correlación directamente proporcional entre el aumento de temperatura y la frecuencia de visita de vertebrados medianos y mayores en las aguadas del BPNDL. A mayor temperatura ambiental promedio semanal, hay mayor frecuencia de visita de vertebrados en las aguadas.

### **Hipótesis 2**

A mayor área del espejo de agua, mayor riqueza de especies de vertebrados que las visitan.

## **7. MATERIALES Y METODOS**

### **7.1. Descripción del área de estudio**

El BPNDL se encuentra al noroeste del departamento de Petén, dentro de la jurisdicción del municipio de Flores. Es una de las zonas núcleo de la RBM y abarca aproximadamente 30,710 hectáreas. Colinda al norte con la Reserva de Biosfera Calakmul en Quintana Roo y Campeche, México, al oeste, este y sur con el Parque Mirador Rio Azul (CONAP, 2009, p.3). (Anexo1)

#### **7.1.1. Características Físicas**

##### **7.1.1.1. Clima**

El clima es tropical con una temperatura promedio entre 21°C y 30°C y una precipitación de 1,160 a 1,700 mm/año con una evapotranspiración de 0.95% (CECON 1996, p.66; Ixcot *et al.*, 2005, p. 9). Durante el invierno la precipitación es de 150 mm/mes; durante esta temporada los cuerpos de agua y los bosques bajos se inundan dificultando el acceso. Sin embargo, al llegar la temporada seca, el recurso agua se ve limitado tanto para la flora y fauna, así como para los administradores y visitantes del área. Durante los años del evento climático “El Niño”, el área puede llegar a pasar hasta tres meses sin lluvia (CONAP *et al.*, 2009, p 12).

##### **7.1.1.2. Geología**

El BPNDL se encuentra dentro de la región fisiográfica de la Plataforma de Yucatán. (CECON, 1996, p. 66). Dentro del área se encuentran en su mayoría planicies y colinas onduladas con variaciones altitudinales entre 80-250 msnm, cuya excepción es el área de serranía que alcanza 421 msnm y corre del sur al norte, pasando por Uaxactún, Dos Lagunas, y la franja oeste del sector Río Azul (CONAP, 2009, p.13). Su topografía es cárstica, caracterizada por columnas empinadas y redondeadas seguidos de depresiones. Los suelos están compuestos de arcillas residuales, poco permeables, poco fértiles y fácilmente erosionables derivados de materiales calizos, superficiales, con la base de piedra caliza (CECON, 1996, p.66).

### 7.1.1.3. Hidrología

Los sistemas hídricos incluyen lagunas, lagunetas o aguadas y humedales. El hábitat acuático más común son las aguadas usualmente menores de 30 m de ancho y poco profundos distribuidos ocasionalmente por el paisaje, siendo estos un elemento de conservación natural. (CONAP *et al* 2009, p. 15).

## 7.1.2. Características Biológicas

### 7.1.2.1. Estructura y Composición de la vegetación

En un bosque típico se puede utilizar el concepto estrato para su análisis estructural. Dicho término se aplica a una copa de arboles entre ciertos límites de altura donde no siempre es evidente la discontinuidad entre sus capas. Las capas de arbustos y de otras plantas que se encuentran debajo de los arboles pueden también ser llamadas estratos. Se ha determinado que la selva tropical de especies dominantes mixtas posee cinco estratos de plantas independientes (Richards, 1996, p.27).

Ixcot y colaboradores (2005) registraron 64 familias, 138 géneros y 220 especies de plantas. Dentro de las especies dominantes de serranía se encuentra el zapotillo de hoja fina (*Pouteria reticulata*) y el ramón (*Brosimum alicastrum*); en bajos las especies dominantes son el chechén negro (*Metopium brownei*), tinto (*Haematoxylon campechianum*) y el chicozapote (*Manilkara zapota*). Mientras que en el guamil o bosque en regeneración se encuentra el chacaj (*Bursera simaruba*), chechén negro (*Metopium brownei*) y palo de gusano (*Lonchocarpus castilloi*).

### 7.1.2.2. Fauna

Se ha registrado 28 especies de escarabajos, 7 especies de anfibios, 38 especies de reptiles, 118 especies de aves, 32 especies de murciélagos y 5 especies de roedores. (Ixcot *et al* 2005 p. 36). Se registran en el área especies catalogadas como especies en peligro por la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN como el cocodrilo (*Crocodylus moreletii*) y la tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) (García y Radachowsky, 2004, p. 72; UICN, 2014).

En cuanto a los mamíferos presentes en el área se reportan especies como el tapir (*Tapirus bairdii*), cabrito (*Mazama americana*), puma (*Puma concolor*), jaguar (*Panthera onca*), jabalí (*Tayassu pecari*), ocelote (*Leopardus pardalis*), zorrillo (*Conepatus semistriatus*), zorra gris (*Urocyon cinereoagenteus*), venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*), tepezcuintle (*Cuniculus paca*), cotuza (*Dasyprocta punctata*) y oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), entre otros (García y Radachowsky, 2004, p. 17).

## **7.2. Universo del estudio**

### **7.2.1. Población:**

Vertebrados terrestres mayores y medianos que visitan las aguadas del BPNDL.

### **7.2.2. Muestra**

Especies de vertebrados terrestres medianos y mayores registradas en 4 aguadas por medio de capturas fotográficas con el uso de trampas cámara.

## **7.3. Materiales**

- 11 Cámaras Trophy Cam marca Bushnell
- 100 Baterías Energizer AA
- 24 Memorias Secure Digital de 8G
- 1 Memoria de almacenamiento masivo (USB)
- 1 Nivel de burbuja
- Boletas impresas para la caracterización de las aguadas.
- Boletas impresas para estratificación de la vegetación riparia
- Boletas impresas para la vegetación circundante.
- 1 Geoposicionador Geográfico Marca Garmin Map 62s
- 1 Brújula
- 1 Computadora Netbook marca Samsung N150 plus
- 1 Cámara Fotográfica digital Canon PowerShot SX 40HS
- Mapas digitales del área a estudiar
- Linternas y baterías

- Machetes
- 1 Marcador indelible
- 1 Tabla para escribir
- 2 Lapiceros
- 2 Lápices
- 2 Libretas de Campo
- Hojas de papel bond tamaño carta
- 2 Rollos de cinta forestal

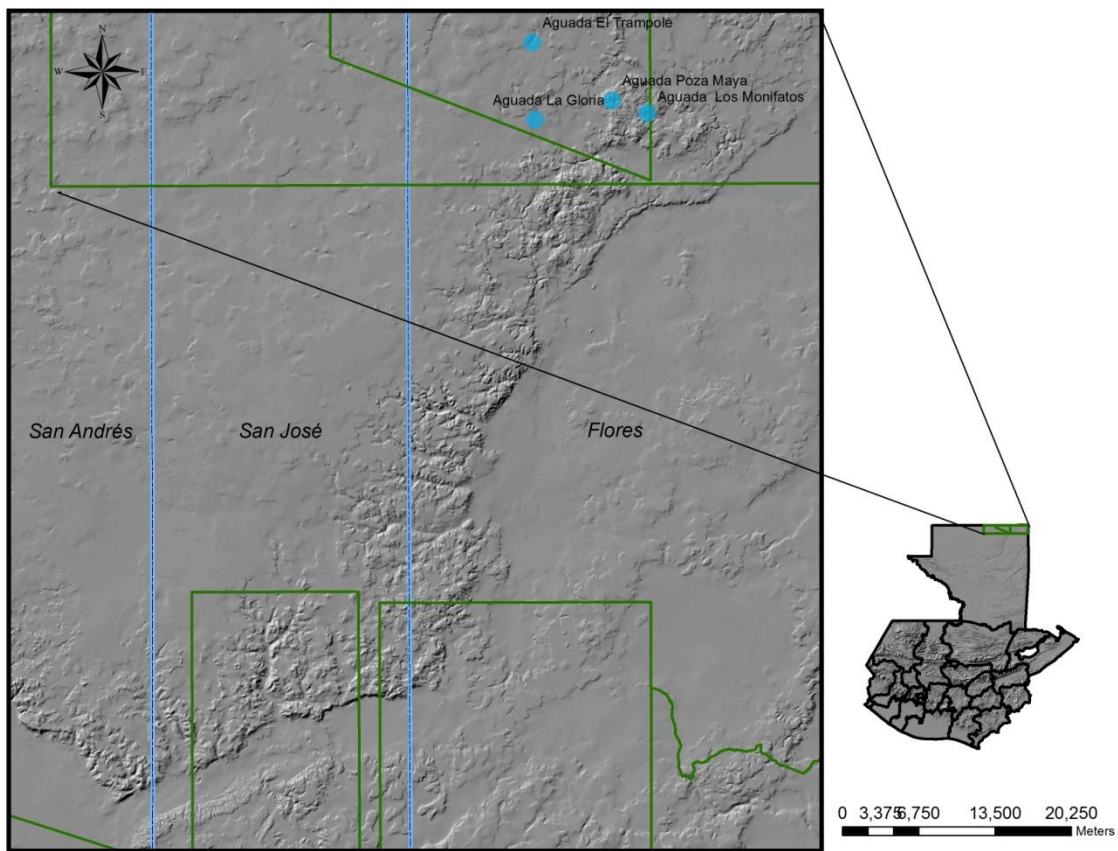
## 7.4. Métodos

### 7.4.1. Selección de las áreas de estudio

Dentro del BPNDL fueron localizadas cuatro aguadas con la ayuda de personas con conocimientos sobre el área, mapas cartográficos, imágenes satelitales, e información afín. Se tomaron en cuenta criterios como la presencia de agua, presencia de rastros de fauna y accesibilidad al espejo de agua (Ruano-Fajardo *et al* 2009, p. 4). Las aguadas seleccionadas fueron: El Trampole, La Gloria, la Poza Maya y Los Monifatos (Cuadro1) (Figura 1).

**Cuadro 1. Coordenadas de los sitios de muestreo dentro del BPNDL.**

SITIO	COORDENADAS					
	Zona	UTM		Geográficas		ALTITUD msnm
		Este	Norte	O	N	
Aguada El Trampole	16	224573.3	1967945.1	-89.59783	17.78173	282
Aguada La Gloria	16	224667.1	1961073	-89.59605	17.71969	294
Aguada Poza Maya	16	231536.6	1962683.7	-89.53153	17.73508	343
Aguada Los Monifatos	16	234617.4	1961491.9	-89.50235	17.72469	299



**Figura 1. Mapa de Ubicación de los sitios de muestreo.**

## ***7.4.2. Colecta de datos en campo***

### ***7.4.2.1. Caracterización de las aguadas.***

Para cada aguada se anotó en boletas específicas (Anexo 2) la siguiente información: coordenadas, forma, área superficial (espejo de agua), localidad, accesibilidad, tipo de aguada, natural o con sospecha de ser artificial, textura del suelo, que fue determinada en campo mediante el método de textura a mano, permanencia de agua dentro de la misma durante la estación seca y distancia hacia las otras aguadas muestreadas.

En cuanto a la vegetación circundante a la aguada, se caracterizó por medio de la estructura y composición arbórea, tomado en cuenta el porcentaje de cobertura de cada tipo de vegetación. La estratificación de la vegetación riparia se estableció cualitativamente en base a observaciones efectuadas por el investigador las cuales fueron anotadas en una boleta diseñada para el efecto, documentando la presencia o ausencia de los estratos para las diferentes clases vegetales evaluadas (Menéndez *et al* 2008, p.45) (Anexo 3).

Para la descripción de la composición y estructura arbórea del bosque, se trazaron parcelas de 400m<sup>2</sup> (20\*20 m) a partir del borde de agua en dirección norte y sur de cada aguada (Ramírez-González, 2006, p. 88).

La metodología de los 400 m<sup>2</sup> está adaptada para tener la mejor representación del ecosistema, disminuyendo el área de cada unidad muestral (parcela) para poder aumentar el número de estas. Al aumentar el número y dispersión de las unidades muestrales se logra representar mejor la variabilidad dentro del ecosistema, y analizar la estructura de este sin que las observaciones sean afectadas por variaciones en el terreno o microhabitat, permitiendo mayor poder de análisis e inferencia al analizar las unidades muestrales (Kessler y Bach, 1999).

Para la medición de las características del estrato arbóreo en cada unidad de muestreo, se tomaron en cuenta todos los árboles con diámetros a la altura del pecho mayores a 10 cm, de los cuales fueron registrados sus nombres vernáculos, es necesario aclarar que la identificación de los individuos fue realizada en el campo, y que los individuos que no se lograron identificar, fueron registrados como morfoespecies. Así mismo se registro por medio de boletas específicas variables importantes como la altura total, altura a la primera rama, diámetro a la altura del pecho (DAP) y diámetro de la copa (Anexo 4).

Para determinar el tamaño de cada aguada, se calculó el área del espejo de agua recorriendo el borde de la misma con un geoposicionador satelital (GPS) (Pérez-Cortez *et al*, 2012, p. 754).



Y con el fin de conocer la temperatura promedio, máxima y mínima semanal del área, se utilizaron datos climatológicos del año 2013 de la estación automática Calakmul II del Servicio de Meteorología Nacional de México (CONAGUA), siendo la estación meteorológica más próxima al BPNDL, estos datos fueron utilizados para determinar la relación entre la temperatura y frecuencia de visita de vertebrados medianos y mayores en las aguadas.

#### *7.4.2.2. Composición y diversidad de especies de vertebrados mayores y medianos que visitan las aguadas*

Para determinar las especies de vertebrados terrestres asociados a las aguadas se utilizó el sistema de trampas cámara marca Bushnell Trophy Cam. Este sistema consiste en una cámara digital de exploración que captura de manera remota la actividad de la fauna en la naturaleza (Bushnell, 2013, p.73). Las cámaras que fueron utilizadas durante el estudio poseen un sensor de movimiento de rayos infrarrojos pasivo (PIR) muy sensible, el cual detecta animales en movimiento a su alrededor, pero no el movimiento de la vegetación (por el viento) o la lluvia. (Kusera y Barrett, 2011, p. 9).

En tres de las aguadas (La Gloria, Monifatos, Poza Maya) fueron instaladas 3 trampas cámara de acuerdo a la metodología empleada por Simá y colaboradores (2008a, p. 11) y Ruano-Fajardo (2009, p. 4). Silver (2004) plantea que la ubicación de las trampas cámara debe cubrir el área máxima posible de muestreo para maximizar el número de individuos fotografiados. En la aguada El Trampoline fueron instaladas dos trampas cámara.

#### *7.4.2.3. Patrones de actividad*

Las trampas cámara fueron activadas por tres meses consecutivos durante la temporada seca de Marzo a Mayo del año 2013. Estas se programaron para estar activas durante las 24 horas del día y para que registrarán la fecha y hora de cada fotografía, esto con el fin de determinar el evento de captura para cada individuo fotografiado, describir los patrones de actividad y medir días o bloques de días como eventos discretos de muestreo (Silver, 2004 p. 14).

Las trampas cámara también se programaron bajo los parámetros indicados en el Cuadro 2. Para verificar el estado y funcionamiento de las cámaras, se hicieron revisiones de campo cada quince días (realizado por el personal de campo del BPNDL).

**Cuadro 2. Parámetros utilizados para la programación de trampas cámara.**

Parámetro	Ajuste
Tamaño de Imagen	8 MP
Numero de capturas	3 capturas consecutivas
Intervalo	15 seg
Nivel del Sensor	Elevada
Impresión de Tiempo	Si

### 7.4.3. Análisis de los datos

#### 7.4.3.1. Caracterización de las aguadas

A partir de los datos obtenidos de la vegetación riparia, fue posible obtener los siguientes parámetros:

*Área basal*, que se refiere a la suma de las áreas del tronco determinadas a la altura del pecho de cada taxón (Ramírez- González, 2006, p.93) cuya fórmula es

$$AB = \pi/4 \text{ DAP}^2$$

(Zarco-Espinoza *et al*, 2010, p.4)

*Densidad*, que se refiere al número de individuos por unidad de superficie,

*Densidad relativa*, porcentaje de individuos de una especie respecto al total de la muestra que depende de los registros de las otras especies (Ramírez- González, 2006 pg.93), cuya fórmula es

Densidad relativa =  $\frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} * 100$   
(Zarco-Espinoza *et al*, 2010, p.4)

*Dominancia*, referida a las especies que exhiben las mayores abundancias o densidades dentro de una comunidad (Ramírez- González, 2006 pg.93) y cuya fórmula es

Dominancia relativa =  $\frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} * 100$

Donde:

Dominancia absoluta =  $\frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}}$

(Zarco-Espinoza *et al*, 2010, p.4)

*Frecuencia*, que corresponde al número de réplicas en que aparece la especie,

*Frecuencia relativa*, expresa el porcentaje de aparición de una especie, sobre el total de réplicas (Ramírez- González, 2006, p.93).

Frecuencia relativa =  $\frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} * 100$

Donde:

Frecuencia absoluta =  $\frac{\text{Número de cuadros en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de cuadros muestreados}}$

Con los parámetros mencionados, fue posible calcular los Índices de Valor de Importancia (IVI) (Curtis y McIntosh 1951) que muestran la importancia ecológica de las especies registradas además de jerarquizar la dominancia de cada especie. Este índice se define como la sumatoria de la dominancia relativa, densidad relativa y frecuencia relativa. Siendo 300 el valor máximo que una especie puede alcanzar (Matteuchi y Colma, 1982, p.52). Además con los valores de DAP de los individuos censados, se elaboraron categorías diamétricas con 10 cm de amplitud.

Para calcular la diversidad de especies en cada aguada, se utilizó la *Riqueza específica*, que se refiere al número total de especies obtenidas por un censo de la comunidad (Moreno, 2001, p. 29). Con el fin de identificar que tan homogéneos u heterogéneos fueron los sitios de estudio, se utilizó el Índice de Shannon Weiner que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. (Moreno, 2001, p.46)

$$H' = \sum_{i=1}^s (p_i * \ln * p_i)$$

Donde  $s$  es igual al número de especies,  $p_i$  es la proporción de individuos de la especie  $i$ , y mientras mayor es el valor de  $H'$  existe una mayor diversidad de especies (Zarco-Espinoza *et al* 2010, p.6).

De igual manera se utilizó el índice de Simpson, este mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar en los sitios de estudio sean de la misma especie.

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde  $p_i$  es la abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra (Moreno, 2001, p.41).

#### 6.4.3.2. *Composición y diversidad de especies de vertebrados mayores y medianos que visitan las aguadas*

Para el manejo de las fotografías y la información correspondiente, se utilizaron los programas Microsoft Excel y Camera Base, este último es una herramienta que ayuda a manejar bases de datos completos de múltiples estudios para su análisis, incluyendo captura-recaptura, ocupación, patrones de actividad y biodiversidad (Tobler, 2013, p.3).

Para la identificación de las especies fotografiadas fueron utilizadas guías de campo y literatura afín (Emmons, 1990, p. 289; Howell & Webb, 1995, p.851; Reid, 1997, p. 334; Dunn & Alderfer, 2006, p.544).

Las especies registradas fueron agrupadas tomando en cuenta su tamaño corporal, las especies con un peso mayor a 1kg fueron tomadas como especies de mediano y gran tamaño, mientras que las especies con un peso menor, fueron tomadas como especies pequeñas, las cuales no fueron incluidas en los análisis (Peres, 2000, p. 243).

Para evaluar el estado de conservación de las poblaciones de vertebrados medianos y mayores, se tomó en cuenta la “Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN” (UICN 2014), el listado de especies amenazadas del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (LEA) y el listado de la Convención Sobre el Comercio Internacional de especies amenazadas (CITES por sus siglas en inglés) (CONAP 2009).

La diversidad de especies está basada en el número de especies presentes (Díaz-Pulido y Payán-Garrido, 2012, p.15), por lo que se utilizaron curvas de acumulación de especie para visualizar el esfuerzo requerido para registrar la máxima riqueza de especies presentes en las aguadas, es decir, estimar si el número de especies detectadas fue representativo del sitio muestreado o si el muestro fue incompleto (Soberón y Llorente, 1993, p. 480–488; Rovero *et al*, 2010, p.115), para ello se utilizó el programa EstimateS (Colwell, 2004), además de utilizar estadísticos no paramétricos (Chao2, Jacknife 1, Jacknife 2 y Bootstrap) (Tobler *et al* 2008 p.171; Rovero *et al* 2010; Díaz-Pulido y Payán-Garrido, 2012, p.15).

Así mismo, se calculó la diversidad a partir del índice de Margalef, y se evaluó la dominancia y la equidad mediante los índices de Simpson y Shannon Wiener (Magurran 2004, p. 114) por medio del programa estadístico PAST (Hammer *et al* 2001).

Para obtener las frecuencias de captura se utilizó el índice de abundancia relativa,

$$Ar = N/Em * 100$$

Ar = Índice de abundancia relativa

N = número de capturas por especie

Em = esfuerzo de muestreo = (NTC\*d)

NTC = número de trampas cámara

D = días de muestreo

(Maffei, Cuellar & Noss, 2002, p.56; Ruano-Fajardo *et al*, 2006 p.5; Simá, 2008b, p.21, Jenks, 2011, p. 117; Ancrenaz, 2012, p.39; Lira-Torres y Briones-Salas, 2012, p.570;).

En el caso de especies en las que no pueden diferenciarse los individuos y para evitar contar múltiples fotografías del mismo individuo en una estación de muestreo, así como asegurar que los registros fotográficos fueran independientes, todas las imágenes de la misma especie que estaban separados por un intervalo menor a una hora entre fotografías consecutivas fueron considerados como una única visita, es decir, un solo evento independiente (Tobler *et al*, 2008, p. 171; Jiménez *et al* 2010, p.192).

También se consideraron eventos independientes las fotografías consecutivas de diferentes individuos, y en las que se observará a más de un individuo, el número de registros independientes considerados fue igual al número de individuos observados en la misma (Monroy-Vilchis, 2011, p.375; Lira –Torres y Briones-Salas, 2012, p.570). En el caso de los felinos con rosetas en su pelaje, fueron identificados por su patrón de manchas (Karanth y Nichols, 1998, p. 2854).

#### 7.4.3.3. *Patrones de actividad en las aguadas del BPNDL*

La permanencia de las trampas cámara durante las 24 horas continuas durante varios días, permite conocer la actividad que presentan una o varias especies, así como las frecuencias de captura de cada especie. (O’Connell *et al*, 2011, p. 28, 57, 58,63)

Para determinar los patrones de actividad se utilizaron las horas registradas en cada evento de fotocaptura. Las fotografías tomadas una hora antes y una hora después del atardecer y del amanecer se consideraron de actividad crepuscular. Aquellas tomadas en el plazo de una hora después del amanecer hasta una hora antes del atardecer se consideraron de actividad diurna. Las fotografías tomadas en el período que abarca una hora después de la puesta del sol hasta una hora antes del amanecer se consideraron de actividad nocturna (Monroy-Vilchis, 2011, p. 375; Jiménez *et al*, 2010, p. 193).

El amanecer y el atardecer fueron determinados utilizando la calculadora solar de la División Global de Monitoreo del Laboratorio de Investigaciones del Sistema Terrestre de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica del departamento de Comercio de los Estados Unidos (NOOA, 2014).

Para determinar los patrones de actividad observados en la fauna asociada a las aguadas fueron tomadas en cuenta las especies de vertebrados medianos y mayores con  $\geq 11$  registros independientes (Maffei 2002 y Monroy-Vilchis *et al* 2009).

En base a Jiménez *et al* (2010), cuando el  $<10\%$  de las observaciones fueron en la noche se cataloga a la especie como diurna, nocturna cuando  $>90\%$  de las observaciones fueron de noche, con mayor actividad diurna cuando las observaciones nocturnas oscilaron entre 10-30%, con mayor actividad nocturna cuando el 70-90% de las observaciones fueron durante la noche, crepusculares con registros de 50% durante el crepúsculo, y las especies fueron catalogadas como catamerales cuando se presentaban registros esporádicos tanto durante el día como la noche.

#### *7.4.3.4. Tamaño del espejo de agua vs la riqueza de especies y frecuencia de captura vs temperatura ambiental*

Para determinar si existe relación entre el tamaño del espejo de agua y la riqueza, se utilizó la prueba de Jonckheere Tepstra, la cual en esencia es una extensión de la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney. Es una prueba de una hipótesis alternativa para muestras independientes y similar a la prueba de Kruskal-Wallis, sin embargo, en la prueba de Jonckheere cuando hay una ordenación a priori la prueba tiene más poder estadístico (Sprent y Smeeton, 2001, p.210, 2011).

Para obtener las frecuencias de captura semanales, se tomo en cuenta el número de la semana del año y la frecuencia de captura durante esa semana en cada uno de los sitios de estudio. Para relacionar las variables de frecuencia de visita y temperatura ambiental se realizó una correlación de Spearman, esta técnica no paramétrica basada en los rangos de la variable puede tener valores que varían ente -1 hasta +1 pasando por el cero (Lehman *et al*, 2005, p.123) ; se utilizo el programa SPSS.

Cuando el valor resultante fue cercano a +1 se infirió que ambas variables se asocian directamente de manera muy estrecha, y cuando el valor resultante era cercano a -1 las variables estaban asociadas inversamente de manera muy estrecha. Cuando el coeficiente de correlación de Spearman tenía un valor cercano a cero se infirió que las variables no presentan asociación (Lehman *et al*, 2005, p.111).



## **8. RECURSOS ECONOMICOS E INSTITUCIONALES**

### **8.1. Recursos Humanos**

Investigador: Vivian Roxana González Castillo

Asesor de Investigación: Biólogo Lic. Manolo García Vettorazzi

Revisor de tesis: Biólogo M.Sc Javier Rivas-Romero

Técnicos de campo: Personal guardarecursos del Centro de Estudios Conservacionistas de la USAC y personal guardarecurso de FUNDAECO

### **8.2. Recursos Institucionales**

Centro de Estudios Conservacionistas (CECON)

Wildlife Conservation Society (WCS)

Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP)

Centro de Monitoreo y Evaluación de CONAP (CEMEC)

Jacksonville Zoo and Gardens

Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación (FUNDAECO)

Servicio de Meteorología Nacional de México –CONAGUA

## 9. RESULTADOS

### 9.1. Caracterización de las aguadas.

#### 9.1.1. Características físicas y de la vegetación circundante a las 4 aguadas del BPNDL

Las aguadas tomadas en cuenta para el estudio presentan en su mayoría una forma irregular, siendo el Trampoline la aguada con el mayor tamaño de espejo de agua, seguida por la Poza Maya, los Monifatos y La Gloria. De acuerdo a la estacionalidad, 3 aguadas fueron clasificadas como permanentes, mientras que La Gloria, fue categorizada como estacional ya que durante el estudio se llegó a secar en su totalidad (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Características físicas de cuatro aguadas del BPNDL.**

<b>Aguada</b>	<b>Forma</b>	<b>Área espejo m2</b>	<b>Estacionalidad</b>	<b>Accesibilidad</b>	<b>Posible origen</b>	<b>Textura suelo</b>
La Gloria	Circular	236.23	Estacional	Muy Buena	Natural	Arcillosa/Arenosa
Poza Maya	Irregular	589.53	Permanente	Muy Buena	Posible Artificial	Arcilloso
Los Monifatos	Irregular	490.94	Permanente	Buena	Natural	Arcilloso
El Trampoline	Irregular	2,118.80	Permanente	Regular	Natural	Arcilloso

#### Aguada la Gloria

En esta aguada se observó el agua turbia y con abundante vegetación acuática recubriendo todo el espejo de agua. Se puede inferir que esta aguada aumenta considerablemente su espejo de agua durante la época lluviosa pues se observó gran cantidad de plantas acuáticas secas en toda su orilla, y a pesar que el espejo de agua fue pequeño durante el período en que se efectuó el estudio, se estima que esta aguada puede llegar a medir aproximadamente 1,297m<sup>2</sup> durante la época lluviosa. Entre la vegetación circundante se registraron especies vegetales como palo de gusano (*Lonchocarpus guatemalensis*), ceiba (*Ceiba spp.*), chilonche (*Eugenia capulli*), subín (*Acacia spp*) y abundantes tintos (*Haematoxylum campechianum*). Recubriendo todo el espejo de agua se observan dos especies de helechos flotantes de la familia Salviniaceae, *Salvinia minima* y *S. auriculata* (Anexo 5). Tiene muy buena accesibilidad al espejo de agua.

### Aguada Poza Maya

A esta aguada se le ha categorizado como de posible origen artificial ya que los guardarrrecursos aseguran que esta fue construida por humanos, y en inmediaciones de la misma se observan algunos montículos de origen Maya. El agua de esta se observó clara y con al menos tres tipos de vegetación acuática recubriendo el espejo de agua, entre las que se puede mencionar a *Salvinia minima*, *Lemna sp.* y *Pistia stratiotes*.

En la vegetación circundante se registraron escobo (*Cryosophila stauracantha*), bayal (*Desmoncus sp.*), caoba (*Swietenia macrophylla*), guano (*Sabal mexicana*), matilisguate (*Tabebuia rosea*), jobo (*Spondias mombin*), ramón (*Brosimum alicastrum*), zapotillo (*Pouteria sp.*), amate (*Ficus sp.*), palo de gusano (*Lonchocarpus guatemalensis*), chaperno (Sin identificar), malerio rojo, ixcanal o palo de hormigas (*Acacia sp*), chilindrón (*Stemmadenia donnel-smitii*), sosní (*Ocotea lundelli*), canisté (*Pouteria campechiana*), mimbre, pimienta (*Pimenta dioica*), manax (*Pseudolmedia sp.*) y chilonche (*Eugenia capulli*) con una muy buena accesibilidad al espejo de agua (Anexo 6).

### Aguada Los Monifatos

En esta aguada se observa agua clara, con el espejo de agua recubierto en su mayoría por plantas acuáticas como la lechugilla (*Pistia stratiotes*) y por helechos acuáticos como (*Salvinia minima*). En sus orillas hay abundancia de gramíneas que dificultan el acceso de la fauna al espejo de agua.

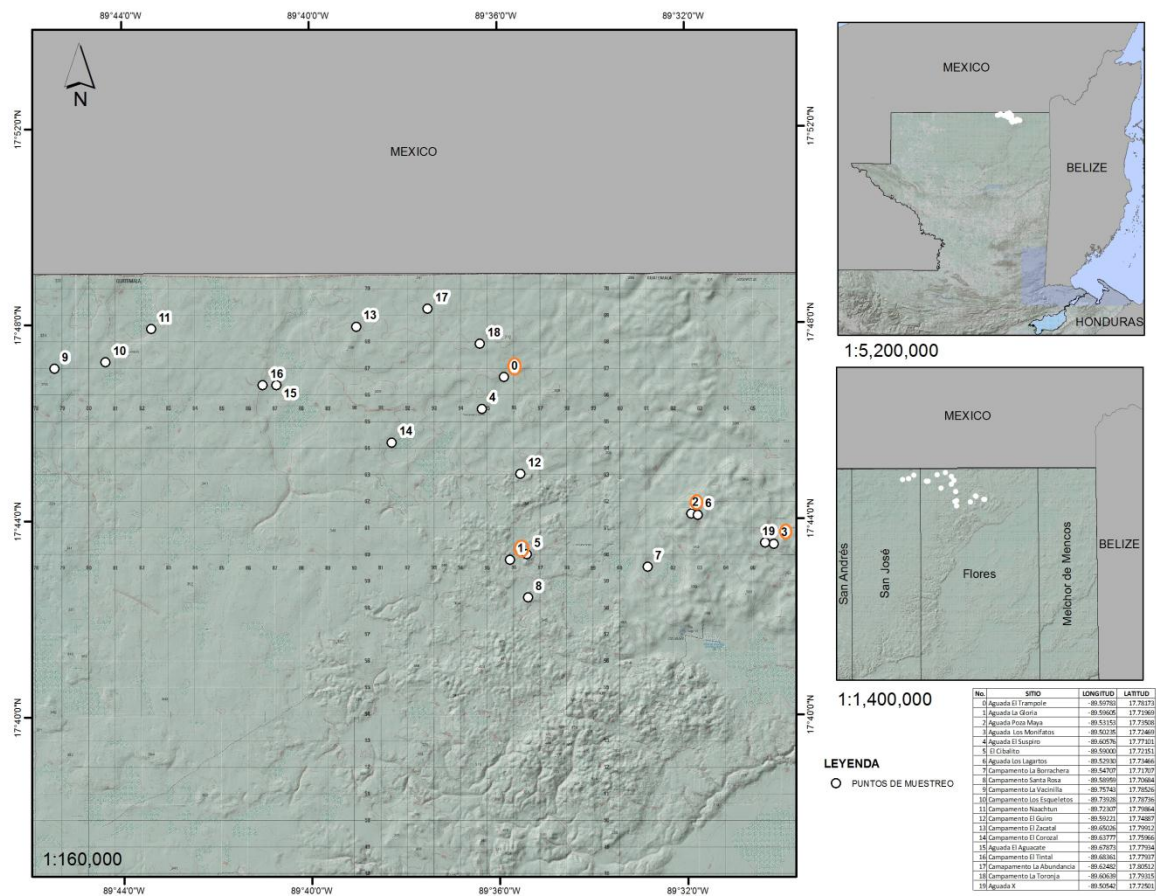
Entre la vegetación circundante en Los Monifatos se observan matilisguate (*Tabebuia rosea*), chilonche (*Eugenia capulli*), cerasil (Sin identificar), mimbre, escobo (*Cryosophila stauracantha*), caoba (*Swietenia macrophylla*), ceiba (*Ceiba spp*), amate (*Ficus sp*), palo de gusano (*Lonchocarpus guatemalensis*), subín (*Acacia sp*), bayales (*Desmoncus sp*) y santa maría (*Calophyllum brasiliense*) (Anexo 7).

### El Trampoline

El agua del Trampoline se observa clara con abundantes helechos acuáticos (*Salvinia minima*), la accesibilidad al espejo de agua es regular ya que hay abundantes tintos (*Haematoxylum campechianum*) y abundantes gramíneas que dificultan el acceso al espejo de agua en algunas partes de la aguada. Se registró pucté (*Bucida buceras*), botán (*Sabal morrisiana*), escobo (*Cryosophila stauracantha*), subín (*Acacia sp*), cuero de sapo (*Ateleia cubensis*), cacho de vaca (Sin identificar), tinto (*Haematoxylum campechianum*) y sacate weche (Poaceae sin Identificar) (Anexo 8).

### Otras aguadas o cuerpos de agua

En BPNDL existen antiguos campamentos xateros y chicleros donde se presume que en cada uno hay algún abastecimiento de agua o aguada (Anexo 9), elementos hidrológicos que son utilizados para subsistir durante la temporada sin lluvias (Domínguez y Folan, 1996, p.148); de estas, se verifico la presencia de agua en: la Aguada El Suspiro, una fuente de agua permanente con una gran extensión; El Cibalito es otra fuente de agua permanente, aunque no fue posible determinar su extensión debido a la vegetación que lo rodea y su difícil acceso al espejo de agua, Los Lagartos una pequeña aguada estacional cercana a la Poza Maya y otra aguada estacional camino a la aguada Los Monifatos (Figura 2).



**Figura 2. Mapa de ubicación de sitios de muestreo (naranja), otras aguadas, campamentos xateros y chicleros (blanco).**

Con la herramienta ET GEowizar de ArcGis 10 (ESRI, 2012) se establecieron las distancias entre las aguadas en estudio y otras posibles fuentes de agua (Figura 2, Cuadro 4).

**Cuadro 4. Distancias de los sitios de muestro a las posibles fuentes de agua, campamentos xateros y chicleros más cercanos.**

<b>DESDE</b>	<b>HACIA</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Estacionalidad o Presencia de Agua</b>
Aguada El Trampole	Aguada El Suspiro	1.45	Permanente
	Campamento La Toronja	1.55	Sin Verificar
	Campamento El Güiro	3.68	Sin Verificar
	Campamento La Abundancia	3.85	Sin Verificar
Aguada La Gloria	El Cibalito	0.67	Permanente
	Campamento Santa Rosa	1.57	Sin Verificar
	Campamento El Güiro	3.25	Sin Verificar
	Campamento La Borrachera	5.20	Sin Verificar
Aguada Poza Maya	Aguada Los Lagartos	0.24	Estacional
	Campamento La Borrachera	2.58	Sin Verificar
	Aguada X	2.98	Estacional
	Aguada Los Monifatos	3.30	Permanente
Aguada Los Monifatos	Aguada X	0.32	Estacional
	Aguada Los Lagartos	3.06	Estacional
	Campamento La Borrachera	4.81	Sin Verificar
	El Cibalito	9.30	Permanente

Fuente: Datos de campo y Datos proporcionados por CEMEC

En cuanto a la estructura vertical de la vegetación riparia en los sitios de estudio, se observa que en la aguada el Trampole y La Gloria la altura del componente arbóreo no sobrepasa los 30 m, mientras que para el caso de La Poza Maya y Los Monifatos se observa que el estrato de mayor altura supera los 30 m, con todos los demás estratos presentes en los cuatro sitios de estudio con diferentes características como puede apreciarse en el cuadro No. 5.

**Cuadro 5. Descripción de la estructura vertical de la vegetación en 4 aguadas del BPNDL.**

	<b>El Trampoline</b>	<b>La Gloria</b>	<b>Monifatos</b>	<b>Poza Maya</b>
<b>Estratos presentes</b>	B,C,D,E	B,C,D, E	A,C,D,E	A,B,C,D,E,
Estrato A (>30 m)	Ausente		Árboles maduros y espaciados con capa lateralmente discontinua y raramente las copas traslapadas	
Estrato B (16-29 m)			Copas en contacto unas con otras, capa lateral continua con espacios ocasionales	Copas en contacto unas con otras, capa lateral continua con espacios ocasionales, individuos inmaduros de las especies del estrato A
Estrato C (5-15 m)	Copas de los arboles se traslapan unas con otras, capa lateralmente continua, presencia de lianas	pocos espacios vacios en el conjunto de copas	vegetación más densa, el follaje es mayor que en cualquier otro nivel	Presencia de Lianas
Estrato D (1-5 m)			Arboles jóvenes, palmas pequeñas, arbustos y plantas leñosas	Copas de los arboles se traslapan unas con otras, capa lateralmente continua, pocos espacios vacios en el conjunto de copas, presencia de lianas
Estrato E (<5 m)			capa lateral discontinua	capa lateral continua
				capa lateral discontinua
Estrato E (<5 m)	Plantas herbáceas, se observa regeneración de árboles y lianas, las plantas dispersas y capa discontinua			

Fuente: Datos Experimentales

En cuanto a su composición, la vegetación circundante a las aguadas del BPNDL está representada por 39 especies de 18 familias, así como 12 morfoespecies. Las especies más abundantes son pucté (*Bucida buceras*), palo de gusano (*Lonchocarpus guatemalensis*), canisté (*Pouteria campechiana*), zapotillo de hoja fina (*Pouteria reticulata*) y luín (*Ampelocera hottlei*).

El palo de gusano (*Lonchocarpus guatemalensis*) y el ramón colorado (*Thopis racemosa*) fueron registrados en tres aguadas excepto en la Poza Maya, mientras que el ramón (*Brosimum alicastrum*) y el zapotillo de hoja fina (*Pouteria reticulata*) no fueron registrados en la Gloria. El copal (*Protium copal*), subín (*Acacia sp.*), tinto (*Haematoxylum campechianum*), jesmó (*Lysiloma desmontachys*), manax (*Pseudolmedia sp.*), canisté (*Pouteria campechiana*), zapotillo (*Pouteria sp.*), luín (*Ampelocera hottlei*) y yaxnic (*Vitex gaumeri*) fueron encontrados en dos de los sitios de estudio (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Especies vegetales presentes en las aguadas del BPND y número de individuos registrados en 800m<sup>2</sup>**

Familia	Nombre Vernáculo	Especie	El Trampoline	La Gloria	Los Monifatos	Poza Maya	Sitios registrados
<b>Anacardiaceae</b>	Chechén negro	<i>Metopium brownei</i>	1	-	-	-	1
	Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	4	-	-	-	1
	Jobo	<i>Spondias mombin</i>	1	-	1	-	2
<b>Apocynaceae</b>	Huevo de caballo	<i>Stemmadenia donnel-smithii</i>	-	-	-	1	1
	Malerio	<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	-	-	-	2	1
	Malerio Blanco	<i>Aspidosperma stegomeris</i>	-	-	-	1	1
<b>Bombacaceae</b>	Amapola	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	-	-	1	-	1
<b>Boraginaceae</b>	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	2	-	-	-	1
<b>Burseraceae</b>	Chacaj	<i>Bursera simaruba</i>	2	-	-	-	1
	Chacaj Blanco	<i>Bursera glaveolens</i>	1	-	-	-	1
	Copal	<i>Protium copal</i>	1	-	1	-	2
	Pasaque	<i>Simaruba glauca</i>	-	-	-	1	1
<b>Combretaceae</b>	Pucté	<i>Bucida buceras</i>	10	-	-	-	1
<b>Fabaceae</b>	Chalteco	<i>Caesalpinia velutina</i>	4	-	-	-	1
	Cuero de Sapo	<i>Ateleia cubensis</i>	1	-	-	-	1
	Llora Sangre	<i>Swartzia cubensis</i>	-	-	2	-	1
	Manchiche	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	3	-	-	-	1
	Palo de gusano	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	10	2	2	-	3
	Subín	<i>Acacia sp.</i>	-	-	2	4	2
	Tinto	<i>Haematoxylum campechianum</i>	2	2	-	-	2
<b>Lauraceae</b>	Sosní	<i>Ocotea lundelli</i>	-	-	2	-	1
<b>Malvaceae</b>	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	-	-	3	-	1
<b>Meliaceae</b>	Palo de Chachalaca	<i>Trichilia hirta</i>	1	-	-	-	1
<b>Mimosaceae</b>	Jesmó	<i>Lysiloma desmontachys</i>	1	1	-	-	2
<b>Moraceae</b>	Amate	<i>Ficus sp.</i>	1	-	-	-	1
	Manax	<i>Pseudolmedia oxyphillaria</i>	-	-	1	3	2
	Ramón	<i>Brosimum alicastrum</i>	2	-	3	3	3



	Ramón colorado	<i>Thophis racemosa</i>	2	1	2	-	3
<b>Myrtaceae</b>	Chilonche	<i>Eugenia capuli</i>	-	1	-	-	1
<b>Ochnaceae</b>	Quina	<i>Quiina schippii</i>	-	-	-	1	1
<b>Sapindaceae</b>	Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i>	-	3	-	-	1
	Tzol	<i>Blomiaprisca</i>	-	-	-	1	1
<b>Sapotaceae</b>	Caimito de montaña	<i>Chrysophyllum cainito</i>	-	-	1	-	1
	Canisté	<i>Pouteria campechiana</i>	-	-	5	8	2
	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	3	-	-	-	1
	Zapotillo	<i>Pouteria sp.</i>	1	-	-	2	2
	Zapotillo de hoja fina	<i>Pouteria reticulata</i>	9	-	7	4	3
<b>Sin Identificar</b>	Guayabillo	<i>Sin identificar</i>	2	-	-	-	1
	Morfoespecie 1	<i>Morfoespecie 1</i>	2	-	-	-	1
	Morfoespecie 2	<i>Morfoespecie 2</i>	7	-	-	-	1
	Morfoespecie 3	<i>Morfoespecie 3</i>	1	-	-	-	1
	Morfoespecie 4	<i>Morfoespecie 4</i>	1	-	-	-	1
	Morfoespecie 5	<i>Morfoespecie 5</i>	1	-	-	-	1
	Morfoespecie 7	<i>Morfoespecie 7</i>	-	-	-	1	1
	Morfoespecie 8	<i>Morfoespecie 8</i>	-	2	-	-	1
	Morfoespecie 9	<i>Morfoespecie 9</i>	-	2	-	-	1
	Morfoespecie 10	<i>Morfoespecie 10</i>	-	-	2	-	1
	Morfoespecie 11	<i>Morfoespecie 11</i>	-	-	1	-	1
	Pico de loro	<i>Sin identificar</i>	-	2	-	-	1
<b>Ulmaceae</b>	Luín	<i>Ampelocera hottlei</i>	-	-	3	11	2
<b>Verbenaceae</b>	Yaxnic	<i>Vitex gaumeri</i>	1	1	-	-	2
<b>Total general</b>			<b>77</b>	<b>17</b>	<b>39</b>	<b>43</b>	

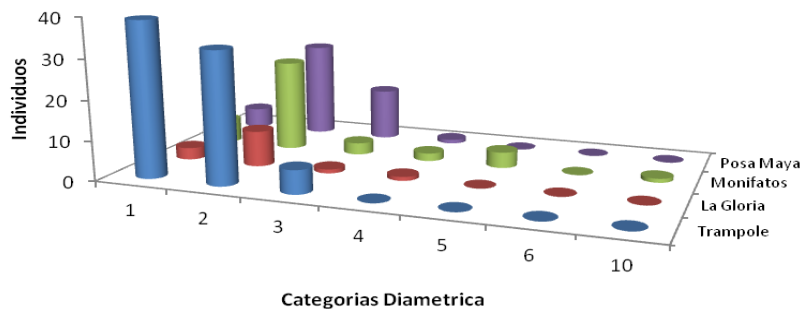
(Fuente: Datos experimentales)

Los resultados muestran que la aguada El Trampole presenta la mayor riqueza de especies arbóreas (28 especies), con el mayor número de individuos por unidad de área (962 ind/ha) y la aguada que presenta la mayor diversidad de especies de acuerdo al índice de Shannon Weiner ( $H' = 2.95$ ). Por su parte la aguada los Monifatos presenta el área basal promedio más elevada (865.8 m<sup>2</sup>), mientras que la Poza Maya presenta las mayores alturas promedio (14.03m) y La Gloria la menor riqueza (10 especies), con el menor número de individuos por unidad de área (425 ind/ha) y la menor diversidad de especies respecto al resto ( $H' = 2.23$ )(Cuadro 7).

**Cuadro 7. Valores dasométricos, riqueza y diversidad de especies vegetales en cuatro aguadas del BPNDL.**

Valores	El Trampoline	La Gloria	Los Monifatos	Poza Maya
Área Muestreada m <sup>2</sup>	800	400	800	800
Densidad Ind /m <sup>2</sup>	0.096	0.042	0.048	0.053
Densidad Ind/ Ha	962.5	425	487.5	537.5
Área Basal Promedio m <sup>2</sup>	197.421	439.537	865.767	333.089
DAP Promedio cm	14.069	18.589	25.329	19.679
Alt Total Promedio m	8.672	10.333	12.695	14.039
Individuos	77	17	39	43
Riqueza Especies	28	10	17	14
Shannon_H	2.956	2.232	2.641	2.285
Dominancia Simpson	0.071	0.114	0.086	0.134
Equidad Simpson	0.929	0.885	0.913	0.865

Como se observa en la Figura 3, las categorías diamétricas en los sitios de estudio presentan una tendencia a presentar mayor número de individuos de categorías más pequeñas (1-3), y conforme el diámetro aumenta el número de individuos dentro de las categorías mayores disminuyen.



**Figura 3. Representación de las categorías diamétricas en cuatro aguadas del BPNDL.**

Categorías: 1)1.0-11.0 cm 2)11.1-21.0 cm 3)21.1-31.0 cm 4)31.1-41.0 cm 5)41.1-51.0 cm 6)51.1-61.0 cm 10)91.1-101.0 cm

En cuanto al IVI (Índice de Valor de Importancia), las diez especies más importantes para cada aguada se presentan en el Cuadro 8. Para el caso de El Trampole, el laurel (*Cordia alliodora*), el palo gusano (*Lonchocarpus guatemalensis*), el amate (*Ficus sp.*) y el pucté (*Bucida bursera*) presentan el mayor grado de importancia ecológica, siendo el área basal el parámetro que más contribuye a la importancia del laurel (*Cordia alliodora*) y el amate (*Ficus.sp*), mientras que para el palo gusano (*Lonchocarpus guatemalensis*) y el pucté (*Bucida bursera*) lo fue su abundancia.

En La Gloria se identificó la dominancia del tinto (*Haematoxylum campechianum*), jaboncillo (*Sapindus saponaria*) y palo de gusano (*Lonchocarpus guatemalensis*). En la Aguada Monifatos dominaron la amapola (*Pseudobombax ellipticum*) debido a su área basal, y el caulote (*Guazuma ulmifolia*), y el zapotillo de hoja fina (*Pouteria reticulata*) debido a su abundancia. En la aguada Poza Maya abundaron luin (*Ampelocera hottlei*) y canisté (*Pouteria campechiana*), obteniendo los valores más altos de importancia ecológica.

**Cuadro 8. Valores de Importancia ecológica de las especies arbóreas y arbustivas presentes en las aguadas del BPNDL.**

<b>Aguada</b>	<b>Especie</b>	<b>Dominancia Relativa</b>	<b>Densidad Relativa</b>	<b>Frecuencia Relativa</b>	<b>IVI</b>
<b>El Trampole</b>	<i>Cordia alliodora</i>	21.620	2.632	5.882	30.134
	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	1.553	13.158	5.882	20.594
	<i>Ficus sp</i>	13.156	1.316	5.882	20.354
	<i>Bucida buceras</i>	4.203	13.158	2.941	20.302
	<i>Pouteria reticulata</i>	1.380	11.842	2.941	16.163
	<i>Haematoxylum campechianum</i>	8.381	2.632	2.941	13.954
	<i>Morfoespecie 2</i>	1.353	9.211	2.941	13.505
	<i>Caesalpinia velutina</i>	3.722	5.263	2.941	11.927
	<i>Bursera simaruba</i>	6.291	2.632	2.941	11.863
	<i>Morfoespecie 4</i>	6.885	1.316	2.941	11.142
	18especies restantes	34.887	38.158	64.706	137.751
	<b>TOTALES</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

<b>La Gloria</b>	<i>Haematoxylum campechianum</i>	65.013	11.765	10.000	86.778
	<i>Sapindus saponaria</i>	10.457	17.647	10.000	38.104
	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	5.182	11.765	10.000	26.947
	<i>Morfoespecie 8</i>	4.895	11.765	10.000	26.660
	<i>Morfoespecie 9</i>	4.709	11.765	10.000	26.474
	<i>Sin identificar</i>	2.754	11.765	10.000	24.518
	<i>Trophis racemosa</i>	2.614	5.882	10.000	18.497
	<i>Lysiloma desmontachys</i>	1.629	5.882	10.000	17.512
	<i>Vitex gaumeri</i>	1.523	5.882	10.000	17.405
	<i>Eugenia capuli</i>	1.224	5.882	10.000	17.106
	<b>TOTALES</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>
<b>Monifatos</b>	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	51.958	2.564	4.167	58.689
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	11.525	7.692	8.333	27.550
	<i>Pouteria reticulata</i>	1.144	17.949	8.333	27.426
	<i>Pouteria campechiana</i>	2.052	12.821	8.333	23.205
	<i>Brosimum alicastrum</i>	1.716	7.692	8.333	17.741
	<i>Morfoespecie 11</i>	10.597	2.564	4.167	17.328
	<i>Ampelocera hottlei</i>	0.601	7.692	8.333	16.626
	<i>Swartzia cubensis</i>	6.483	5.128	4.167	15.778
	<i>Ocotea lundelli</i>	1.144	5.128	8.333	14.606
	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	0.607	5.128	8.333	14.068
	7 especies restantes	12.175	25.641	29.167	66.982
	<b>TOTALES</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>
<b>Poza Maya</b>	<i>Ampelocera hottlei</i>	4.328	25.581	10.000	39.910
	<i>Pouteria campechiana</i>	7.775	18.605	10.000	36.380
	<i>Simaruba glauca</i>	17.754	2.326	5.000	25.079
	<i>Brosimum alicastrum</i>	7.063	6.977	10.000	24.039
	<i>Pseudolmedia oxyphyllaria</i>	5.807	6.977	10.000	22.783
	<i>Acacia sp.</i>	1.858	9.302	10.000	21.161
	<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	9.986	4.651	5.000	19.638
	<i>Pouteria sp.</i>	4.266	4.651	10.000	18.917
	<i>Pouteria reticulata</i>	4.526	9.302	5.000	18.828
	<i>Quiina schippii</i>	9.856	2.326	5.000	17.182
	4 Especies restantes	26.781	9.302	20.000	56.083
<b>TOTALES</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	

Fuente: Datos experimentales

## 9.2. Composición y diversidad de especies de vertebrados medianos y mayores que visitan aguadas del BPNDL

### 9.2.1. Esfuerzo de muestreo

Con un esfuerzo de muestreo de 898 trampas-noche se obtuvieron un total de 15,564 fotografías con fauna presente, de las cuales, 4,728 fotografías corresponden a aves, 10,811 a mamíferos y 25 a reptiles. Del total de fotografías obtenidas, en 357 fotografías no fue posible determinar la especie debido a que la imagen no era muy clara o la posición del animal no permitía su identificación, y en un total de 1,849 fotografías no se observó fauna presente. Se registraron un total de 20 especies de vertebrados medianos y mayores que visitan las aguadas, pertenecientes a 6 familias de aves y 8 familias de mamíferos (Cuadro 9, Anexo 10).

### 9.2.2. Gremios alimenticios de los vertebrados que visitan las aguadas del BPNDL

En cuanto a los gremios alimenticios estos fueron representados en un 30% por especies omnívoras (*Crax rubra*, *Meleagris ocellata*, *Nasua narica*, *Pecari tajacu*, *Tayassu pecari* y *Urocyon cinereoargenteus*), 25% corresponden a especies carnívoras (*Leopardus pardalis*, *Panthera onca*, *Puma concolor*, *Spizaetus ornatus* y *Spizaetus tyrannus*), 15% son herbívoros (*Mazama sp.*, *Tapirus bairdii*, y *Odocoileus virginianus*), 10% frugívoros /granívoros (*Tinamus major* y *Cuniculus paca*), 10% frugívoros (*Dasyprocta punctata* y *Penelope purpurascens*) y 10% piscívoros (*Aramus guarauna* y *Tigrisoma mexicanum*) (Figura 4).

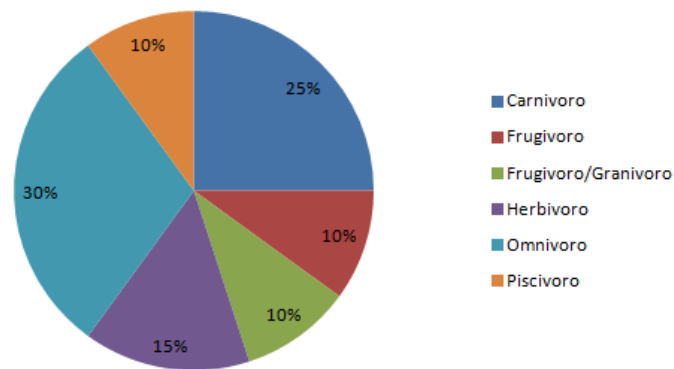


Figura 4. Gremios alimenticios de las especies asociadas a 4 aguadas del BPNDL.

### **9.2.3. Estado de conservación de vertebrados medianos y mayores que visitan las aguadas del BPNDL**

Se determinó que de acuerdo a la Lista Roja de la UICN, el 95% de las especies registradas muestran algún grado de amenaza (UICN 2014) (Cuadro 9). La especie con mayor riesgo de extinción es el tapir (*Tapirus bairdii*) (EN), seguido por el faisán (*Crax rubra*) con estatus vulnerable (VU). Entre las especies casi amenazadas (NT) está el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), águila elegante (*Spizaetus ornatus*), mancolola (*Tinamu major*), jaguar (*Panthera onca*) y jabalí (*Tayassu pecari*) (Cuadro 9).

Debido a su amplia distribución, especies como la cojolita (*Penelope purpurascens*), el águila tirana (*Spizaetus tyrannus*), tepezcuintle (*Cuniculus paca*), coche de monte (*Pecari tajacu*), puma (*Puma concolor*) y venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) se encuentran en estado de preocupación menor (LC) (IUCN 2014). El cabrito (*Mazama sp.*) es la única especie que no posee la suficiente información para tomarse en cuenta dentro del listado, esto debido a la incertidumbre actual en su taxonomía, distribución, hábitat y amenazas (Cuadro 9).

En cuanto al listado de la Convención Sobre el Comercio Internacional de especies amenazadas (CITES), las especies incluidas son el ocelote (*Leopardus pardalis*), jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*), las cuales se ubican en el Apéndice I, lo que significa que son o pueden ser afectadas por el comercio (CONAP, 2009) (Cuadro 9).

Para la lista de especies amenazadas propuesta por el CONAP, se encontraron 6 especies ubicadas en la Categoría 2, cuya distribución es restringida a un sólo tipo de hábitat, entre estas especies están el águila elegante (*Spizaetus ornatus*), el águila tirana (*Spizaetus tyrannus*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*) y el tapir (*Tapirus bairdii*), mientras que en la categoría 3 hay 13 especies (Cuadro 9).

**Cuadro 9. Especies de vertebrados medianos y mayores que visitan 4 aguadas del BPNDL y su estado actual de conservación.**

Clase	Orden	Familia	Species	AGUADAS				UICN Red List				CITES				LEA		
				Aguada El Trampole	Aguada La Gloria	Aguada Maya	Aguada Monifatos	Endangered A2abcd+3bce	Vulnerable A2cd+3cd+4cd	Near Threatened	Least Concern	Data deficiente	Appendice I	Appendice II	Appendice III	No aparece	2	3
Aves	Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	X					X				X			X		
		Falconiformes	Accipitridae	<i>Spizaetus ornatus vicarius</i>		X				X			X			X		
				<i>Spizaetus tyrannus serus</i>		X				X			X		X			
	Galliformes	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	X	X	X	X		X				X			X		
			<i>Penelope purpurascens</i>	X	X	X				X				X		X		
			Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	X	X		X					X			X		
	Gruiformes	Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>		X					X			X		X			
		Tinamiformes	Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	X	X	X			X			X		X			
	Mammalia	Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>		X				X				X				
			Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	X	X	X	X				X		X		X		
<i>Panthera onca</i>				X	X	X	X			X			X		X			
<i>Puma concolor</i>		X		X	X	X			X		X		X					
Cetartiodactyla		Cervidae	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>		X	X	X			X			X	X			
			<i>Mazama sp.</i>	X	X	X				X			X		X			
			<i>Odocoileus virginianus</i>	X	X					X			X					
Perissodactyla		Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	X		X				X			X		X			
			<i>Tayassu pecari</i>	X		X	X			X			X		X			
			<i>Tapirus bairdii</i>	X	X	X	X	X				X			X			
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	X	X	X	X			X			X		X				
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	X		X	X			X				X	X				
<b>TOTALES</b>				16	12	15	12	1	1	5	12	1	3	5	5	7	5	13

Fuente: Datos de campo

#### 9.2.4. Registro de vertebrados medianos y mayores en 4 aguadas del BPNDL

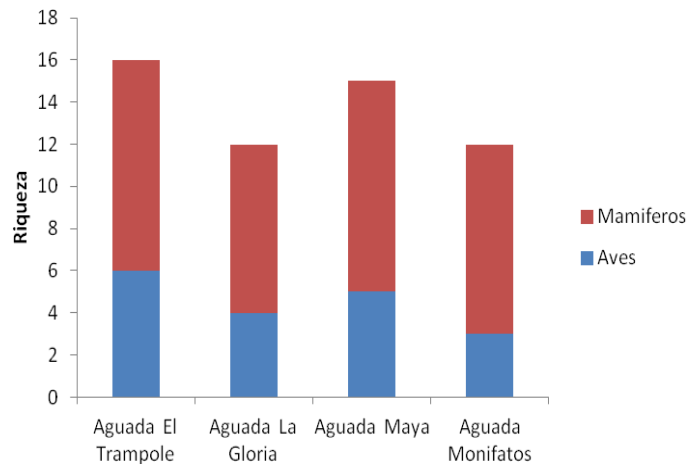
Del total de fotografías, en 15,207 fotos fue posible identificar a la fauna presente hasta nivel de especie, las cuales corresponden a 2,366 visitas independientes; de estas, 2,035 fueron registros de vertebrados mayores y medianos (los restantes 331 registros fueron de mamíferos (2 especies), aves (20 especies) y reptiles (1 especie) de pequeña talla) (Anexo 10). De un total de 2,035 registros independientes de vertebrados medianos y mayores, 642 fueron de aves (8 especies) y 1,393 de mamíferos (12 especies) (Cuadro 10). Dentro de las aves, 73.05% de los registros fueron de faisán (*Crax rubra*) (n=469) y 16.51% de pavo ocelado (*Meleagris ocellata*) (n=106). En los mamíferos 77.81% de los registros fueron de jabalí (*Tayassu pecari*) (n=1084), 5.31% de tapir (*Tapirus bairdii*) (n=74) y 16.88% de los registros fueron del resto de especies (Cuadro 10).

**Cuadro 10. Número de registros independientes de vertebrados medianos y mayores en 4 aguadas del BPNDL.**

<b>Especies</b>	<b>Aguada El Trampoline</b>	<b>Aguada La Gloria</b>	<b>Aguada Maya</b>	<b>Aguada Monifatos</b>	<b>Total general</b>
<b>Aves</b>	<b>162</b>	<b>158</b>	<b>216</b>	<b>106</b>	<b>642</b>
<i>Aramus guarana</i>	0	2	0	0	2
<i>Crax rubra</i>	134	59	180	96	469
<i>Meleagris ocellata</i>	9	95	0	2	106
<i>Penelope purpurascens</i>	3	2	6	0	11
<i>Spizaetus ornatus vicarius</i>	0	0	4	0	4
<i>Spizaetus tyrannus serus</i>	2	0	7	0	9
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	2	0	0	0	2
<i>Tinamus major</i>	12	0	19	8	39
<b>Mammalia</b>	<b>179</b>	<b>76</b>	<b>778</b>	<b>360</b>	<b>1393</b>
<i>Cuniculus paca</i>	14	1	6	8	29
<i>Dasyprocta punctata</i>	9	0	1	2	12
<i>Leopardus pardalis</i>	15	1	11	6	33
<i>Mazama spp.</i>	3	0	1	32	36
<i>Nasua narica</i>	0	3	3	1	7
<i>Odocoileus virginianus</i>	3	26	0	0	29
<i>Panthera onca</i>	8	5	1	4	18
<i>Pecari tajacu</i>	11	0	1	0	12
<i>Puma concolor</i>	11	3	5	10	29
<i>Tapirus bairdii</i>	18	7	34	15	74
<i>Tayassu pecari</i>	87	0	715	282	1084
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	0	30	0	0	30
<b>Total general</b>	<b>341</b>	<b>234</b>	<b>994</b>	<b>466</b>	<b>2035</b>

El sitio con mayor riqueza de especies fue la aguada El Trampoline (16 especies), seguida por La Poza Maya (15 especies), mientras que Los Monifatos y La Aguada La Gloria presentan una riqueza semejante (12 especies) (Figura 5).





**Figura 5. Riqueza de vertebrados medianos y mayores en las aguadas del BPNDL.**

El faisán (*Crax rubra*), ocelote (*Leopardardus pardalis*), jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), tapir (*Tapirus bairdii*) y tepezcuintle (*Cuniculus paca*) fueron registrados en los cuatro sitios de estudio, mientras que la cojolita (*Penelope purpurascens*), pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), mancolola (*Tinamus major*), pizote (*Nasua narica*), cabrito (*Mazama sp.*), jabalí (*Tayassu pecari*) y cotuza (*Dasyprocta punctata*) fueron registrados sólo en tres aguadas (Cuadro 9).

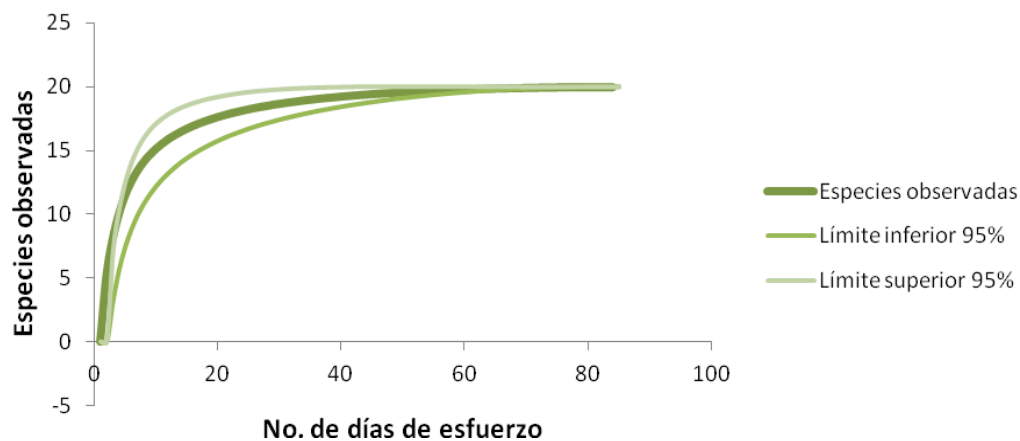
El índice de Margalef estimado para la comunidad de vertebrados medianos y mayores que visitan las aguadas del BPNDL fue mayor en la aguada El Trampoline, mientras que su índice de dominancia fue el menor de todos, lo cual indica que en esta aguada la diversidad de vertebrados es alta; mientras que la Poza Maya presenta la mayor dominancia y la menor equidad lo que indica que su diversidad es baja influenciado por el número de individuos registrados (Cuadro 11).

**Cuadro 11. Índices de diversidad de la comunidad de mamíferos medianos y mayores que visitan las aguadas del BPNDL**

	Aguada ElTrampoline	Aguada LaGloria	Aguada Maya	Aguada Monifatos
Especies	16	12	15	12
Individuos	341	234	994	466
Dominancia Simpson	0.2315	0.259	0.552	0.4157
Equidad de Simpson	0.7685	0.741	0.448	0.5843
ShannonH	1.944	1.648	0.9781	1.303
Margalef	2.572	2.016	2.028	1.79

Fuente: Datos experimentales y estadísticos

En la curva de acumulación de especies generada (Figura 6), se observa como la curva llega a una asíntota demostrando que el esfuerzo realizado en las cuatro aguadas fue el adecuado, y existe muy poca probabilidad de detectar alguna especie nueva. Con el programa Estimates (Colwell 2004) se obtuvieron los estimadores no paramétricos Chao2 =20; Jacknife1 =20; Jacknife2 =18.07 y Bootstrap =20.31, y se observa una tendencia a presentar valores semejantes a los observados por lo que se sugiere que el muestreo ha capturado el total de especies que visitan las cuatro aguadas en época seca.



**Figura 6. Curva de acumulación de especies de vertebrados medianos y mayores asociados a 4 aguadas del BPNDL**

### 9.3. Patrón de uso de aguadas por parte de vertebrados medianos y mayores con relación a los períodos de actividad y a la temperatura ambiental.

#### 9.3.1. Frecuencias de captura

La frecuencia total de captura fue de 226.61 registros/100 trampas noche. Las especies que se fotocapturaron con mayor frecuencia fueron, el jabalí (*Tayassu pecari*) con 120.71 registros/100 trampas-noche, seguido por el faisán (*Crax rubra*) con 52.22 registros/100 trampas-noche, el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*) con 11.80 registros/100 trampas-noche, el tapir (*Tapirus bairdii*) con 8.24 registros/100 trampas-noche, la mancolola (*Tinamus major*) con 4.34 registros /100 trampas-noche, y el cabrito con 4.00 registros/100 trampas-noche. Estas representaron aproximadamente 87% de los eventos independientes (Cuadro 12, Figura 6).

En la aguada Poza Maya se obtuvo la mayor frecuencia de capturas, con 110.69 registros/100 trampas-noche, seguida por la aguada Los Monifatos con 51.89 registros/100 trampas-noche y El Trampole con 37.97 registros /100 trampas noche, siendo en las tres aguadas el faisán (*Crax rubra*) y el jabalí (*Tayassu pecari*) los más fotocapturados; la aguada con menos registros fue La Gloria, con 26.05 registros/100 trampas-noche, donde los más fotografiados fueron el faisán (*Crax rubra*) y el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*) (Cuadro 12).

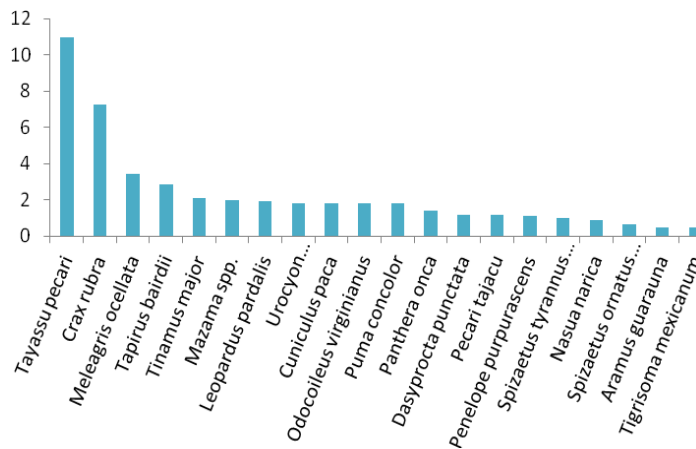
**Cuadro 12. Frecuencias de captura (No. registros/100 trampas-noche) de vertebrados medianos y mayores asociados a las aguadas del BPNDL**

	Aguada El Trampole	Aguada La Gloria	Aguada Poza Maya	Aguada Monifatos	FC Total
<b>Aves</b>					
<i>Aramus guarauna</i>	0.000	0.223	0.000	0.000	0.223
<i>Crax rubra</i>	14.922	6.570	20.045	10.690	52.227
<i>Meleagris ocellata</i>	1.002	10.579	0.000	0.223	11.804
<i>Penelope purpurascens</i>	0.334	0.223	0.668	0.000	1.225
<i>Spizaetus ornatus vicarius</i>	0.000	0.000	0.445	0.000	0.445
<i>Spizaetus tyrannus serus</i>	0.223	0.000	0.780	0.000	1.002
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	0.223	0.000	0.000	0.000	0.223
<i>Tinamus major</i>	1.336	0.000	2.116	0.891	4.343

**Mammalia**

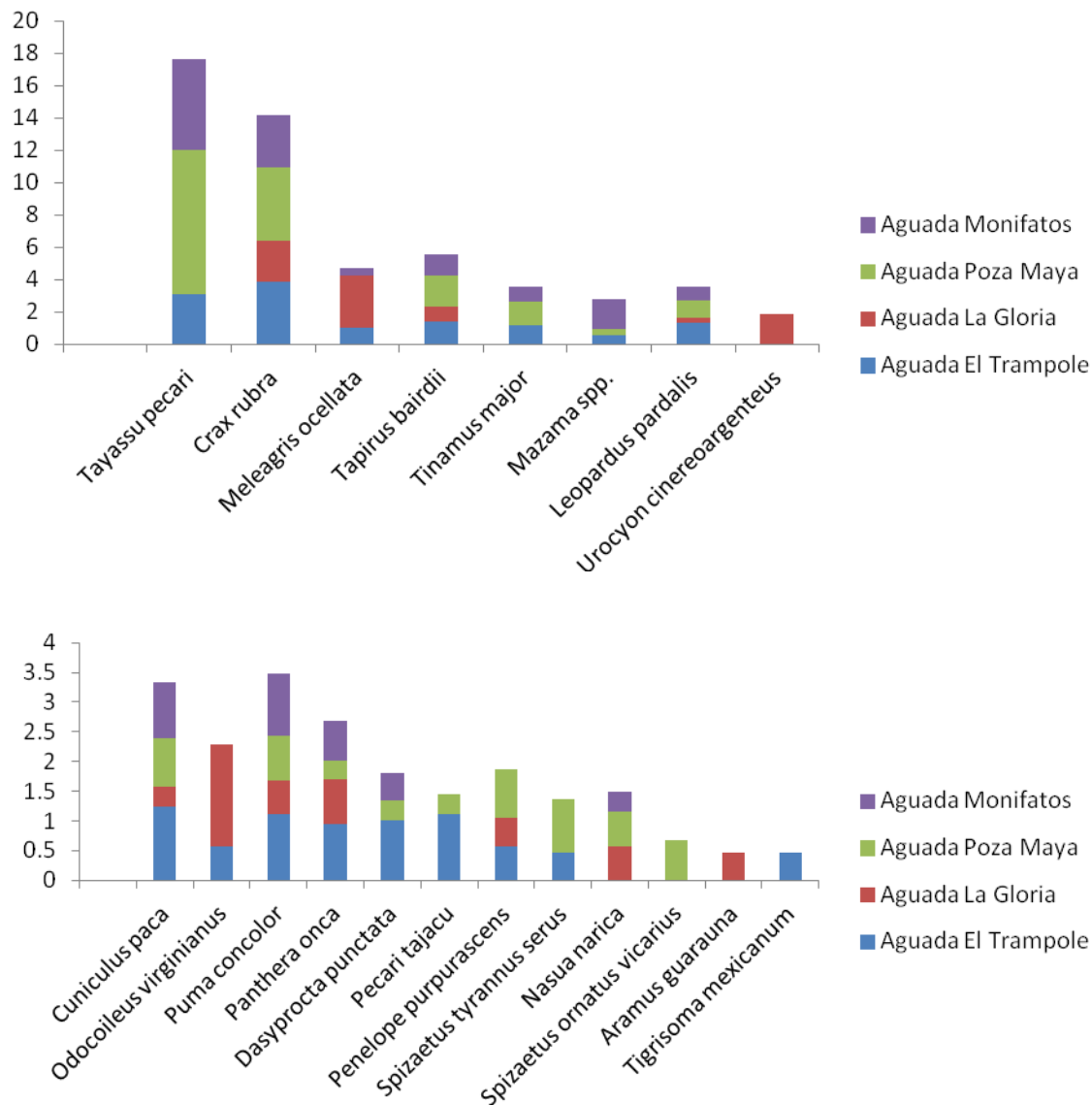
<i>Cuniculus paca</i>	1.559	0.111	0.668	0.891	3.229
<i>Dasyprocta punctata</i>	1.002	0.000	0.111	0.223	1.336
<i>Leopardus pardalis</i>	1.670	0.111	1.225	0.668	3.675
<i>Mazama spp.</i>	0.334	0.000	0.111	3.563	4.009
<i>Nasua narica</i>	0.000	0.334	0.334	0.111	0.780
<i>Odocoileus virginianus</i>	0.334	2.895	0.000	0.000	3.229
<i>Panthera onca</i>	0.891	0.557	0.111	0.445	2.004
<i>Pecari tajacu</i>	1.225	0.000	0.111	0.000	1.336
<i>Puma concolor</i>	1.225	0.334	0.557	1.114	3.229
<i>Tapirus bairdii</i>	2.004	0.780	3.786	1.670	8.241
<i>Tayassu pecari</i>	9.688	0.000	79.621	31.403	120.713
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	0.000	3.341	0.000	0.000	3.341
<b>Total general</b>	<b>37.973</b>	<b>26.058</b>	<b>110.690</b>	<b>51.893</b>	<b>226.615</b>

En la figura 7 se puede observar la frecuencia de captura de los vertebrados medianos y mayores en las aguadas del BPNDL, siendo evidente que las cinco especies que presentan una mayor asociación a las aguadas son el jabalí (*Tayassu pecari*), el faisán (*Crax rubra*), el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), el tapir (*Tapirus bairdii*) y la mancolola (*Tinamus major*).



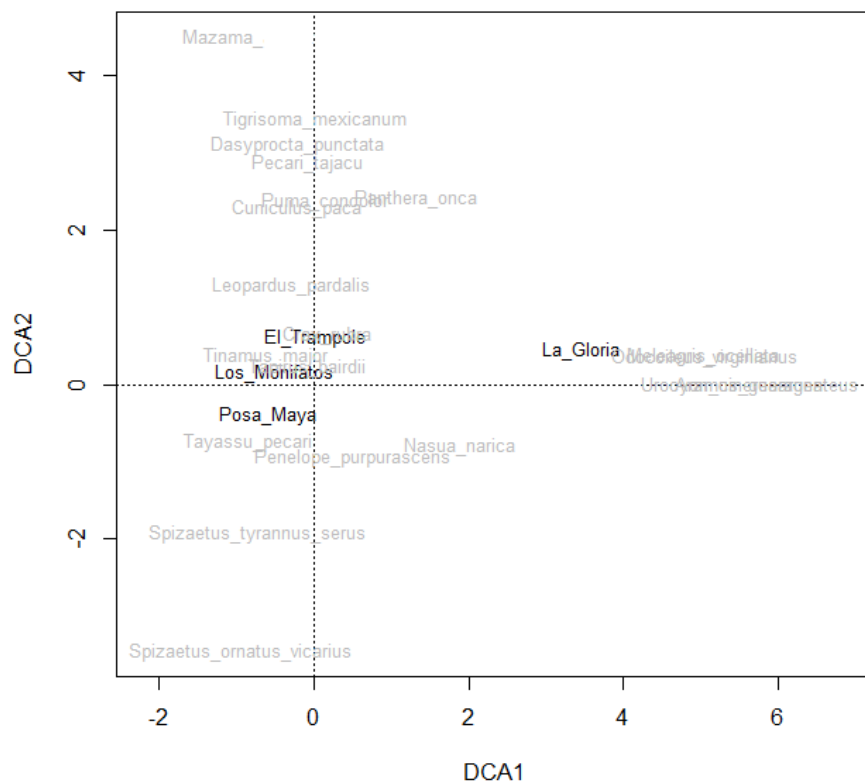
**Figura 7. Frecuencia de captura de vertebrados medianos y mayores en las aguadas del BPNDL ( Datos tranformados a raíz cuadrada)**

En la Figura 8 se observa la frecuencia de captura de los vertebrados medianos y mayores en los diferentes sitios de muestreo, con una mayor frecuencia de captura de ciertas especies a una aguada en particular.



**Figura 8. Frecuencia de captura de vertebrados medianos y mayores en cuatro aguadas del BPNDL. (Datos transformados a raíz cuadrada)**

Con el fin de observar si existe similitud entre los diferentes sitios muestreados se realizó un análisis de correspondencia libre de tendencia (DCA) utilizando las frecuencias de captura en cada aguada. El análisis de ordenación (Figura 9) muestra a lo largo del primer eje de ordenación que La Gloria es distinta a las otras aguadas, principalmente porque el caraú (*Aramus guarauna*) y la zorra gris (*Urocyon cinereargenteus*) se encontraron únicamente en ella, y porque el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) la visitaron con mayor frecuencia que a las otras aguadas. Mientras que el segundo eje se muestra la agrupación de La Poza Maya, Los Monifatos y el Trampoline, las cuales son visitadas por más especies en común. En la Figura 9 se muestran únicamente el primer y segundo eje de ordenación porque explican el 75.55 % de la varianza observada. Y el tercero explica solamente el 24.45%, por lo que no se muestra.



**Figura 9. Análisis de correspondencia rectificado (DCA) para la similitud de las aguadas con base a su frecuencia de captura.**

### 9.3.2. Patrones de actividad de vertebrados medianos y mayores asociados a las aguadas del BPNDL

De acuerdo a los horarios de actividad, se clasificó como diurno al faisán (*Crax rubra*), la cojolita (*Penelope purpurascens*), la mancolola (*Tinamu major*) el cabrito (*Mazama sp.*), el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el jabalí (*Tayassu pecari*) y al coche de monte (*Pecari tajacu*), y como nocturno se clasificó únicamente al tepezcuintle (*Cuniculus paca*). Entre las especies con mayor actividad diurna se registran dos grandes felinos, el jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*). Con mayor actividad nocturna se registra al ocelote (*Leopardus pardalis*) y a la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Entre las especies crepusculares se registra al pavo ocelado (*Meleagris ocellata*) y la cotuza (*Dayprocta punctata*). El tapir (*Tapirus bairdii*) fue la única especie clasificada como catameral, ya que presenta registros esporádicos tanto durante el día como en la noche, con 58.10 %de las observaciones durante la noche, 25.67% durante el crepúsculo y 16.21% durante el día (Figura. 10).

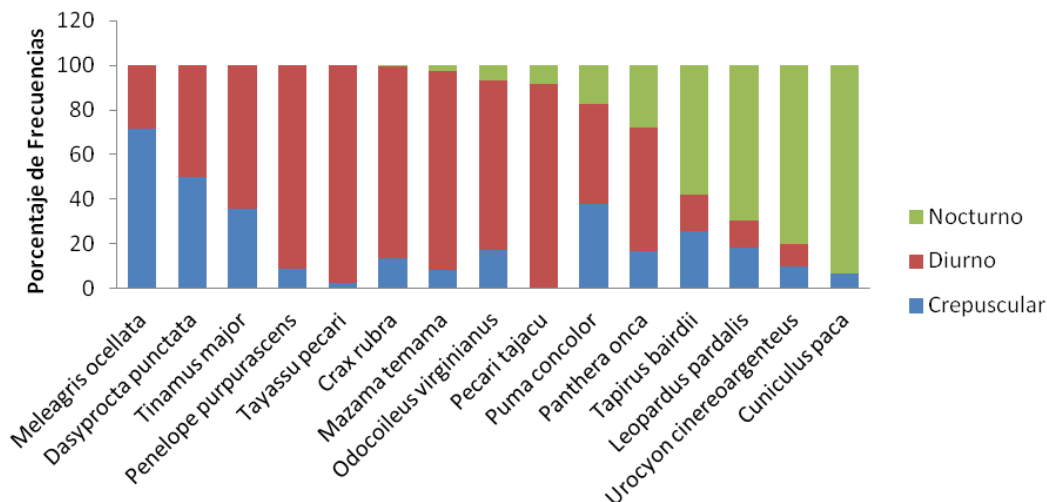
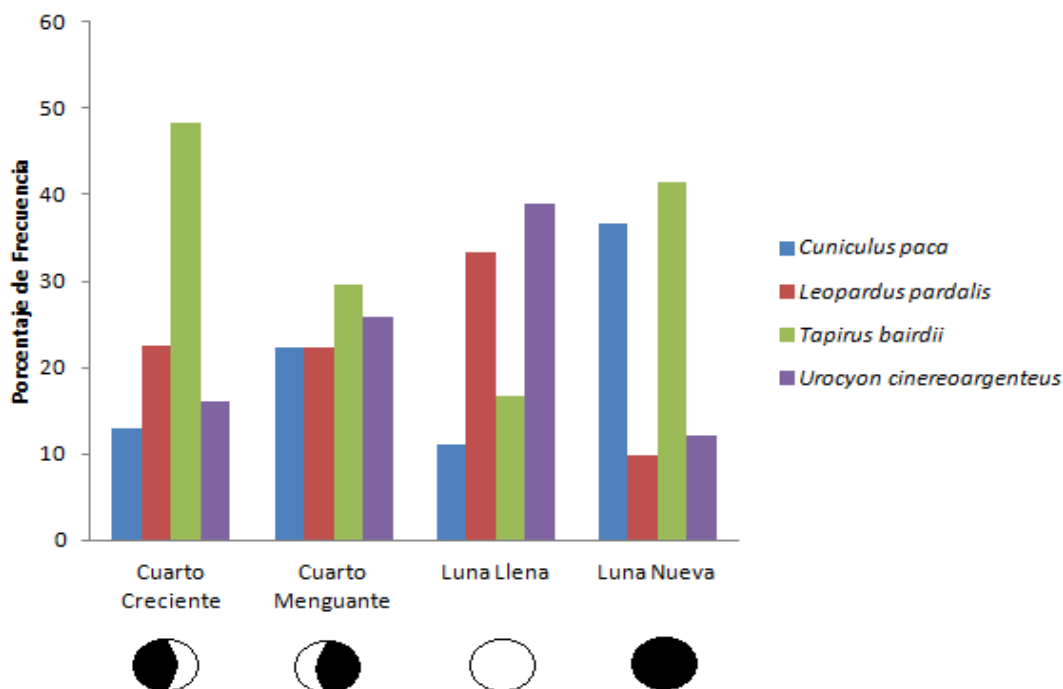


Figura 10. Patrones de actividad de vertebrados medianos y mayores asociados a las aguadas del BPNDL.

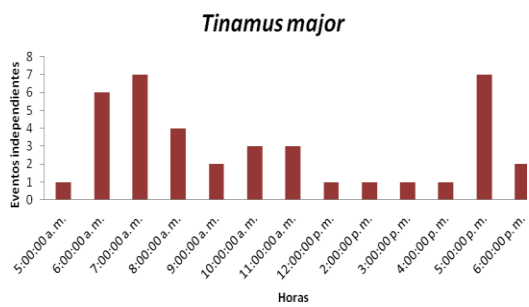
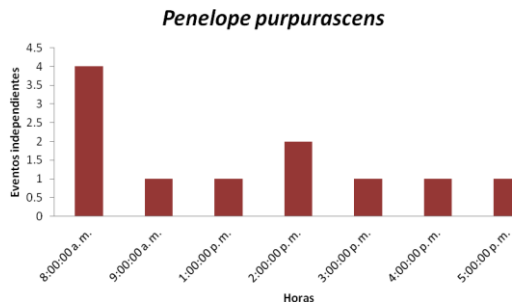
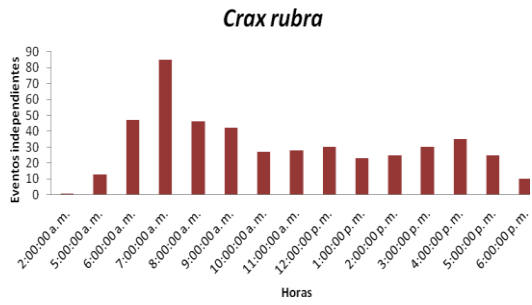
Tomando en cuenta a las especies nocturnas, catamerales y con mayor actividad nocturna, se observa que hay diferencias en cuanto a la presencia de ellas durante las cuatro fases lunares (Figura 11). El tepezcuintle (*Cuniculus paca*) y el tapir (*Tapirus bairdii*) disminuyen su actividad en las aguadas durante la luna llena, siendo más activos durante la luna nueva, cuando las noches son oscuras. También se observó que especies como la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el ocelote (*Leopardus pardalis*) no variaron su actividad de gran manera en las aguadas durante las diferentes fases lunares.



**Figura 11. Porcentaje de frecuencias de visita durante las cuatro fases lunares.**

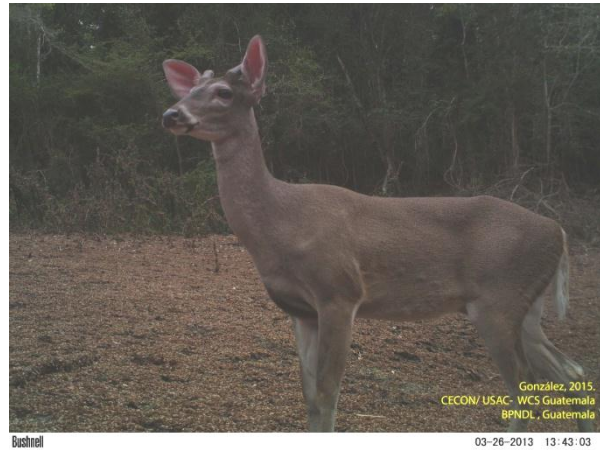
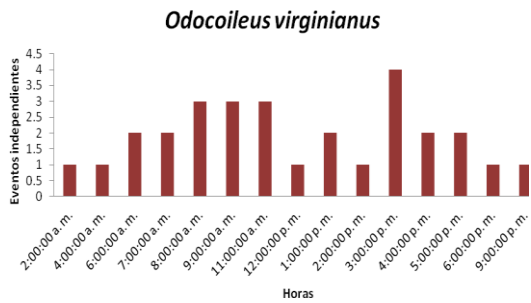
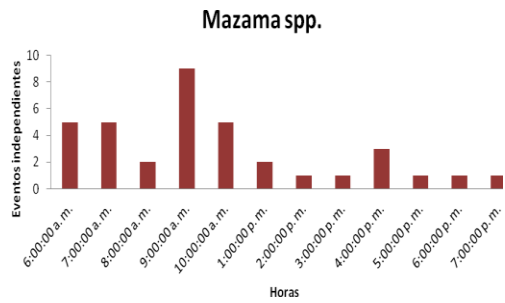
En cuanto a los patrones diarios de actividad de cada una de las especies, estos se basaron en las horas registradas en cada evento independiente. Mediante estos análisis se observa que las aves diurnas como el faisán (*Crax rubra*) tienen mayor actividad durante las primeras horas del día (6:00 a 8:00 hrs), manteniendo su actividad en las aguadas a lo largo del día. De manera similar la cojolita (*Penelope purpurascens*) visita las aguadas durante el día, con un pico de actividad a las 8:00 hrs, mientras que la mancola (*Tinamus major*) presenta mayor actividad durante las primeras (6:00 a 7:00 hrs) y las últimas horas del día (17:00 hrs) (Figura 12).





**Figura 12. Patrones diarios de actividad de aves diurnas asociadas a las aguadas del BPNDL.**

Entre los cérvidos registrados, se observó que el cabrito (*Mazama spp.*) está más activo en las aguadas de 9:00 a 10:00 hrs, a diferencia del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) que está activo a lo largo de todo el día, con un aumento de actividad a las 15:00 hrs (Figura 13).



**Figura 13. Patrones diarios de actividad de cérvidos asociados a las aguadas delBPNDL**

Se registraron dos especies de mamíferos gregarios de la familia de los tayassuidos con actividad diurna. El coche de monte (*Pecari tajacu*) evidencia mayor actividad en aguadas durante las primeras horas del día (8:00 hrs), y el jabalí (*Tayassu pecari*) presenta su pico de actividad entre las 10:00 y 14:00 hrs (Figura 14).

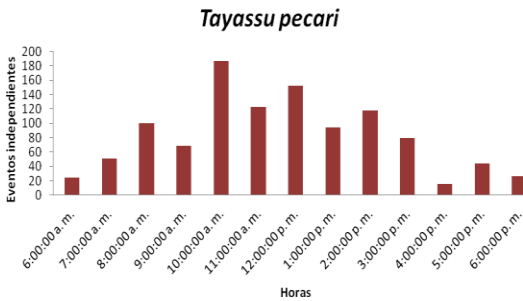
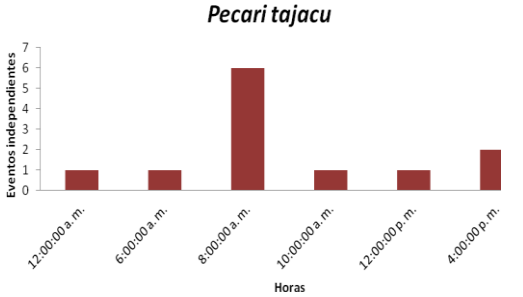
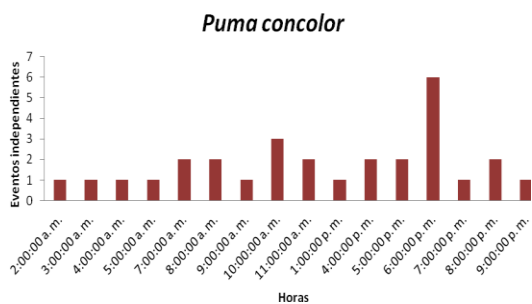
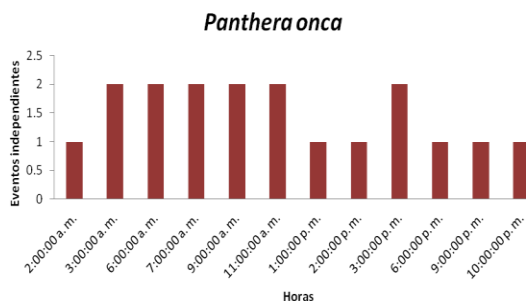


Figura 14. Patrones diarios de actividad de los tayassuidos asociados a las aguadas del BPNDL.



Los dos felinos mayores registrados durante el monitoreo, son especies con mayor actividad diurna, el jaguar (*Panthera onca*) evidencia ser activo en aguadas a lo largo de todo el día, con algunos registros ocasionales durante la noche, y de manera similar el puma (*Puma concolor*) es activo a lo largo del día con algunos registros durante el crepúsculo (18:00 hrs) (Figura 15).



**Figura 15. Patrones diarios de actividad de felinos mayores asociados a las aguadas del BPNDL.**

Para los roedores, de acuerdo al patrón diario de actividad, el tepezcuintle (*Cuniculus paca*) es estrictamente nocturno, con altos picos de actividad durante la madrugada (2:00- 4:00 hrs), mientras que la cotuza (*Dasyprocta punctata*) muestra mayor actividad crepuscular (6:00 y 18 hrs) en las aguadas, con algunos registros durante el día (Figura 16).

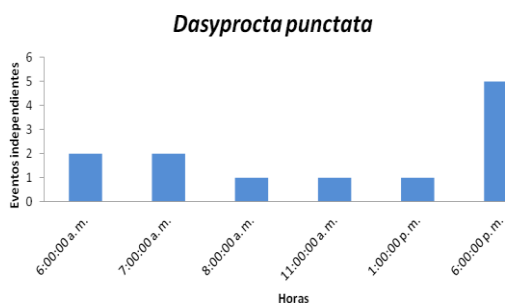
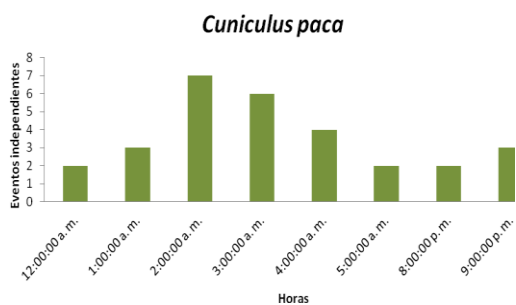
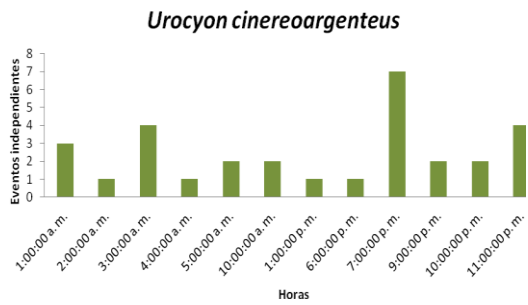
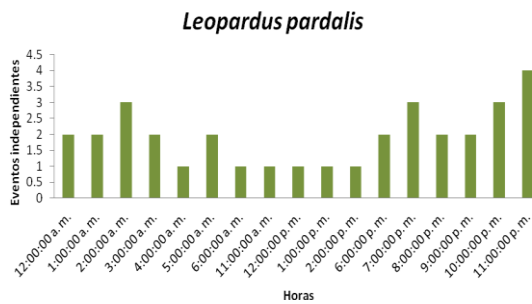


Figura 16. Patrones diarios de actividad de roedores asociados a las aguadas del BPNDL

Entre las especies con mayor actividad nocturna en aguadas, se observa que el ocelote (*Leopardus pardalis*) que a pesar de presentar actividad a lo largo del día, exhibe un aumento de actividad entre las 19:00 y 23:00 hrs. Mientras que la zorra gris muestra un incremento notable en su actividad a las 19:00 hrs (Figura 17).



**Figura 17. Patrones de actividad de especies con mayor actividad nocturna asociados a las aguadas del BPNDL**



El pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), evidencia ser más activo en aguadas durante el crepúsculo, con picos de actividad a las 6:00 y 18 hrs. (Figura 18).

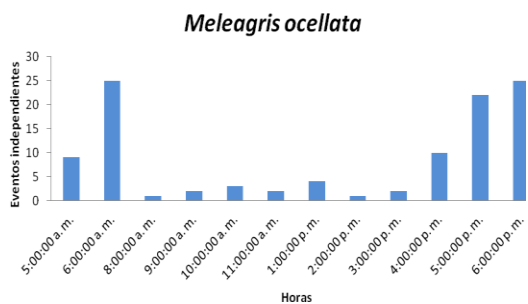


Figura 18. Patrón de actividad del pavo ocelado (*Meleagris ocellata*) en cuatro aguadas del BPNDL.

En cuanto a los tapires (*Tapirus bairdii*), a pesar de que la mayor frecuencia de registros independientes fueron entre las 19:00 y 21:00hrs, esta especie es activa durante todo el día (Figura 19).

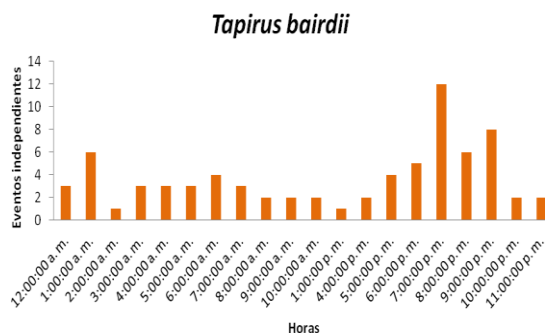


Figura 19. Patrón de actividad del tapir (*Tapirus bairdii*) en cuatro aguadas del BPNDL.

**9.3.3. Relación entre la temperatura ambiental promedio semanal y la actividad de los vertebrados medianos y mayores en las aguadas del BPNDL.**

Para evidenciar el grado de relación entre la temperatura ambiental y la actividad de los vertebrados se utilizaron los datos climatológicos de temperatura obtenidos de la Estación Calakmul II de México (Anexo 11) y las frecuencias de captura semanales en cada uno de los sitios de estudio (Cuadro 15).

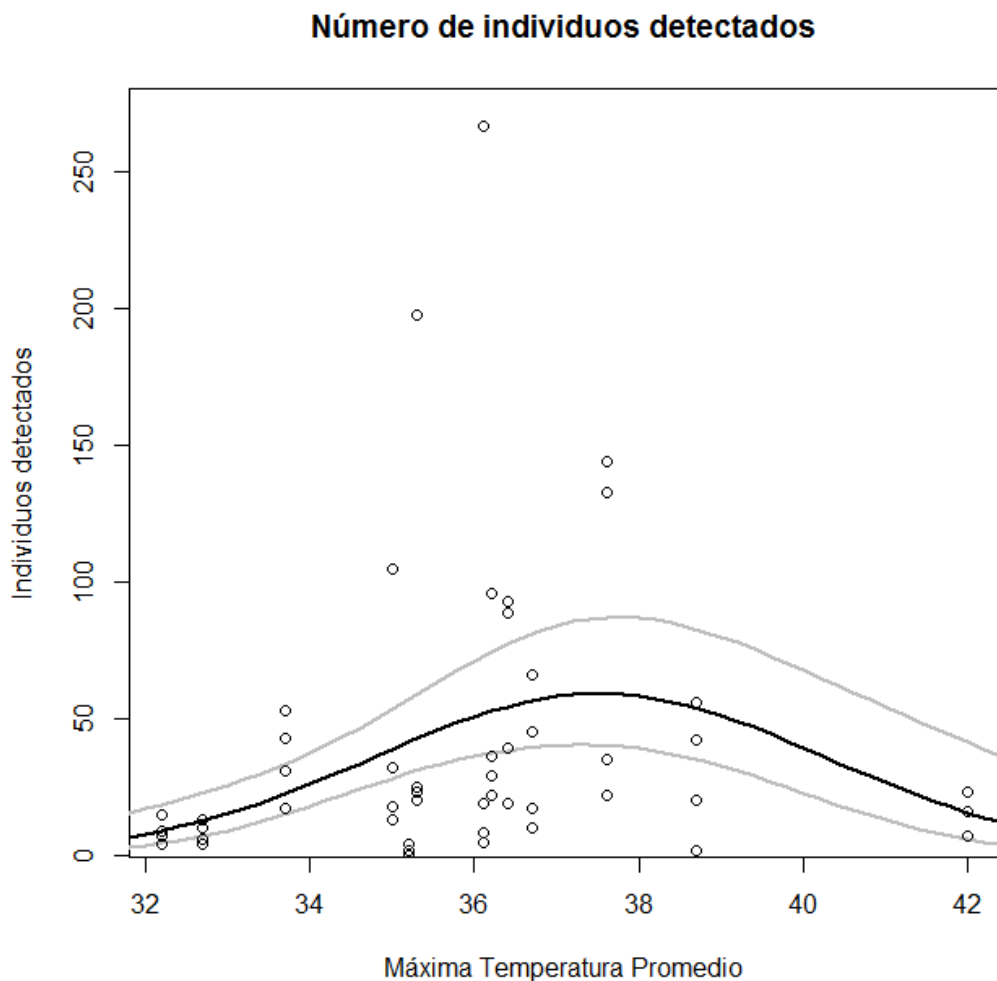
**Cuadro 15. Frecuencias de Captura por semana en las aguadas del BPNDL**

<b>Semana del Año 2013</b>	<b>Trampoline</b>	<b>La Gloria</b>	<b>Poza Maya</b>	<b>Monifatos</b>
<b>11</b>	0.77951002	1.67037862	0.4454343	1.00222717
<b>12</b>	2.56124722	2.56124722	1.78173719	0.77951002
<b>13</b>	5.90200445	3.45211581	1.89309577	4.78841871
<b>14</b>	10.3563474	4.34298441	2.11581292	9.91091314
<b>15</b>	3.89755011	2.44988864	16.0356347	14.8106904
<b>16</b>	1.89309577	1.11358575	7.34966592	5.01113586
<b>17</b>	2.11581292	0.55679287	29.7327394	0.8908686
<b>18</b>	2.22717149	0.22271715	6.23608018	4.67706013
<b>19</b>	2.00445434	1.44766147	11.6926503	3.56347439
<b>20</b>	2.22717149	2.56124722	22.0489978	2.78396437
<b>21</b>	2.44988864	4.00890869	10.6904232	3.22939866
<b>22</b>	1.11358575	1.44766147	0.66815145	0.4454343
<b>23</b>	0.4454343	0.22271715	0	0
<b>TOTAL</b>	37.9732739	26.0579065	110.690423	51.8930958

Al evaluar la correlación entre todas las variables climatológicas se evidenció que la Temperatura Máxima Promedio del aire tiene una relación significativa, aunque débil, con la frecuencia de visitas, obteniéndose un coeficiente de correlación de 0.330 con una significancia al nivel de 0.05 (Anexo 12). Con un  $R^2 = 0.009$  (Anexo 13), el modelo de regresión lineal explica muy poca de la varianza observada, por lo que se consideró como un mal modelo, por lo que, la tendencia observada se representó en un modelo linear generalizado de segundo grado, el cual explica 20.5% de la varianza observada; este modelo es el que explica mejor la varianza (Figura 20).



Al hacer una correlación con las frecuencias de visitas por especie, se evidenció que la temperatura máxima promedio semanal tiene relación directa con la frecuencia semanal de visita del faisán (*Crax rubra*), ocelote (*Leopardus pardalis*), mancolola (*Tinamus major*) y tapir (*Tapirus bairdii*) (Anexo 12).



**Figura 20.** Modelo Linear Generalizado de segundo grado (Distribución binomial negativa, función vinculante logarítmica) de los registros independientes detectados por semana en cada uno de los sitios de estudio como una respuesta a la temperatura máxima promedio en cada semana (número de observaciones = cuatro aguadas por 13 semanas=52). Línea negra: Predicción; Línea Gris: Límites de Confianza al 95%.

Para el Modelo Linear generalizado fueron utilizados los registros independientes en cada una de las semanas del periodo en que fue realizado el estudio, y como se observa en la Figura 20, se evidencia que existe un rango de temperatura máxima promedio semanal de 36 °C a 39 °C, donde las visitas dentro de las aguadas del BPNDL aumentan.

#### 9.3.4. Relación entre área del espejo de agua y la riqueza de especies.

Se procedió a realizar una prueba no paramétrica de Jonckheere-terpstrapara determinar si existen diferencias en los sitios muestreados utilizando los datos de riqueza por semana muestreada y así aumentar el número de muestras (Cuadro 17).

**Cuadro 17. Riqueza por semana en 4 aguadas del BPNDL**

		<b>Aguada El Trampoline</b>	<b>Aguada Maya</b>	<b>Aguada Monifatos</b>	<b>Aguada La Gloria</b>
<b>RIQUEZA POR SEMANA</b>	<b>Área Espejo de Agua</b>	2118.8	589.53	490.94	236.23
	Semana 11	5	3	4	4
	Semana 12	6	6	5	6
	Semana 13	6	6	4	6
	Semana 14	10	7	7	5
	Semana 15	8	8	8	7
	Semana 16	6	9	8	3
	Semana 17	5	8	4	4
	Semana 18	7	7	6	1
	Semana 19	7	5	7	3
	Semana 20	7	3	5	6
	Semana 21	8	5	6	6
	Semana 22	5	1	3	3
	Semana 23	2	0	0	1
	<b>Riqueza TOTAL</b>	16	15	12	12

La prueba de Jonckheere- Terpstra indica que existe evidencia de que al ser mas grandes las aguadas, expresado como el área del espejo de agua, hay más riqueza de vertebrados grandes y medianos (p= 0.01208, n= 13 semanas).

## 10. DISCUSION

### 10.1. Caracterización de las aguadas.

#### *10.1.2. Características físicas y de la vegetación circundante en 4 aguadas del BPNDL*

En cuanto a las características físicas y de la vegetación circundante, las aguadas fueron de gran importancia para los Mayas, no importando si las mismas eran de origen natural o construidas por ellos, las utilizaban para su subsistencia, así como para rituales y actividades políticas (Akpınar *et al* 2012 pg.1; Barrientos *et al* 2006, p. 319). Lentz y colaboradores (2011) realizaron un estudio en Parque Nacional Tikal, y establecieron que algunos reservorios eran utilizados para la recolección de agua de manantiales limpios y para el almacenaje de agua potable, mientras que en otros casos el agua de lluvia era almacenada para el riego de huertos. También en numerosos sitios arqueológicos ha sido demostrado el uso de técnicas para el manejo del agua, creación de reservorios de agua así como la construcción de aguadas (Brewer, 2007 pg 3; Lentz *et al* 2011). Se argumenta de la misma forma que la mayor parte de las aguadas encontradas en la proximidad de los asentamientos mayas fueron reforzadas con arcilla o yeso con el fin de retener por más tiempo el agua (Wahl *et al* 2007), por lo que la Poza Maya pudiese ser una aguada con reforzamiento de arcilla para retener el agua, aunque se deben realizar mayores análisis paleoambientales y arqueológicos para confirmar esto.

La estacionalidad de las aguadas también pudiese estar sujeta a las condiciones de permeabilidad del suelo de acuerdo a su textura, debido al tamaño de los poros que contiene el suelo y la capacidad de retención de agua (Tan, 2005, p.174). Así como a la cobertura vegetal, ya que la ausencia de esta podría implicar que las aguadas se sequen más rápidamente (Reyna-Hurtado *et al* 2010, p. 5).

De acuerdo al análisis en campo, las aguadas El Trampole, Los Monifatos y la Poza Maya presentan una textura arcillosa, caracterizado por poseer una alta capacidad para retener agua (Thompson y Troeh, 2002, p. 62). Lo que concuerda con variada literatura en la que se menciona que los suelos que se encuentran asociados a las aguadas van desde suelos delgados, altamente erosionables a suelos pesados con arcillas impermeables (Higbee, 1948; Dunning and Beach, 1994; Chmilar, 2005; Dunning *et al* 2007; citados por Akpinar 2011), con alta descomposición de materia orgánica (Lundell 1937, p 27), por lo que la impermeabilización característica de suelos arcillosos podría explicar la permanencia de agua en las aguadas El Trampole, Monifatos y Poza Maya.

En cuanto a la textura del suelo en La Gloria, es de tipo arcillo-arenoso, con un tamaño mayor de partículas que los suelos arcillosos, con menor capacidad para la retención de agua, aunado a esto, la escasa vegetación alrededor del remanente de agua permite una mayor evaporación de está a elevadas temperaturas (Reyna-Hurtado *et al* 2010, p. 5; Villalobos-Zapata y Mendoza, 2010, p.5), favoreciendo la desecación de la misma. Sin embargo, se recomienda hacer un estudio más detallado en cuanto a los tipos de suelo en las aguadas.

También existe evidencia de que aquellas aguadas que mantienen agua por largos periodos de tiempo poseen asociaciones hidrófiticas características, cubiertas en ocasiones por asociaciones flotantes de *Pistia stratiotes*, llamadas comúnmente lechugales (Lundell, 1937, p. 26), como lo observado en la aguada Los Monifatos, aguada permanente, donde fue evidente la abundancia de *P. stratiotes*, mientras que en otras aguadas *Lemna sp.* cubre su totalidad, como se observó en la Poza Maya (Lundell, 1937, p. 26).

En cuanto a la composición de la vegetación circundante en el Trampoline y La Gloria, se demuestra de manera general la presencia de especies comúnmente encontradas en aguadas y sitios inundables, como lo es el pucté (*Bucidas buceras*), especie hidrófila que ayuda a evitar la excesiva evaporación de las aguadas, brindando sombra al espejo de agua, el tinto (*Haematoxylum campechianus*), que forma asociaciones denominadas tintales, siendo estas dos especies, típicas en bajos y terrenos inundables, que reflejan en alguna medida que durante cierta época del año permanecen en estado inundado debido a la falta de un adecuado drenaje por las arcillas que componen el suelo (Lundell, 1937, p.27; Sandoval, 1999, p. 48; Reyna-Hurtado *et al* 2010).

También se encuentra el palo de gusano (*Lonchocarpus guatemalensis*), chechén (*Metopium brownei*), chilonche (*Eugenia capuli*) y laurel (*Cordia alliodora*), característicos de selvas bajas inundables o bajos, por lo que se infiere que tanto el Trampoline y La Gloria son aguadas ubicadas en selvas bajas inundables o bajos (Lundell, 1937, p.28; Rodas, 1998, p.33,41).

En estos dos últimos sitios además se encontraron especies como *Astronium graveolens*, *Metopium brownei*, *Spondias mombin*, *Bursera simaruba*, *Protium copal*, *Cryosophila stauracantha*, *Lonchocarpus castilloi*, *Ficus sp.*, *Brosimum alicastrum*, *Eugennia capuli*, *Manilkara zapota*, *Pouteria reticulata* y *Vitex gaumeri*, mencionadas por Meyrat y colaboradores (2002) como especies comunes dentro del Bosque tropical siempre verde estacional latifoliado de tierras bajas en suelos calcáreos.

En las aguadas Los Monifatos y la Poza Maya, se encuentran especies dominantes de serranía (lugares con mayor altitud y pendiente) como lo son el ramón (*Brosimum alicastrum*) y el zapotillo (*Pouteria sp.*), conformando asociaciones típicas de bosque alto (Sandoval, 1999, p. 49), y especies como *Ampelocera hotlei*, *Aspidosperma megalocarpo*, *Swartia cubensis*, *Blomia prisca* comunes en la región cárstica (Meyrat *et al* 2002). Deduciendo que estas dos aguadas se ubican en el denominado bosque alto.

Tomando en cuenta los valores de dominancia de Simpson de todas las especies en los cuatro sitios de estudio (Cuadro 7), se puede observar que existe una baja dominancia en todas las aguadas. De acuerdo al Índice de Simpson, entre más cercano a uno, la diversidad disminuye, por lo que las aguadas en general presentan una alta diversidad de especies vegetales, puesto que el mayor valor de dominancia obtenido en las aguadas fue de 0.1347 (Poza Maya), mientras que en el caso de la aguada El Trampoline y en Los Monifatos se presenta la mayor diversidad y la menor dominancia respectivamente (Krebs, 1999, p.443). Esta baja dominancia es normal en las selvas tropicales, en donde la riqueza arbórea es una de las principales características, con un abundante número de especies codominantes (Richards, 1996, p .6).

En cuanto a las categorías diamétricas inferiores, Sandoval (1999) argumenta que estos pueden ser explicados como una respuesta fisiológica de los árboles por el efecto de regímenes de agua y altas temperaturas así como el estado sucesional de la vegetación, y de acuerdo a Bongers *et al* (1988) corresponden al patrón de distribución diamétrica tipo I, donde la gran mayoría de los individuos se encuentran en categorías pequeñas que luego se incorporan a categorías superiores.

## **10.2. Composición y diversidad de especies de vertebrados medianos y mayores que visitan aguadas del BPNDL**

### *10.2.1. Esfuerzo de muestreo y curvas de acumulación de especies*

La curva de acumulación de especies generada muestra que el esfuerzo de muestreo fue el adecuado para registrar los vertebrados medianos y mayores que visitan las aguadas del BPNDL, ya que se alcanzó la asíntota correspondiente (Gutiérrez, 2008, p 19; Gotelli y Colwell, 2001, p. 380). Sin embargo, se observa que con un esfuerzo de muestreo de 30 a 45 días la curva tiende a estabilizarse, por lo que para futuros inventarios de vertebrados medianos y mayores, este es el periodo recomendado.

### 10.2.2. Gremios alimenticios que visitan las aguadas del BPNDL

En cuanto a los gremios alimenticios, las especies omnívoras son el gremio mejor representado, resultado que no coincide con Wolff (2001), quien argumenta que el requerimiento de agua es mayor para herbívoros. Sin embargo, fuera de los requerimientos que estas especies tienen del agua superficial, otros factores podrían estar influyendo en la presencia de estos en las aguadas. El pavo ocelado (*Meleagris ocellata*) podría frecuentar las aguadas debido a la disponibilidad de alimento como semillas y hojas nuevas o brotes de plantas en las orillas de las aguadas. Y para el caso del jabalí (*Tayassu pecari*) y otro omnívoro que frecuenta las aguadas, puede deberse a que las aguadas son utilizadas como sitios para refrescarse, tomar agua y darse baños de lodo (Moreira, 2009, p. 45).

Los carnívoros son el segundo gremio alimenticio más frecuente en las aguadas, estos cumplen un papel importante en el mantenimiento de la biodiversidad, ya que controlan las poblaciones de sus presas (Ray *et al*, 2005, p.208, 224). La presencia en las aguadas, de jaguares (*Panthera onca*), pumas (*Puma concolor*) y ocelotes (*Leopardus pardalis*), por mencionar algunos carnívoros, puede ser explicado por la presencia de especies consideradas potencialmente como sus presas, como el cabrito (*Mazama sp*), tepezcuintle (*Cuniculus paca*), cotuza (*Dasyprocta punctata*), coche de monte (*Pecari tajacu*) y jabalí (*Tayassu pecari*) (Estrada, 2006, p. 31-32; Estrada, 2008, p. 120), aunque no se obtuvo evidencia que los depredadores utilicen estas como sitios de cacería, ya que no se documentó ningún ataque por parte de los carnívoros a las potenciales presas.

Así mismo, los carnívoros necesitan agua para su digestión, metabolismo, reducción de temperatura y eliminación de desechos metabólicos (Noyd *et al* 2014, p. 247; Yarrow, 2009 p.3), por lo que podrían utilizar las aguadas como fuente de agua superficial. Schmidt-Nielsen (1964) discute que la dieta de la mayoría de carnívoros les provee del agua necesaria para la mayoría de sus funciones fisiológicas, excepto la regulación corporal. De Stefano y colabores (2000) infieren que estos sitios atraen a los depredadores para tomar agua más que para cazar.

Ya que para obtener el agua necesaria durante la época seca, deben cazar un mayor número de presas, por lo que prefieren tomar agua (Cutler, 1996, p. 85), razón que podría explicar la presencia de especies carnívoras en las aguadas durante la época seca. También es importante destacar el uso de las aguadas como fuente de agua superficial por parte de aves rapaces, en especial especies amenazadas como el águila elegante (*Spizaetus ornatus*), águila tirana (*Spizaetus tyrannus*) y otras rapaces de menor porte como el gavilán bicolor (*Accipiter bicolor*), aguililla negra menor (*Buteogallus anthracinus*), aguililla negra mayor (*Buteogallus urubitinga*), aguililla blanca (*Leucopternis albicollis*) y el halcón selvático collarejo (*Micrastur semitorquatus*). En África ha sido reportado el uso de manantiales por aves rapaces para cazar palomas (Cade, 1965, p.344), razón que puede explicar su presencia en las aguadas, ya que durante el estudio se observaron frecuentes visitas de variadas especies columbiformes. También se reporta la depredación de faisanes por parte de algunas rapaces como el águila elegante (*Spizaetus ornatus*) (González-García *et al* 2001, p.21), aunque no se obtuvo evidencia de que dicho comportamiento se dé, es evidente la asociación de las aves rapaces a los cuerpos de agua, ya que las fotocapturas muestran a las rapaces consumiendo agua en variadas ocasiones.

En cuanto a la presencia de grandes herbívoros, puede explicarse debido a los requerimientos de los mismos al agua superficial para complementar la que consumen en el forraje durante la época seca (Valeix, 2010, p. 163), pues existe asociación entre la dependencia a las fuentes de agua superficial y el contenido de humedad del forraje (Morgart *et al* 2005, p. 58; Dolan, 2006, p.642; Ballard *et al* 1997 p.62).

Entre las especies frugívoras esta la cojolita (*Penelope purpurescens*), cuya presencia puede deberse a que durante la época seca no obtienen el agua necesaria de los frutos que ingiere, ya que de acuerdo a la fenología observada en la RBM, las especies arbóreas tienden a florecer durante la época seca con temperatura elevada y baja precipitación y fructificar en época lluviosas con temperaturas altas (Ramírez, 1997, p. 63,64, Flores 2012; García, González y Yaxcal, 2015).



### ***10.2.3. Estado de conservación de vertebrados medianos y mayores que visitan las aguadas del BPNDL***

Las especies identificadas en el presente estudio se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo a listados internacionales y nacionales, siendo especies prioritarias para las estrategias de conservación. Por lo que las aguadas del BPNDL podrían ser consideradas un elemento del paisaje con alta prioridad de conservación, por ser un recurso clave para estas especies.

La principal amenaza que enfrenta la RBM es la pérdida de cobertura forestal (en 2005 la Sociedad para la Conservación de la Vida Silvestre estimó la pérdida anual en 1.18% (Oliva, 2006, p.35), lo que implica la pérdida de flora, fauna y yacimientos de agua. La fragmentación y pérdida de hábitat, influyen en la supervivencia de especies fuertemente asociadas a las aguadas como el tapir (*Tapirus bairdii*), (García *et al*, 2009, p.44), por lo que la protección de las aguadas ayudarían a preservar sus poblaciones, así como las de otras especies vulnerables a la fragmentación y pérdida de hábitat, como el jabalí (*Tayassu pecari*), jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*).

También hay que tomar en cuenta otros factores antropogénicos que son una amenaza para la diversidad biológica asociada a las aguadas, como la cacería de subsistencia que practican comunidades contiguas, siendo los animales más cazados para el área de Uaxactún, el tepezcuintle (*Cuniculus paca*), cabrito (*Mazama temama*) y faisán (*Crax rubra*) (Morales, 1993), especies frecuentes en aguadas del biotopo. La cacería puede influir en la estructura de la comunidad de vertebrados debido a la sobrecacería, siendo particularmente sensibles las especies de mayor tamaño como los faisanes, pecaríes, tapires y mancololas (Peres, 2000, p. 248). Causando además extinciones locales, alteración en la cadena trófica y en la dinámica de regeneración de los ecosistemas (Rosales *et al* 2010, p. 26).

Cabe mencionar que Guatemala es uno de los países más vulnerables a los impactos del cambio climático, por lo que las aguadas podrían verse seriamente afectadas por este posible escenario al haber cambios en cuanto a la precipitación, aumento de las temperaturas y periodos de sequia más extensos, y de esta forma verse afectadas las poblaciones de fauna silvestre con algún status de protección.

Por lo que para la conservación de las aguadas es prioritario formular estrategias para minimizar los efectos antrópicos que influyen de manera directa o indirectamente en estas, así como priorizar estrategias de control y vigilancia en el biotopo, establecer condenas más estrictas frente a la cacería ilícita y fuera de las temporadas de veda, e implementar campañas de concientización y sensibilización de la importancia de la fauna silvestre y la conservación de sus hábitats.

#### ***10.2.4. Composición de vertebrados medianos y mayores que visitan las aguadas del BPNDL***

Con el uso de trampas cámaras fue posible determinar que 43 especies de vertebrados visitan las aguadas, de las cuales 20 especies son categorizadas como vertebrados medianos y mayores. El 60% de los registros de vertebrados medianos y mayores fueron de mamíferos que representan al 50% de las especies de mamíferos medianos terrestres reportadas para el área de Petén (MacCarthy y Pérez, 2010), siendo un alto porcentaje de vertebrados asociados a este recurso hídrico.

Los registros encontrados concuerdan con lo observado en estudios llevados a cabo en la Reserva de Biosfera Calakmul, donde destacan la presencia de especies como el faisán (*Crax rubra*), pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), tapir (*Tapirus bairdii*), jabalí (*Tayassu pecari*), puma (*Puma concolor*) y jaguar (*Panthera onca*) (Simá *et al.*, 2008a), así como que el mayor número de registros fueron de ungulados (Martínez-Kú *et al.*, 2008).

Dentro del BPNDL un estudio realizado evidenció de igual manera que las especies con mayor frecuencia de visita a las aguadas son el faisán (*Crax rubra*) y el jabalí (*Tayassu pecari*) (Ruano-Fajardo *et al.*, 2009). De la misma forma, de acuerdo a Moreira y colaboradores (2011), la disponibilidad de agua superficial influye en la densidad de jaguares en la RBM, siendo una especie que muestra preferencia por hábitats cercanos a ríos, bosques ribereños, áreas inundables y riachuelos. De esta manera se infiere que dentro del BPNDL las especies con una fuerte asociación a las aguadas son el jabalí (*Tayassu pecari*), faisán (*Crax rubra*), tapir (*Tapirus bairdii*), mancolola (*Tinamus major*), cabrito (*Mazama sp*), ocelote (*Leopardus pardalis*), tepezcuintle (*Cuniculus paca*), puma (*Puma concolor*) y jaguar (*Panthera onca*), siendo las especies más frecuentes.

En pozas ubicadas dentro de un área de conservación en Guanacaste, Costa Rica, se reportan algunas especies de las encontradas en el presente estudio, como el pizote (*Nasua narica*), el coche de monte (*Tayassu pecari*), el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*), la cotuza (*Dasyprocta punctata*) y el faisán (*Crax rubra*), considerando a estos cuerpos de agua de gran importancia para la vida silvestre durante la época seca (Vaughan y Weis, 1999).

Existen estudios donde se evidencia la importancia del agua superficial para la fauna silvestre, como un estudio en la costa de Michoacán que evaluó el uso de manantiales de filtración, registrando al pizote (*Nasua narica*), jabalí (*Tayassu pecari*) y venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) como las principales especies que visitan dichos cuerpos de agua (Charre-Medellín *et al* 2010), especies también reportadas en este estudio.

En cuanto a los vertebrados medianos y mayores que se encuentran en el área como los tacuazines (*Phillander oposum* y *Didelphis sp.*), el tigrillo (*Leopardus wiedii*), el yaguarundí (*Herpailurus yagouaroundi*) y el armadillo (*Dasypus novemcinctus*), por mencionar algunos y que no visitaron las aguadas, probablemente, como sugieren Martínez Kú y colaboradores (2008) obtienen el agua de frutos y hojas, de la que se acumula en bromelias y otras epífitas, o de otras aguadas.

De acuerdo a los análisis realizados en cuanto a las distancias hacia otras fuentes de agua, La Poza Maya podría ser la que presenta un mayor grado de aislamiento, ya que se ubica en una serranía a 343 msnm y a 3.30 km de la fuente de agua más cercana, la aguada Los Monifatos, por lo que este aislamiento puede explicar porque en la Poza Maya se obtuvo la mayor cantidad de registros (110.69 registros/100 trampas noche). De la misma manera, los Monifatos presenta una alta frecuencia de visita (51.89.3 registros/100 trampas noche), por lo que es probable que la distancia entre las fuentes de agua superficial, podría influir en el uso de las mismas por parte de la fauna silvestre (Kraussman *et al* 2006, p.564).

En cuanto a la diversidad de especies registradas, esta fue similar en todas las aguadas, siendo mayor para El Trampoline, aguada que presentaba el espejo de agua más grande. Para el caso de La Gloria, la aguada de menor tamaño, presentó el menor índice de diversidad, lo que puede ser explicado por la dinámica estacional que esta presenta con ausencia de agua en los últimos meses de la temporada seca; probablemente algunas especies que la visitan, como el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*) y el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) utilizan el área como sitio de forrajeo, ya que fueron fotocapturados consumiendo hierbas de la familia Cucurbitaceae en el sitio donde solía haber agua. Esto concuerda con García y Radachowsky (2004), ya que argumentan que la frecuencia del venado de cola blanca y de sus signos no tiene una relación aparente con la disponibilidad de agua, obteniendo el agua necesaria de vegetación suculenta (Krausman *et al* 2006, p. 565).

### **10.3. Patrón de uso de aguadas por parte de los vertebrados medianos y mayores con base en los patrones de actividad y temperatura ambiental del Biotopo**

#### ***10.3.1. Frecuencias de captura.***

Varios autores plantean que la presencia de vertebrados en los sitios con aguadas es mayor que en los sitios sin aguadas, debido a que la visita a estos se debe a la necesidad por parte de la fauna de obtener el recurso hídrico, y además durante la estación seca existe un mayor registro de fauna dentro de las aguadas debido a que la disponibilidad de agua durante la temporada de lluvias no representa una limitante, y es la mejor época para realizar inventarios con trampas cámara (Martínez-Kú *et al* 2008 p. 463,498; Jiménez *et al*, 2010 p.

194; Bolaños y Naranjo 2001). Siendo una de las razones por las cuales el presente estudio se llevo a cabo solamente durante la temporada seca. En los análisis realizados se evidencia la frecuencia con que cada especie registrada visita las aguadas, sin embargo, solo se discute la presencia de las especies más frecuentes en las aguadas del BPNDL.

Para la Clase Aves, la especie con mayor frecuencia es el faisán (*Crax rubra*), esta especie se observó algunas veces solo, en pareja y más frecuentemente en grupos pequeños conformados por machos y hembras, esta forma de agruparse es la reportada por Howell y Webb (1995, p. 224), y se caracterizan por caminar grandes distancias cuando se dirigen a cuerpos de agua para beber. La ubicación de la aguadas tienen una influencia positiva en la distribución del faisán durante la época seca (Ojasti, 1993, p.75; Martínez-Morales, 1999, p.4, 16). En la Isla de Cozumel también registran a la subespecie (*Crax rubra griscomi*) siempre en cercanía de una fuente de agua, sugiriendo que la presencia de las aguadas es un factor importante en la preferencia de hábitat de este crácido (Caballero, 2007, p.46).

Luna-Maira y colaboradores (2013) reportan en Colombia otra especie de faisán (*Crax globulosa*) con una fuerte asociación al agua, reflejando una dependencia dietética sobre la disponibilidad estacional de pequeños peces, larvas de insectos y crustáceos en pequeñas pozas, siendo una fuente importante de proteína durante la época seca cuando la disponibilidad de frutas es escasa.

Rivas (2014) adjudica una mayor dependencia del faisán (*Crax rubra*) durante la época seca a las aguadas debido a que el agua metabólica que obtiene de los frutos no es suficiente. Sin embargo, a pesar que en el presente estudio se comprueba esta dependencia de las aguadas, es necesario realizar más estudios en los que se evidencie la razón específica de dicha asociación en el área del BPNDL.

Seguida de esta especie, el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), presentó una alta frecuencia de captura (10.579 registros/100 trampas noche) principalmente en la aguada La Gloria, aguada que se secó casi en su totalidad, por lo que probablemente su presencia no está estrictamente asociada al agua superficial de la aguada, sino también a la presencia de brotes de especies vegetales y semillas que pudiesen ser utilizadas para su consumo.

Las especies mencionadas anteriormente y las mancololas (Tinamidae), a menudo constituyen una porción substancial de la biomasa aviar dentro de los bosques neotropicales no perturbados, con un papel importante dentro de los ecosistemas al ser depredadores y dispersores de semillas (Terborgh *et al.*, 1990 citado por Thornton *et al* 2012, Robinson, 2000, p.16), así como para el consumo humano, por lo que la conservación de las aguadas es de suma importancia para la conservación de estas especies.

En cuanto a las frecuencias de captura de los mamíferos, son representadas en su mayoría por dos especies que se encuentran entre los ungulados de mayor tamaño en el neotrópico, los jabalís (28.55 kg) y los tapires (275 kg) (Robinson y Redford, 1996, p.22). Ambas especies son muy dependientes de los humedales (García y Radachowsky, 2004, p.4).

El jabalí (*Tayassu pecari*), durante la época seca vive en manadas de 60 a 200 individuos (Moreira, 2009, p.50) de los cuales sólo cerca de 20-25 fueron fotocapturados durante el presente estudio. Esta especie se caracteriza por preferir hábitats húmedos, bajos e inundables (Bodmer *et al* 1997, p.3), siendo las aguadas el elemento más importante del paisaje, ya que dependen de estas para revolcarse, refrescarse y forrajear, utilizando el lodo formado para limpiarse los ectoparásitos y regular la temperatura (Estrada 2005; Reyna-Hurtado, 2007, p.44).

Además en las orillas de las aguadas los jabalís encuentran hierbas e invertebrados para su alimentación y comúnmente son observados en las aguadas durante la época seca (Reyna Hurtado, 2007, p.46; Martínez –Kú *et al* 2008,p. 462).Es pertinente destacar que durante el periodo de estudio (marzo a junio), fue evidente la presencia de crías en todos los meses, eventos también reportados por Reyna (2007) para el área de Calakmul, donde los nacimientos tienen lugar durante los meses de diciembre a mayo.

El tapir (*Tapirus bairdii*), el segundo ungulado más frecuente en las aguadas (8.24 registros/100 trampas-noche), es la especie de mayor tamaño registrada en el presente estudio y en la región neotropical. La frecuencia de visita de dicha especie puede deberse a que los cuerpos de agua son un factor importante en su hábitat, ya que son utilizados como refugios ante sus depredadores, control de parásitos, y como sitios de descanso durante las horas más calurosas del día (Matola *et al.*, 1997 p. 40; Naranjo,2001). Durante la temporada seca este presenta una dependencia hacia las aguadas, siendo el porcentaje de agua y la vegetación las variables ambientales que más influyen en la abundancia de esta especie en las aguadas (Martínez Kú, *et al* 2008, p.496; Pérez-Cortez *et al*, 2012, p.756, 758). También se argumenta que el agua juega un papel importante en la historia natural del tapir y posiblemente estos prefieran sitios con agua como parte de una estrategia reproductiva (Matola, 2002, p.16).

### ***10.3.2. Patrones de actividad de vertebrados medianos y mayores asociados a las aguadas del BPNDL***

Siendo el presente estudio un muestreo efectuado durante las 24 horas del día, se infiere que los datos respecto al patrón de actividad en aguadas son confiables para los vertebrados medianos y mayores que visitan las aguadas del BPNDL. Hay que recalcar que esta información es importante para conocer más acerca de la ecología y comportamiento de la fauna asociada a las aguadas, y con la ayuda de las trampas cámara se pueden determinar los patrones de actividad de múltiples especies.

Van Schaik y Griffiths (1996) reportan que para los mamíferos existe una relación entre el tamaño corporal y los patrones de actividad. Argumentan que los mamíferos medianos presentan una actividad diurna y catameral debido a que requieren de más tiempo para el forrajeo que el que les proporciona el periodo diurno y nocturno. Sin embargo, para el caso del tepezcuintle (*Cuniculus paca*), mamífero de mediano tamaño, los resultados del presente estudio sugieren que esta especie es principalmente nocturna, datos que concuerdan con otros estudios realizados en México (Lira Torres y Briones-Salas, 2010, p.577), Ecuador (Blake *et al* 2012) y la Amazonía (Jiménez *et al* 2010, Michalski y Norris 2011, p.704). Siendo este comportamiento adjudicado como una conducta antidepredatoria o una forma de tomar ventaja sobre los nichos alimenticios que no son utilizados por otras especies.

Los patrones de actividad diurnos observados en el presente estudio del faisán (*Crax rubra*) y la cojolita (*Penelope purpurascens*) concuerdan con estudios previamente realizados en el sureste de México (Lira-Torres y Briones-Salas, 2010, p. 577). El jabalí (*Tayassu pecari*) y el coche de monte (*Pecari tajacu*) fueron más activos durante el día, patrón reportado para el jabalí en variada literatura (Fragoso, 1994, p.127; Maffei *et al* 2002, p.59; Moreira, 2009, p.15; Lira Torres y Briones-Salas, 2010, p.577; Blake *et al* 2012, p.5; Cortes-Marcial y Briones-Salas, 2014, p.1439).

Los resultados obtenidos demuestran que el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es una especie diurna, patrón sugerido de la misma manera en el parque Mirador-Rio Azul (Moreira *et al* 2011, p.28 ), así como en México (Soria-Díaz y Monroy-Vilchis, 2013, p.48; Cortes-Marcial y Briones-Salas, 2014, p. 1439), mientras que es reportado como catameral en un bosque montano del norte de Perú, argumentando que los patrones de actividad de este cérvido dependen de las condiciones ambientales (Jiménez *et al* 2010 p.194-195).



Para el caso del tapir (*Tapirus bairdii*) se observa una conducta catameral en las aguadas, es decir que es activo tanto durante el día como en la noche, dicho comportamiento es observado también en Costa Rica, donde presenta picos de actividad a lo largo del día, comportamiento también reportado en tapires amazónicos (Lizcano y Cavelier, 2000, p.434; Naranjo, 2009, p.141; Blake *et al* 2012 p.140). Mientras en otros estudios, este es reportado como un animal nocturno (Pérez Cortez, 2012 p.758, González-Maya *et al* 2009, p.32, Moreira *et al* 2011, p. 27), sugiriendo que es debido a la presión de cacería, aunque existe discrepancia con otros estudios ya que también es reportado como nocturno sin tener presión de cacería (Foerster y Vaughan, 2002, p.432), indicando que tal comportamiento probablemente sea una adaptación para evitar el estrés hídrico generado por altas temperaturas. Esta discrepancia en cuanto a los patrones de actividad del tapir con otros estudios podría deberse a que no todos los estudios fueron realizados en inmediaciones de un cuerpo de agua. Se sugiere que en las aguadas la actividad a lo largo del día pueda deberse a que estos requieren de más tiempo para el forrajeo (Van Schaik y Griffiths, 1996), y utilizan el recurso tanto para beber agua, como para mitigar las altas temperaturas e incluso podrían ser utilizados como sitios para defecar (Naranjo, 2009, p.146). En cuanto a los felinos fotocapturados en las aguadas, el ocelote (*Leopardus pardalis*) se observa con mayor frecuencia durante la noche, comportamiento reportado por otros autores (Di Biteti *et al* 2006, p.158; Moreno 2006, p. 38,135; Jiménez *et al* 2010 p. 194.; Lira Torres y Briones-Salas, 2010, p.577; Palomo-Muñoz *et al* 2014 p. 42).

El puma (*Puma concolor*) y el jaguar (*Panthera onca*) presentaron mayor actividad diurna, datos que no corresponde a lo encontrado por Estrada (2008) en la RBM, ya que ubica a el puma más activo durante el crepúsculo y al jaguar (*Panthera onca*) durante la noche, esta discrepancia en cuanto a los patrones de actividad pueden deberse a que durante el crepúsculo y la noche estos frecuentan más los sitios abiertos y veredas, y durante el día frecuentan las aguadas, sitios donde podrían encontrar sus potenciales presas (Ruano *et al*, 2009). Gómez y colaboradores (2005) argumentan que a pesar de que el tamaño corporal es un factor importante para explicar los patrones de actividad, debe tomarse en cuenta la competencia interespecífica que puede ocurrir en mamíferos y aves.

Con respecto al comportamiento de las especies nocturnas, se ha indicado con frecuencia la influencia de las diferentes fases lunares en el comportamiento de animales así como en fenómenos naturales (Kronfeld-Schor *et al* 2013, p.1). De acuerdo con los resultados obtenidos, las especies presa como el tepezcuintle (*Cuniculus paca*), son más activos durante las noches oscuras cuando hay luna nueva, esto con el fin de evitar ser vistas con mayor facilidad por sus depredadores (Artavia *et al* 2011, p.136). Los tapires (*Tapirus bairdii*) disminuyen sus visitas a las aguadas cuando hay luna llena, comportamiento también observado en tapires de montaña (*Tapirus pinchaque*) y atribuido al hecho que esto les permite camuflajearse en la noche y evitar ser depredados (Urgiles, 2012, p.37).

En cuanto al ocelote (*Leopardus pardalis*), las frecuencias de sus visitas no se ven influenciadas por las fases lunares, comportamiento que también fue observado por Emmons (1988). Sin embargo, no concuerdan con lo propuesto por Palomo-Muñoz y colaboradores (2014) donde argumentan que estos son más activos durante la luna menguante en el BPNDL. Esta divergencia puede ser porque la ubicación de trampas cámara en dicho estudio fue en veredas, argumentando que durante las lunas brillantes (creciente y llena) su actividad se da primordialmente fuera de los caminos abiertos en lugares densamente boscosos.

Cabe señalar que los patrones de actividad en animales no solamente están asociados con la depredación, sino también a la estacionalidad, época de apareamiento, fotoperiodo, disponibilidad de alimento, presión barométrica, disponibilidad de presas, variables climatológicas y temperatura (Rognes, 2014, p.1).

### ***10.3.3. Relación entre la temperatura ambiental y la actividad de vertebrados medianos y mayores en las aguadas del BPNDL***

Respecto a la correlación evaluada entre las temperaturas promedio semanal (máxima, mínima y media), y la actividad en las aguadas, se evidenció que existe una correlación (0.330) entre la temperatura ambiental promedio y la frecuencia con que son visitadas las aguadas, sin embargo mediante el modelo lineal generalizado se evidencia de mejor manera que esta correlación no es directamente proporcional, ya que cuando las temperaturas sobrepasan los 40°C las frecuencias de visita disminuyen, por lo que se considera que existe evidencia en contra de la hipótesis de que existe una correlación directamente proporcional entre el aumento de temperatura y la frecuencia de visita, esto probablemente es debido a que algunas especies minimizan el estrés de calor reduciendo su actividad cuando las temperaturas son elevadas, o utilizando microclimas con condiciones más favorables, por ejemplo las aves y mamíferos mayores buscan lugares con sombra provista por la vegetación durante el calor del medio día (Ballard *et al* 1997, p.74; Tefempa *et al*, 2008, p12; Krausman *et al* 2013).

Este incremento en las tasas de visita a las aguadas al aumentar la temperatura también podría ser explicado debido a que los requerimientos de agua para los animales terrestres pueden determinarse mediante las tasas de ingesta y excreta de agua del cuerpo, y estos requerimientos pueden elevarse aun más a altas temperaturas. Hecho que es más evidente en las aves y mamíferos que habitan en desiertos y sabanas donde estos dependen de la ingesta de agua superficial durante los días calurosos (Barboza *et al* 2009p.165-166). Para el caso del jabalí (*Tayassu pecari*), se ha evidenciado un aumento en las tasas de visitación a las aguadas cuando hay una mayor temperatura (Moreira, 2009, p.42).

La temperatura corporal de los mamíferos y aves oscilan entre los 37°C a 40°C, que incluye el rango de temperatura de 36°C a 39°C en el cual se registraron más visitas a las aguadas. Cuarenta y cinco grados centígrados es la máxima temperatura que los organismos pueden tolerar (Willmer *et al*, p.188-189), para no alcanzarla, los animales adoptan una serie de respuestas de comportamiento con la intención de reducir la carga térmica, en caso que los

mecanismos fisiológicos no sean suficientes. Como el reducir el consumo de alimentos y reducir su actividad, así como ingerir agua que cumple la función de absorber calorías al elevar su temperatura equilibrándose con la del interior del organismo, evitando los espacios con altas temperaturas o simplemente sumergiéndose en el agua (Willmer *et al*, 2005).

#### ***10.3.4. Relación entre área y la riqueza de especies.***

De acuerdo a los resultados obtenidos, se comprueba que existe una tendencia positiva de una aguada de mayor tamaño (expresado como el área de espejo de agua) a soportar un mayor número de especies. Lo que concuerda con lo propuesto por Arrhenius (1921), que a mayor área hay un mayor número de especies. Reflejando que las aguadas cumplen con el supuesto de la relación de especie-área, que predice que el incremento de especies está relacionado con el incremento del área (Mac Arthur y Wilson, 1967, p.8; Connor y McCoy, 1979, p.791). Y siendo las aguadas un humedal, se esperaba que a mayor proporción y al tener más nichos y complejidad en su hábitat, fuera capaz de sostener un mayor número de especie.

La relación entre la riqueza de especies y el tamaño de área ha sido modelado por varios autores, siendo el modelo clásico de la biogeografía de islas (Montero-Muñoz y Saenz, 2007, p.395). Este modelo explica las variaciones en la riqueza de especies en islas como una función del área y el aislamiento (MacArthur y Wilson, 1967); siendo una herramienta importante para los planes de conservación aplicado en el análisis de fragmentos terrestres.

Por lo que las aguadas podrían ser tomadas como pequeñas islas para las especies asociadas a estas. Un estudio realizado en Australia demostró que la riqueza de avifauna depende de la disponibilidad de agua, así como del tamaño de espejo de agua, argumentando que los cuerpos de agua pueden ser vistos como fragmentos del paisaje en el tiempo y espacio, que ofrecen mayor disponibilidad de recursos y que pueden ser colonizados y utilizados fácilmente por especies móviles (Anja, 2007, p.50).

A pesar que no existen muchos estudios que evalúen el efecto del tamaño del espejo de agua en la diversidad de vertebrados, hay algunos que lo evalúan directamente en especies que se asocian fuertemente a los cuerpos de agua. Por ejemplo en el Parque Nacional Doñana en España, Sebastián- González y Green (2014) encontraron que cuerpos de agua de mayor tamaño consistentemente presentaban una mayor abundancia y riqueza de aves acuáticas.

Aunque es evidente la influencia del tamaño del espejo de agua en cuanto a la riqueza de especies que la visitan, otros factores podrían estar influenciando esta tendencia, como lo son los puntos de acceso, ya que las aguadas con el mayor tamaño del espejo de agua tenían una menor accesibilidad, por lo que la tendencia de registrar un mayor número de especies, podría ser influenciada por el sitio donde se colocaron las trampas cámara.

Las aguadas deberían ser consideradas un elemento del paisaje con alta prioridad de conservación, ya que es evidente que regularmente son utilizadas por diversidad de anfibios, aves, reptiles y mamíferos, ya sea como hábitat, refugio o como sitio de abastecimiento de agua, por lo que la protección de estas es crítica para la conservación de muchas poblaciones de vertebrados, no solamente de vertebrados medianos y mayores asociados a estas.

## 11. CONCLUSIONES

- En el BPNDL se encuentran aguadas con diferentes dinámicas de estacionalidad, siendo las aguadas permanentes con suelos arcillosos, un recurso crítico durante la época seca para las especies que dependen de alguna manera del agua superficial.
- La vegetación circundante en las aguadas del BPNDL ubicadas en los denominados bajos o selvas inundables se caracterizan por la presencia de pucté (*Bucidas buceras*), palo gusano (*Lonchocarpus guatemalensis*) tinto (*Haematoxylum campechianus*) chechén (*Metopium brownei*), chilonche (*Eugenia capulí*), donde se localizan El Trampoline y La Gloria mientras que las aguadas ubicadas en el bosque alto o de serranía como La Poza Maya y Los Monifatos se caracterizan por la presencia de especies como el ramón (*Brosimum alicastrum*) y zapotillo (*Pouteria sp.*).
- En la época seca veinte especies de vertebrados terrestres medianos y mayores están asociados a las aguadas del Biotopo Protegido Naachtún-Dos Lagunas (BPNDL), de las cuales el jabalí (*Tayassu pecari*), faisán (*Crax rubra*), tapir (*Tapirus bairdii*), mancolola (*Tinamus major*), cabrito (*Mazama sp.*), ocelote (*Leopardus pardalis*), tepezcuintle (*Cuniculus paca*), puma (*Puma concolor*) y jaguar (*Panthera onca*) fueron las más frecuentes.
- La diversidad de especies que visitan las aguadas permanentes del BPNDL fue similar en los cuatro sitios de estudio, por lo que las aguadas se pueden considerar hábitats críticos para la protección de estos.
- Las aguadas del BPNDL son más visitadas por especies diurnas como el faisán (*Crax rubra*), la cojolita (*Penelope purpurascens*), la mancolola (*Tinamu major*), el cabrito (*Mazama spp.*), el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el jabalí (*Tayassu pecari*) y el coche de monte (*Pecari tajacu*).

- Las especies de vertebrados medianos y mayores con patrones de actividad nocturno catalogadas como presas, como el tepezcuintle (*Cuniculus paca*), prefieren las noches oscuras cuando la luna está ausente, mientras las especies depredadoras como el ocelote (*Leopardus pardalis*) no evidencian un comportamiento marcado por las diferentes fases lunares.
- Existe un rango entre los 36°C a 39°C donde las visitas a las aguadas del BPNDL aumentan, y luego las visitas tienden a disminuir, por lo que las frecuencias de visitas no son directamente proporcionales al aumento de la temperatura.
- Existe una tendencia en las aguadas de soportar un mayor número de especies cuando su tamaño aumenta.
- Las distancias a otra fuente de agua pueden tener efecto en la frecuencia de visita de los vertebrados medianos y mayores a las aguadas, siendo mayor la frecuencia de visita en aguadas aisladas, concentrando un mayor número de individuos.

## 12. RECOMENDACIONES

- Hacer monitoreos biológicos en las aguadas en al menos dos temporadas secas consecutivas, tomando en cuenta otros parámetros para la caracterización de las mismas que no fueron tomados en cuenta durante el presente estudio, como los son los parámetros físico químicos, calidad del agua, en particular el estado microbiológico y evapotranspiración.
- Instalar equipo meteorológico para la medición de temperatura y precipitación en cada una de las aguadas, para obtener datos más exactos o tener al menos una estación meteorológica automática en el campamento del BPNDL.
- Evaluar los efectos del cambio climático en las aguadas, tomando en cuenta los patrones de precipitación y evapotranspiración.
- Efectuar estudios comparativos en cuanto a las visitas y patrones de actividad en las aguadas y senderos, así como realizar monitoreos periódicos de la estacionalidad de las aguadas dentro del BPNDL, con el fin de evaluar las diferencias en cuanto a la frecuencia de visita tanto en aguadas como en senderos, y la influencia de la estacionalidad en la frecuencia de visitas en las aguadas.
- Dado que en el BPNDL existe menor presión antrópica que en otras áreas de la RBM, se recomienda utilizar el presente estudio como parámetro comparativo en cuanto a los vertebrados medianos y mayores asociados a las aguadas con otras áreas de la RBM con mayor influencia antropogénica.
- Realizar estudios específicos de las especies que presentan una correlación en cuanto a su frecuencia de visita y la temperatura ambiental como es el caso del faisán (*Crax rubra*), tapir (*Tapirus bairdii*), ocelote (*Leopardus pardalis*) y mancolola (*Tinamus major*), ya que son posiblemente especies que podrían verse afectadas por el cambio climático, y por lo tanto ser utilizadas como indicadores.



- Es importante hacer ver que una de las razones por las que el presente estudio pudiera llevarse a cabo, es debido al esfuerzo en conjunto de diferentes instituciones. Por lo que se recomienda mantener lazos entre las instituciones participantes, así como involucrar a otras instituciones tanto nacionales e internacionales para la conservación de las aguadas, así como para la obtención de ayuda financiera necesaria para realizar este tipo de monitoreo.
- Siendo Guatemala un país miembro del selecto grupo de países Megadiversos del planeta, cuyo principal objetivo es la preservación de la biodiversidad, se ve la importancia de seguir generando información básica que en determinado momento contribuirá a la formación de políticas integrales que resguarden la biodiversidad.

### 13. REFERENCIAS

- Akpinar, E. (2011). Aguadas: A significant aspect of the southern Maya lowlands water management system. (Doctoral Thesis). Department of Geography of the College of Art and Sciences in Cincinnati University. 159 pp.
- Ancrenaz, M., Hearn, A., Ross, J. Sollmann, R. y Wilting, A. (2012). Handbook for wildlife monitoring using camera traps. BBEC Publication. Malaysia. 83 pp.
- Anja, N. (2007). Avian species richness and assemblages in relation to vegetation and water availability in arid central-eastern Australia. (Doctoral Thesis). Carl von Ossietzky University Oldenburg. 85 pp.
- Arrhenius, O. 1921. Species and area. *Journal of Ecology.*, 9: 95–99
- Artavia, A., Moreno, R y Bustamante, A. (2011). Efectos de la luna en mamíferos de la Península de Osa, Costa Rica: Resultados preliminares. *Mesoamericana* 15(2):136
- Badii, M., Landeros J y Cerna E. 2008. El recurso de agua y sustentabilidad. *International Journal of Good Conscience* 3(1): 661-671
- Ballard, W., Rosenstock, S. y de Vos, J. (1997). The effects of artificial water developments on ungulates and large carnivores in the Southwest. pp 64-105 En: Pearlman, R. (Eds). Proceedings of a symposium on environmental, economic and legal issues related to rangeland water developments, Center for Law, Science and Technology 13- 15 Nov 1997, Arizona State University, Tempe USA.
- Barboza, P., Parker, K y Hume, I. (2009). Integrative Wildlife Nutrition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 333 pp
- Barrientos, T., Demarest, A., Alvarado, S., Martínez, H., Wolf, M., y Luin, L. (2006). Hidráulica, ecología, ideología y poder: Nueva evidencia y teorías en el sur de Petén. En XIX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, J.P. Laporte, B. Arroyo y H. Mejía (Eds), pp.319-332. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.
- Blake, J., Mosquera, D., Loisellem, B., Swing, K., Guerra, J y Romo, D. (2012) Temporal activity patterns of terrestrial mammals in lowland rainforest of Eastern Ecuador. *Ecotropica* 18: 137-156.

- Bolaños, J. & E. Naranjo. 2001. Abundancia, densidad y distribución de las poblaciones de ungulados en la cuenca del río Lacantún, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 5:45–57.
- Bodmer, R., Aquino, R., Puertas, P., Reyes, C., Fang, T. y Gootdenker, N. (1997) Manejo y uso sustentable de pecaríes en la amazonia peruana. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. 112 pp.
- Bongers, F., Popma, J., Meave del Castillo, J y Carabias, J. (1988). Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Vegetatio* 74: 55-80.
- Brewer, J. 2007. Understanding the Role of a Small Depression in Ancient Maya Water Management at the Medicinal Trail Site, Northwest Belize. (Unpublished M.A. Thesis). University of Cincinnati, Cincinnati.
- Bushnell. (2013). Bushnell Trophy Cam Instruction Manual. Bushnell. USA. 224 pp.
- Caballero, P. (2007). Estado de conservación de *Crax rubra griscomi* en la Isla de Cozumel México: Evidencia empírica y modelos predictivos. (Tesis de Licenciatura en Biología). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 60 pp.
- Cade, T. (1965). Relations between raptors and columbiform bird at a desert water hole. *The Wilson Bulletin* 77: 340-345.
- Ceballos, G. & Valenzuela, D. (2010). Diversidad, ecología y conservación de los vertebrados de Latinoamérica. En G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury J., & R. Dirzo (Eds.), Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México (pp. 94-118). México: Fondo de Cultura Económica, CONABIO.
- CECON (1996). 50 Áreas de interés especial para la conservación en Guatemala. Centro de Datos para la Conservación, Centro de Estudios Conservacionistas y TNC. Guatemala. 171 pp
- Chamaillé-Jammes, S., Fritz, H. y 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: 740-748

- Charre-Medellin, J., Colin-Soto, C., Monterrubio-Rico, T. (2010). Uso de manantiales de filtración por los vertebrados durante época seca en un bosque tropical fragmentado en la costa de Michoacan. *Acta Zoológica Mexicana* 26(3): 737-743.
- Colwell, R. (2004). Estimates: statistical estimation of species richness and shared species from samples. On line. Disponible en <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/#ColwellEtAl2004>
- CONAP. (1996). Plan Maestro de la Reserva de Biosfera Maya. Manejo Forestal en la Reserva de Biosfera Maya No. 2. Centro Agronómico Tropical de Enseñanza. Costa Rica.
- CONAP, DGPCN/MCD y CECON. (2009). Plan Maestro 2009-2013. Parque Mirador –Rio Azul y Biotopo Protegido Naachtún- Dos Lagunas. Guatemala.
- CONAP. (2009). Lista de Especies Amenazada de Guatemala- LEA- y Listado de Especies de Flora y Fauna Silvestre CITES de Guatemala. Documento Técnico 67 02-2009. 2da edición. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. 124 pp.
- Connor, E y McCoy, E. (1979). The statistics and biology of the species area relationship. *The American Naturalist*. 113(6): 791-833
- Cortés-Marcial, M y Briones-Salas, M. (2014). Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en una selva seca del istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista Biología Tropical* 62(4):1433-1448
- Curtis, J y McIntosh, R. (1951). An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. *Ecology* 32: 476–496.
- Cutler, P. (1996). Wildlife use of two artificial water developments on the Cabeza Prieta National Wildlife Refuge, southwestern Arizona. (Master Thesis) University of Arizona. 124 pp
- De Stefano, S., Schmidt, S. y DeVos, J. (2000). Observations of predator activity at wildlife water developments in southern Arizona. *Journal of Range Management*. 53:255-258
- Di Bitetti, M., Paviolo, A y De Angelo, C. (2005). Density, habitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Misiones Argentina. *Journal of Zoology* 270: 153-163

- Dolan, B. (2006). Water developments and desert bighorn sheep: implications for conservation. *Wildlife Society Bulletin* 34: 642-646.
- Domínguez, M y Folan, W. (1996). Calakmul, México: Aguadas, bajos, precipitación y asentamiento en el Peten Campechano. El IX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala. P. Laporte y H. Escobedo (Eds) Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala. 147-148 pp.
- Díaz-Pulido, A y Payán-Garrido, E. (2012). Manual de Fototrampeo: Una herramienta para la conservación de la biodiversidad en Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera Colombia. 32 pp.
- Dunn, J y Alderfer, J. (2006) Field Guide to the Birds of North America. 5<sup>th</sup> Ed. National Geographic Books.
- Emmons, L. (1988). A field study of Ocelots (*Felis pardalis*) in Peru. *Revue d'Ecologie (Terre Vie)* 43: 133-157
- Emmons, L. (1990). Neotropical Rainforest Mammals: A Field Guide. The University of Chicago Press, Chicago.
- ESRI (2010). ArcGis. Desktop. ESRI Software. Versión 10.
- Estrada, N. (2005) .Selección de hábitat y actividad diaria del chanco cariblanco (*Tayassu pecari*) en el Parque Nacional Corcovado: uso de trampas cámara. (Tesis de Maestría). Universidad de Costa Rica .50 pp.
- Estrada, C. (2006). Dieta, Uso de Hábitat y Patrones de Actividad del Puma (*Puma concolor*) y el Jaguar (*Panthera onca*) en la Selva Maya. Guatemala. (Tesis de Licenciatura en Biología). Universidad de San Carlos de Guatemala. 67 pp.
- Estrada C. (2008). Dieta, Uso de Hábitat y Patrones de actividad del Puma (*Puma concolor*) y el jaguar (*Panthera onca*) en la Selva Maya, Centroamérica. *Revista Mexicana de Mastozoología* 12: 113-130
- Foerster, C y Vaughan, C. (2002). Home range, habitat use and activity of Baird's Tapir in Costa Rica. *Biotropica* 34(3): 423-437.
- Fragoso, J. (1994). Large Mammals and the Community Dynamics of an Amazonian Rain Forest. (Tesis de Doctorado). Universidad de Florida. USA. 231 pp.

- Galindo-Leal, C. (1999). La gran región de Calakmul: Prioridades biológicas de conservación y propuesta de modificación de la Reserva de la Biosfera. Reporte Final a World Wildlife Fund. México. 40 pp.
- García, A, R. B. McNab, J. S. Soto, J. Radachowsky, J. Moreira, C. Estrada, V. Méndez, D. Juárez, T. Dubón, M. Córdova, F. Córdova, F. Oliva, G. Tut, K. Tut, E. González, E. Muñoz, L. Morales and L. Flores. (2006). Los jaguares del corazón del Parque Nacional Tikal, Petén, Guatemala. Asociación Balám y Wildlife Conservation Society, Flores, Petén, Guatemala. 8pp.
- García, M.J., González, V.R. y P.E. Yaxcal. 2015. Levantamiento y evaluación de la línea base para el monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de especies vegetales de importancia ecológica en la Reserva de Biosfera Maya. Proyecto FD 26-2011. Centro de Estudios Conservacionistas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Guatemala. Informe final.
- García, R y Radachowsky J (eds) (2004). Ecological evaluation of the Mirador – Rio Azul National Park, Petén, Guatemala. Wildlife Conservation Society. 107 pp.
- Gómez, H., Wallace, R., Ayala, G y Tejada, R. (2005). Dry season activity periods of some Amazonian mammals. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 40(2): 91-95
- González-García, F., D.M. Brooks y S.D. Strahl. 2001. Estado de conservación de los Crácidos en México y Centro América. Pp. 1-50. En: D.M. Brooks y F. González-García (Eds.). *Cracid Ecology and Conservation in the New Millennium*. Miscellaneous Publications. Houston Museum of Natural Science, Publication 2. Texas, EUA.
- González-Maya, J., Schipper, J y Benitez, A. (2009). Elevational distribution and abundance of Baird's tapir (*Tapirus bairdii*) at different protection areas in Talamanca región of Costa Rica. *Tapir Conservation* 18: 29-35
- Gotelli, N. y Colwell R. (2001). Quantifying biodiversity: Procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379-391

- Guadagnin, D y Maltchik, L. (2007) Habitat and landscape factors associated with neotropical waterbird occurrence and richness in wetland fragments. *Biodiversity and Conservation*. 16(4): 1231-1244.
- Gutiérrez C. (2008). La comunidad de carnívoros en dos tipos de vegetación de la zona semiárida de Cadereyta, Quintana Roo.(Tesis de Maestría) Instituto de Ecología, México 119 pp.
- Hamel S., Killengreen, S., Henden, J., Eide, N., Eriksen, L., Ims, R. y Yoccoz, N. (2013). Towards good practice guidance in using camera-traps in ecology: Influence of sampling design on validity of ecological influences. *Methods in Ecology and Evolution* 4:105-113.
- Hammer, O., Harper, D., Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9 pp Disponible en [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
- Howell, S y Webb S.(1995). A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press. Oxford. New York.
- IARNA. (2009). Perfil Ambiental de Guatemala 2008-2009: las señales ambientales críticas y su relación con el desarrollo. Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. 319 pp.
- Ixcot L., Acevedo, M., Cano, E., Castillo, N., Cordova, M., Flores, M., Pérez, S., Orellana, R. y Villar, L. (2005). Estudios de biodiversidad en los Biotopos: San Miguel La Palotada El Zotz y Naachtún-Dos Lagunas, Petén, Guatemala. Proyecto FODECYT 19-02. Centro de datos para la conservación, Centro de Estudios Conservacionistas, Universidad de San Carlos de Guatemala, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Informe final. 106 pp.
- Jenks, K. E., Chanteap, P., Damrongchainarong, K., Cutter, P., Cutter, P., Redford, T., Lynam, A. J., Howard, J., & Leimgruber, P. (2011). Using relative abundance indices from camera-trapping to test wildlife conservation hypotheses - an example from Khao Yai National Park, Thailand. *Tropical Conservation Science*. 4: 113-131.

- Jiménez, C., Quintana, H., Pacheco, V., Melton, D., Torrealva, J y Tello, G. (2010) Camera trap survey of medium and large mammals in a montane rainforest of northern Peru. *Revista Peruana de Biología*. 17(2):191-196.
- Karanth, U. y Nichols J. (1998). Estimation of tiger densities in india using photographic captures and recaptures. *Ecology*. 79: 2852-2862.
- Kessler, M. y Bach, K. (1999). Using indicator families for vegetation classification in species-rich neotropical forest. *Phytocoenologia* 29(4) 485-502.
- Krausman, P. Rosenstock, S y Cain, J. (2006). Developed waters for wildlife: science, perception, values, and controversy. *Wildlife Society Bulletin* 34:563-569
- Krausman, P y Cain, J. (2013) Wildlife Management and Conservation. Contemporary Principles and Practices. The John Hopkins University Press. 360 pp.
- Krebs, C. (1999). Ecological Methodology. 2nd Edition. University of British Columbia. Benjamin/ Cummings. 620 pp.
- Kucera, T y Barrett, R. (2011). A History of Camera Trapping. Pp.9-22. En O ´Connell,F., Nichols, J, Karanth, U. (Eds.) Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses . Springer. USA.
- La Unión Americana de Ornólogos. (2013). AOU Checklist of North and Middle American Birds. Online. Disponible en <http://www.americanornithology.org/>
- Lira-Torres, I y Briones-Salas, M. (2012). Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 20(3): 566-585.
- Lizcano, D y Cavelier, J. (2000). Daily and seasonal activity of the mountain tapir (*Tapirus pinchaque*) in the Central Andes of Colombia. *Journal of the Zoological Society of London*. 252: 429-435
- Lehman, A., O'Rourke, N., Hatcher, L., Stepanski, E (2005). JMP for Basic Univariate and Multivariate Statistics: A Step by Step Guide. SAS Institute. 490 pp.
- Lenzt, D., Dunning,N., Scarborough,V., Grazioso, L., Ramos,C, Valdez,F y Jones,J. (2011). Proyecto de silvicultura y manejo de aguas de los antiguos Mayas de Tikal: Temporada 2010.Arroyo,B., Linares,A y Arroyave, A (Eds). pp 246-254. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala



- Luna-Maira, L., Alarcon-Nieto, G., Haugaasen, T y Brooks, D. (2013). Habitat use and ecology of Wattled Curassows on islands in the lower Caqueta River, Colombia. *Journal Field Ornithology* 84 (1):23-31
- Lundell, C. (1937). The vegetation of Peten. University of Michigan. Carregie Institution. Washington. 244 pp.
- Mac Arthur, R y Wilson, E .(1967). The Theory of Island Biogeography. Princeton University Press. United States. 203 pp.
- Maffei, L,Cuellar, E y Noss A. (2002) Uso de trampas cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitania. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 11: 55-65
- Magurran, A. (2004). Measuring Biological Diversity. Blackwell Science Ltd. United Kigdom. 70 pp.
- Martínez-Ku, D., Escalona-Segura, G y Vargas Contreras, J. (2008). Importancia de las aguadas para los mamíferos de talla mediana y grande en Calakmul, Campeche, México. pp 449-468 en: Avances den el estudio de mamíferos de México. Volumen II (C. Lorenzo, E. Espinoza y J Ortega, Eds.) Asociación mexicana de Mastozoología. 691 pp.
- Martinez-Morales, M. (1999). Conservation Status and habitat preferences of the Cozumel curassow. *The Condor* 101: 14-20
- Matteucchi, S y Colma, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. 163 pp.
- Matola, S., Cuaron, A y Rubio, H. (1997). Evaluación del estado actual y plan de acción del tapir centroamericano. (*Tapirus bairdii*) En D. Brooks. R. Bodmer y S Matola. Tapirs: Status, survey and conservation action plan (29-45 pp) IUCN/ SSC Tapir Specialist Group.
- Matola, S. (2002). Central American tapir activity in Upper Macal and Raspaculo River Valley. Newsletter of the IUCN/SSC Tapir Specialist Group. *Tapir Conservation* 11(2): 40

- McCarthy, T. & Pérez, S. (2006). Land and freshwater mammals of Guatemala: faunal documentation and diversity. Pp. 625-674. En: Cano, E. (Eds). Biodiversidad de Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala (UVG). Guatemala, Guatemala.
- Méndez, C., Dávila, V., Garnica, R., López, E., Quezada, M. 2008. Análisis espacial de la dinámica vegetal para el monitoreo de la vegetación en la Ecorregion Lachuá, Cobán, Alta Verapaz. Proyecto 2.84-2007. Universidad de San Carlos de Guatemala. Dirección General de Investigación. 64 pp.
- Mesa-Zavala, E., Álvarez- Cardenas, S., Galina-Tessaro, P., Troyo- Dieguez, T., y Guerrero- Cardenas, I. (2012). Vertebrados terrestres registrados mediante foto – trampeo en arroyos estacionales y cañadas con agua superficial en un hábitat semiárido de Baja California Sur, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 235-245.
- Meyrat, A., Vreugdehnil, D., Meerman, J., Gomez, L., Graham, D. (2002). Mapa de Ecosistemas de América Central. Descripción de los ecosistemas. Banco Mundial, Ministerio Holandés de Cooperación para el Desarrollo, Oficina Regional del PNUD, Proyecto CCAD/NASA, USAID/PROARCA/CAPAS. 266 pp
- Michalski, F y Norris, D. (2011). Activity pattern of *Cuniculus paca* (Rodentia: Cuniculidae) in relation to lunar illumination and other abiotic variables in the southern Brazilian Amazon. *Zoologia* 28(6): 701-708
- Monroy-Vilchis, O., Zarco-González, M., Rodríguez- Soto, C., Soria-Díaz, L y Urios, V. (2011). Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: Abundancia relativa y patrón de actividad. *Revista Biología Tropical* 59 (1): 373-383
- Montero-Muñoz, J y Saenz, J. (2007). Riqueza, Abundancia y diversidad de murciélagos en diferentes hábitats y su relación con la forma y el tamaño de los fragmentos en una zona de bosque seco tropical de Costa Rica. En: Harvey, C y Saenz, J. (Eds). Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. 1ed. Instituto Nacional de Biodiversidad. Costa Rica. 624 pp.
- Mora, I. (2007). Nutrición animal. 1ra ed. Editorial Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica. 120pp

- Moreira, J., Balas-McNab, R., Garcia, R y Ponce-Santizo, G. (2008). Densidad de jaguares en el Biotopo Protegido Dos Lagunas, Parque Nacional Mirador Rio Azul, Petén, Guatemala. Wildlife Conservation Society. 22 pp
- Moreira, J. (2009). Patrones diarios de actividad, composición, tamaño y abundancia relativa de manadas de jabalí *Tayassu pecari* (Link, 1795) en el Parque Nacional Mirador-Rio Azul, Peten, Guatemala. (Tesis de Licenciatura en Biología). Universidad de San Carlos de Guatemala. 70 pp.
- Moreira, J., Garcia, R., McNab, R., Ruano, G., Ponce, G., Merida, M., Tut, K., Diaz, P., Gonzalez, E., Cordova, M., Centeno, E., Lopez, C., Vanegas, A., Vanegas, Y., Cordova, F., Kay, J., Polanco, Gy Barnes, M. (2011). Abundancia de jaguares y presas asociadas al fototrampeo en el sector oeste del Parque Nacional Mirador-Rio Azul, Reserva de Biosfera Maya. Wildlife Conservation Society-Programa para Guatemala. 55pp
- Moreno, C (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA. Vol 1. 84 pp.
- Moreno, R. (2006). Parámetros poblacionales y aspectos ecológicos de los felinos y sus presas en CANA, Parque Nacional Darien Panamá. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Panamá. 135 pp.
- Morgart, J. R., J. J. Hervert, P. R. Krausman, J. L. Bright y R. S. Henry. (2005). Sonoran pronghorn use of anthropogenic and natural water sources. *Wildlife Society Bulletin*, 33:51-60.
- Naranjo, E. (2001). El tapir en México. CONABIO. *Biodiversitas* 36: 9-11
- Naranjo, E.(2009). Ecology and Conservation of Baird's tapir in Mexico. *Tropical Conservation Science* 2(2): 140-158
- Nichols, J., Karanth, U. y O'Connell, A. (2011). Science, Conservation and Camera Traps. Pp.45-56. En Allan F. O. Connell James D. Nichols K. Ullas Karanth (Ed.) Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses. Springer. USA.
- NOAA. (2014). Solar Calculator of the National Oceanic & Atmospheric Administration in Department of Commerce of the United States. Disponible en <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/grad/solcalc/>.

- Noyd, R., Krueger, J y Hill, K. (2014). *Biology: Organisms and Adaptations*. Brooks Cole CENGAGE Learning. Canada. 670 pp.
- O'Connell, F., Nichols, J. y Karanth, U. (2011). *Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses*. Springer. USA. 286 pp.
- Ojasti, J. (1993). Utilización de la fauna silvestre en América Latina. Situación y perspectivas para un manejo sostenible. Guía FAO Conservación No. 25. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Oliva, R. 2006. La cooperación internacional destinada a la conservación de la Biosfera Maya. (Tesis de Licenciado en Relaciones Internacionales). Universidad de San Carlos de Guatemala. 92 pp.
- Palomo-Muñoz, G., Anleu, R., Ponce-Santizo, G y Moreira-Ramirez, J. (2014). Abundancia, densidad y patrones de actividad de ocelotes (*Leopardus pardalis*) utilizando trampas cámara en el Biotopo Protegido Dos Lagunas, Peten, Guatemala. *Revista Universidad del Valle* 29: 39-46
- Peres, C. (2000). Effects of Subsistence Hunting on Vertebrate Community Structure in Amazonian Forests. *Conservation Biology*. 14(1): 240-253
- Pérez-Cortez, S., Enríquez, P., Simá-Panti, D., Reyna-Hurtado, R y Naranjo, E. (2012). Influencia de la disponibilidad de agua en la presencia y abundancia de *Tapirus bairdii* en la Selva de Calakmul, Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 753- 761
- Prieto, C. (2004). El agua: Sus formas, efectos, abastecimientos, usos, daños, control y conservación. 2da edición. EcoEdiciones. 380 pp.
- Ramírez-González, A. (2006). *Ecología: Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades*. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Bogotá, Colombia.
- RAMSAR. (1971). Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. On line. Consultado en [www.ramsar.org/cda/es/ramsar-documents-texts-convention-on/main/ramsar/1-31-38%5E20671-400002](http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-documents-texts-convention-on/main/ramsar/1-31-38%5E20671-400002)

- Ray, J., Redford, K., Steneck, R y Berger, J. (2005). Large Carnivores and the conservation of biodiversity. Island Press. USA. 512 pp.
- Reid, F. (1997). A field guide to the mammals of Central America and Southern Mexico. Oxford University Press, New York.
- Reyes F. (2009). Los cuerpos de agua de la región Maya Tikal-Yaxhá.: Importancia de la vegetación acuática asociada, su conservación y el valor desde el uso humano. FODECYT No. 25-2008. Centro de datos para la conservación, Centro de Estudios Conservacionistas, Universidad de San Carlos de Guatemala, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Proyecto. Informe final. 86 pp
- Reyna Hurtado, R., O'Farril, G., Simá, D., Andrade, M., Padilla, A., Sosa, L. (2010). Las aguadas de Calakmul: Reservorios de vida silvestre y de la riqueza natural de México. CONABIO. *Biodiversitas* 93: 1-6
- Richards, P.W. (1996). The Tropical Rain Forest an Ecological Study. 2da. Ed. Cambridge University Press. 27-46 pp
- Robinson, J y Redford, K. (1986). Body size, diet, and population density of neotropical forest mammals. *American Naturalist* 128: 665-680
- Robinson, J y Redford, K. (1996). Body size, diet and population variation in neotropical forest mammal species: predictors of local extinction? *Advances in Neotropical Mammalogy* 567-594 pp
- Robinson, W., Brawns, J., Robinson, S. (2000). Forest bird community structure in Central Panama: Influence of Spatial Scale and Biogeography. *Ecological Monographs*, 70(2): 209-235
- Rodas, R. (1998). Evaluación de la riqueza de especies del dosel y del sotobosque en la estación biológica las Guacamayas, Parque Nacional Laguna del Tigre, Peten. (Tesis licenciatura en Biología). Universidad de San Carlos de Guatemala. 89 pp.
- Rognes, A. (2014). Investigating circadian activity patterns and predator-prey interactions in lynx, fox, roe deer, and humans in southern Norway using automatic camera traps. (Tesis de maestría). Universidad de Noruega de Ciencias de la Vida. 35pp.

- Rojas, M., Campos, M., Alpizar, E., Bravo, J y Cordoba, R. (2003). El cambio climático y los humedales en Centroamérica. Implicaciones de la variación climática para los ecosistemas acuáticos y su manejo en la región. UICN. Costa Rica. 40 pp.
- Rovero, F., Tobler, M. y Sanderson, J. (2010). Camera trapping for inventorying terrestrial vertebrates. En:Eymann, J., Degreef, J., Hauser, C., Monje, J.C. Samyn, Y. y VandenSpiegel, D. (Eds). Manual on field recording techniques and protocols for All Taxa Biodiversity Inventories and Monitoring. Abc Taxa, Vol.8 (Part 1) 100-128 pp.
- Ruano-Fajardo, G., Moreira, J., García, R., McNab, R., Ponce, G., Mendaz, V, y Córdoba, F. (2009). Monitoreo de manadas de jabalí y dantos que visitan las aguadas de la región Este del Parque Nacional Mirador-Rio Azul. Wildlife Conservation Society. Informe técnico. 16 pp.
- Sandoval, K. (1999). Análisis estructural de la vegetación arbórea y sotobosque del Parque Nacional Laguna El Tigre Peten. Guatemala. (Tesis Licenciatura en Biología). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 104 pp.
- Schmidt-Nielsen,K. (1964). Desert animals: physiological problems of heat and water. Oxford Univ. Press, London, Uk. 277 pp
- Sebastian-González, E y Green, A. (2014). Habitat Use by Waterbirds in relation to pond size, water depth and isolation: Lessons from a Restoration in southern Spain. *Restoration Ecology*. 22(3): 311-318
- Silver, S. (2004). Estimando la abundancia de jaguares mediante trampas cámara. Wildlife Conservation Society. 27 pp.
- Simá, P., Reyna, R y Retana, O. (2008a). Caracterización de fauna silvestre asociada a aguadas en cuatro ampliaciones forestales en la Reserva de Biosfera Calakmul, Campeche, México. Informe técnico. PPY-TNC-RBC-UF y UAC.
- Simá, P., Retana, O., Reyna, R y Miranda, J. (2008b) Detección de fauna silvestre mediante el sistema de fototrampeo en dos ampliaciones forestales de la reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche, México. (Estudio preliminar). Informe técnico RBC, PPY, TNC, UAC y UF.

- Soberón, J. & Llorente J. (1993) The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7: 480–488
- Soria-Diaz, L y Monroy-Vilchis,O. (2013). Monitoring population density and activity pattern of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in Central Mexico, using camera trapping. *Mammalia* 79(1): 43-50
- Sprenst, P y Smeeton,N. (2001). Applied Nonparametric Statistical methods. 3<sup>rd</sup> ed. Chapman & Hall/CRC Press. USA.465 pp.
- Tabler, A., Chalukian, S., Altrichter, M., Minkowski,K., Lizarraga, L., Zapata, G. (2008). El destino de los arquitectos del los bosques neotropicales: Evaluación de la distribución y el estado de conservación de los pecaríes labiados y los tapires de tierras bajas. Wildlife Conservation Society-Tapir Specialist Group-Wildlife Trust. New York 181 pp.
- Tan, K. 2005. Soil Sampling, Preparation, and Analysis. 2<sup>nd</sup> Edition. Taylor / Francis Group.
- Tefempa, H., Ngassam,P., Mapongmetsem,P, Nkongmeneck,B y Gubbuk, H. (2008). Behaviour of mammals around artificial waterholes in the Waza National Park (Cameroon). *Akneniz Univesitesi Ziraat Fakulteso Dergisi*. 21(1): 7-13
- Tobler, M. (2013). Camera Base, User Guide. Version 1.6 37 On line. Disponible en <http://www.atrium-biodiversity.org/tools/camerabase/files/CameraBase Doc1. 6.pdf>
- Tobler, M., Carrillo-Percastegui, S., Leite Pitman, R., Mares, R y Powell, G. (2008). An evaluation of camera traps for inventorying large-and medium-sized terrestrial rainforest mammals. *Animal conservation* 11: 169-178
- Thompson, L y Troeh,F. (2002) Los suelos y su fertilidad. 4ta edición. Editorial Reverte, S.A. 661 pp.
- UICN (2014). UICN Red List On Line. Disponible en [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)
- Urgiles, C. (2012). “Densidad poblacional y patrones de actividad del tapir de montaña, en cuatro localidades del parque nacional Cayambe Coca y reserva ecológica Antyisana, Andes Tropicales del norte de Ecuador” Informe Técnico. Instituto para la Conservación y Capacitación Ambiental ICCA. 44 pp.

- Valeix, M. (2011). Temporal dynamics of dry-season water-hole use by large African Herbivores in two years of contrasting rainfall in Hwange National Park, Zimbabwe. Cambridge University Press. *Journal of Tropical Ecology* 27: 163-170
- Van-Schaik, C. y Griffiths, M. (1996). Activity periods of Indonesian Rain Forest Mammals. *Biotropica* 28(1): 105-112.
- Vaughan, C y Weis, K. neotropical dry forest wildlife water hole use and management. (1999). *Revista Biología Tropical*. 47(4): 1039-1044.
- Vila, I., Veloso, A. y Schlatter, R. (2006). Biodiversidad: Macrofitas y vertebrados de los sistemas limnícicos de Chile. Editorial Universitaria S.A. 1era edición. Chile. 190 pp.
- Villalobos-Zapata, G y Mendoza, J. (2010). La biodiversidad en Campeche. Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 748 pp.
- Wahl, D., T. Schreiner, R. Byrne and R. Hansen. (2007). A Paleocological Record from a Late Classic Maya Reservoir in the North Peten. *Latin American Antiquity* 18 (2): 212-222.
- Wilson, D. E. y D. M. Reeder. (2005). Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference. Vol. 2. Third edition. The John Hopkins University Press. Disponible en <http://www.vertebrates.si.edu/msw/mswcfapp/msw/index.cfm>
- Wolff, F. (2001). Vertebrate ecology in caatinga: A. Distribution of wildlife in relation to water. B. Diet of pumas (*Puma concolor*) and relative abundance of felids. (Tesis de Maestría). Universidad de Missouri-St.Louis. 65 pp.
- Yarrow, G. (2009). Habitat requirements of wildlife: Food, water, cover and space. Extension Forestry & Natural Resources. Clemson Cooperative Extension. On line. Disponible en [www.clemson.edu/extension/naturalresources/wildlife/publications/fs14habitatrequirements.html](http://www.clemson.edu/extension/naturalresources/wildlife/publications/fs14habitatrequirements.html)
- Zarco-Espinosa, V., Valdez-Hernández., Angeles Perez, G., y Castillo-Acosta, O. (2010). Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Revista Universidad y Ciencia Trópico Húmedo* 26(1): 1-17.



### 13. ANEXOS.

#### Anexo 1. Ubicación del Biotopo Protegido Naachtún- Dos Lagunas



Fuente: EnvironmentalSystem Research Institute, 2013

#### Anexo 2. Boleta para caracterización de las aguadas.

<b>Nombre Aguadas</b>				
<b>Localidad</b>				
<b>Coordenadas</b>	<b>N</b>			
	<b>W</b>			
	<b>Altura</b>			
<b>Forma</b>	<b>Estacionalidad</b>	<b>Accesibilidad</b>	<b>Posible Origen</b>	<b>Textura Suelo</b>
<input type="checkbox"/> Oval / Elíptica	<input type="checkbox"/> Permanente	<input type="checkbox"/> Muy buena	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Arcilloso
<input type="checkbox"/> Circular	<input type="checkbox"/> Estacional	<input type="checkbox"/> Buena	<input type="checkbox"/> Construido	<input type="checkbox"/> Limoso
<input type="checkbox"/> Irregular		<input type="checkbox"/> Regular		<input type="checkbox"/> Arenoso
				<input type="checkbox"/> Pedregoso
<b>Turbidez</b>		<b>Topografía</b>	<b>Tipo de Bosque</b>	
<input type="checkbox"/> Agua clara			<input type="checkbox"/> Bosque Alto	
<input type="checkbox"/> Agua turbia/ se ve fondo			<input type="checkbox"/> Bosque Bajo	
<input type="checkbox"/> Agua turbia / no se ve fondo			<input type="checkbox"/> Bosque en Reg.	

**Anexo 3.** Boleta para datos para la estratificación de la vegetación riparia (tomada de Menéndez *et al* 2008)

Estrato Presente		Estrato	Alturas (m)	Description	Característica presente	
SI	NO				SI	NO
		A	>30	Árboles maduros y espaciados		
				Capa lateralmente discontinua		
				Raramente copas traslapadas		
		B	16-29	Copas de los árboles en contacto unas con otras		
				Capa lateral continua con espacios ocasionales		
				Individuos inmaduros de las especies del estrato A		
		C	5-15	Copas de los árboles se traslapan unas con otras		
				Capa lateralmente continua		
				Vegetación más densa, el follaje es mayor que en cualquier otro nivel		
				Pocos espacios vacíos en el conjunto de copas		
				Presencia de lianas		
		D	1-5	Consiste en: árboles jóvenes, palmas pequeñas, plantas grandes de tallos herbáceos, helechos arborescentes, arbustos y plantas leñosas		
				Capa lateralmente discontinua		
		E	< 1	Plantas herbáceas (Monocotiledóneas, dicotiledóneas, helechos y <i>Selaginella</i> )		
				Regeneraciones de lianas y árboles		
				Plantas dispersas		
				Capa discontinua excepto en áreas abiertas donde incide abundante luz solar		

**Anexo 4.** Boleta para descripción de la estructura y composición arbustiva

Nombre de la aguada		Parcela No	1	2	3	4	Tipo de Bosque	Bajo	Alto	En Reg.
Coordenadas		Dirección					Fecha:		Tamaño	
Altitud		Parcela	N	S	E	O	Localidad			

No	Nombre Vernáculo	Especie	Perímetro	DAP	Alt. Fuste	Alt Total	Cov 1	Cov 2	Epifitas	Bejucos	Estado / Obs
1											
2											
3											
4											

**Anexo 5. Aguada La Gloria**



**Anexo 6. Aguada Poza Maya**





**Anexo 7. Aguada Los Monifatos**



**Anexo 8. Aguada El Trampoline**



## Anexo 9. Sitios de muestreo, otras fuentes de agua, campamentos xateros y chicleros.

No.	SITIO	LONGITUD	LATITUD	No.	SITIO	LONGITUD	LATITUD
0	Aguada El Trampoline	-89.59783	17.78173	10	Campamento Los Esqueletos	-89.73928	17.78736
1	Aguada La Gloria	-89.59605	17.71969	11	Campamento Naachtun	-89.72307	17.79864
2	Aguada Poza Maya	-89.53153	17.73508	12	Campamento El Guiro	-89.59221	17.74887
3	Aguada Los Monifatos	-89.50235	17.72469	13	Campamento El Zacatal	-89.65026	17.79912
4	Aguada El Suspiro	-89.60576	17.77101	14	Campamento El Corozal	-89.63777	17.75966
5	El Cibalito	-89.59	17.72151	15	Aguada El Aguacate	-89.67873	17.77934
6	Aguada Los Lagartos	-89.5293	17.73466	16	Campamento El Tintal	-89.68361	17.77937
7	Campamento La Borrachera	-89.54707	17.71707	17	Campamento La Abundancia	-89.62482	17.80512
8	Campamento Santa Rosa	-89.58959	17.70684	18	Campamento La Toronja	-89.60639	17.79315
9	Campamento La Vacinilla	-89.75743	17.78526	19	Aguada X	-89.50542	17.72501

(No. 0, 1, 2 y 3 sitios de muestreo)

Fuente: Datos de campo y Datos proporcionados por CEMEC

## Anexo 10. Número de registros independientes de vertebrados en 4 aguadas del BPNDL.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Comun	El Trampoline	La Gloria	Poza Maya	Los Monifatos	Total
Aves	Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Cochlearius cochlearius</i>	Garza pico de bota	1				1
			<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza Tigre Gorjinuda	2				2
	Columbiformes	Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma Perdiz Rojiza	38		35	19	92
			<i>Leptotila plumbeiceps</i>	Paloma Cabecigris	10	2	62	11	85
			<i>Paloma No Identificada</i>	Paloma	36	1	25	15	77
			<i>Patagioenas speciosa</i>	Paloma escamosa	31			1	32
	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla	1				1
	Falconiformes	Accipitridae	<i>Accipiter bicolor</i>	Gavilan Bicolor	2		2		4
			<i>Accipitridae</i>	Accipitridae	1			1	2
			<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla Negra Menor			1	2	3
			<i>Buteogallus sp.</i>	Aguililla Negra			1		1
			<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla Negra Mayor			3		3
			<i>Leucopternis albicollis</i>	Aguililla blanca			2		2

		<i>Spizaetus ornatus</i>	Aguila Elegante			4		4
		<i>Spizaetus tyrannus</i>	Aguila tirana	2		7		9
	Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcon selvatico collarejo	1		2	1	4
<b>Galliformes</b>	Cracidae	<i>Crax rubra</i>	Faisan	134	59	180	96	469
		<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca			2		2
		<i>Penelope purpurascens</i>	Cojolita	3	2	6		11
	Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	Pavo ocelado	9	95		2	106
<b>Gruiformes</b>	Aramidae	<i>Aramus guaranauna</i>	Caraú			2		2
	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	Gallinola	40	3			43
<b>Passeriformes</b>	Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>	Pajaro Gato Gris				1	1
	Thraupidae	<i>Lanio aurantius</i>	Tangara Cabecinegra				1	1
	Turdidae	<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzalito maculado	1		2	6	9
		<i>Turdus grayi</i>	Cenzontle de agua	25	1	1	5	32
<b>Piciformes</b>	Ramphastidae	<i>Ramphastossulfuratus</i>	Tucan Real				1	1
<b>Tinamiformes</b>	Tinamidae	<i>Crypturellus boucardi</i>	Tinamu Jamuey				2	2
		<i>Crypturellus sp</i>	Tinamu	1		5		6
		<i>Tinamus major</i>	Mancolola	12		19	8	39
<b>Ave No ID</b>	Ave No ID	<i>Ave No Identificada</i>	Ave No Identificada	22	1	11	9	43
<b>Mammalia</b>	<b>Carnivora</b>	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>			30		30
		Felidae	<i>Felino No Identificado</i>				1	1
			<i>Leopardus pardalis</i>	15	1	11	6	33
			<i>Panthera onca</i>	8	5	1	4	18
			<i>Puma concolor</i>	11	3	5	10	29
		Procyonidae	<i>Nasua narica</i>			3	3	7
<b>Cetartiodactyla</b>	Cervidae	<i>Mazama sp</i>	Cabrito	3		1	32	36
		<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de Cola Blanca	3	26			29
		Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	11		1		12
			<i>Tayassu pecari</i>	87		715	282	1084
<b>Didelphimorphia</b>	Didelphidae	<i>Philander opossum</i>	Zarigüeya gris de cuatro ojos	1				1
<b>Didelphimorphia</b>	Didelphidae	<i>Marmosa sp</i>	Marmosa				1	1
<b>Perissodactyla</b>	Tapiridae	<i>Tapirus bairdii</i>	Tapir	18	7	34	15	74
<b>Rodentia</b>	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	14	1	6	8	29
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Cotuza	9		1	2	12
<b>(en blanco)</b>	<b>(en blanco)</b>	<i>Mamífero No Identificado</i>	Mamífero No Identificado	2	4	3		9
<b>Reptilia</b>	<b>Testudines</b>	Emydidae	<i>Trachemys scripta</i>			4		4
Total general				554	252	1153	539	2498

**Fuente:** Datos experimentales.

Clasificación taxonómica para aves de acuerdo a La Unión Americana de Ornitólogos 2013

Clasificación taxonómica para mamíferos de acuerdo a Wilson y Reeder's 2005

**Anexo 11. Datos Climatológicos de Estación Automática Calakmull II de México año 2013**

<b>Semana del Año 2013</b>	<b>Datos Climatológicos</b>		
	<i>Máx. Temperatura de Aire</i>	<i>Promedio Temperaturade Aire</i>	<i>Mín. Temperatura de Aire</i>
11	32.2	20.74671362	11.1
12	42	27.11152882	19.8
13	33.7	23.05615079	11.9
14	36.4	24.94756098	11.5
15	37.6	26.61676647	12.7
16	36.7	27.03778664	21
17	36.1	26.29732143	18.5
18	38.7	26.57174129	15.6
19	35	26.79870259	16.3
20	35.3	26.55168651	17.6
21	36.2	27.67681159	22.7
22	32.7	25.42779456	20.9
23	35.2	26.37192192	22.1

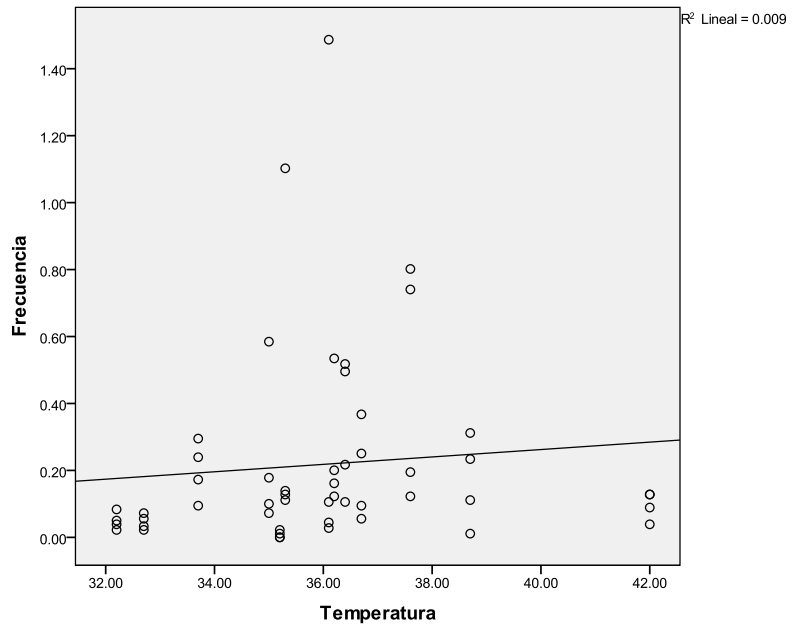
Fuente: Datos proporcionados por la Coordinación General

del Servicio Meteorológico Nacional de México





**Anexo 13. Diagrama de dispersión entre la frecuencia de visitas y la máxima temperatura promedio.**



## Vertebrados medianos y mayores que visitan las aguadas del BPNDL



Bushnell

González, 2015  
CECON/USAC - WCS Guatemala  
BPNDL, Guatemala

03-10-2013 15:19:33

**Carau (*Aramus guarauna*)**



Bushnell

González, 2015  
CECON/USAC - WCS Guatemala  
BPNDL, Guatemala

05-12-2013 16:31:24

**Faisán macho (*Crax rubra*)**

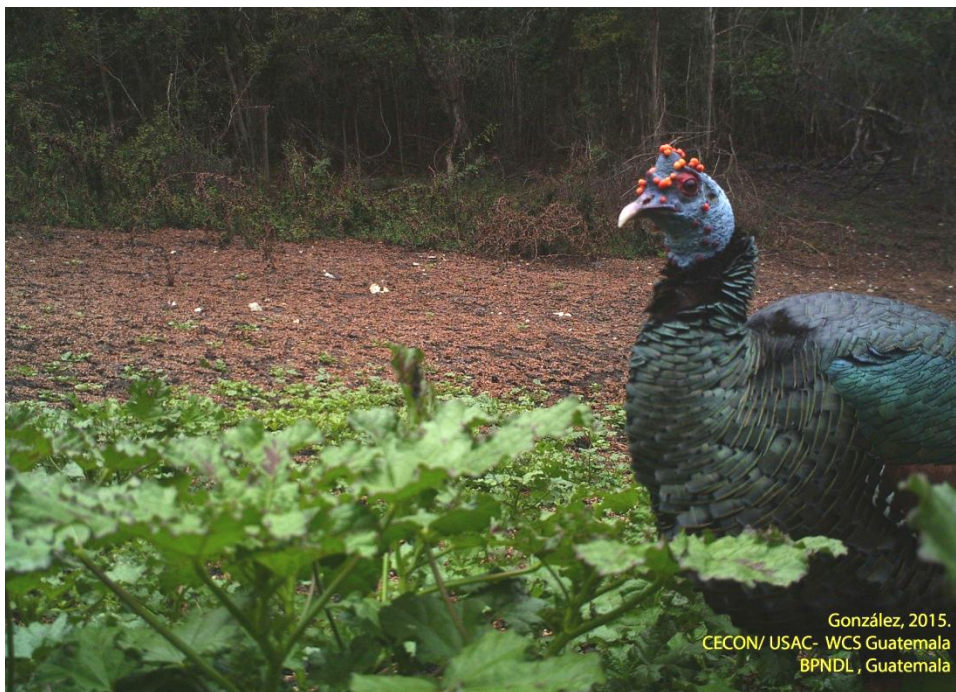




Bushnell

04-12-2013 14:23:31

**Faisan hembra (*Crax rubra*)**



Bushnell

05-27-2013 11:47:03

**Pavo ocelado (*Meleagris ocellata*)**





Bushnell

03-21-2013 08:23:05

**Cojolita (*Penelope purpurascens*)**



Bushnell

03-15-2013 10:15:33

**Aguila Elegante (*Spizaetus ornatus*)**





Bushnell

04-05-2013 10:11:39

**AgUILA Tirana (*Spizaetus tyrannus*)**



Bushnell

05-17-2013 09:20:30

**Garza tigre gorjinuda (*Tigrisoma mexicanum*)**





Bushnell

04-17-2013 07:42:05

**Mancolola (*Tinamus major*)**



Bushnell

05-06-2013 03:48:55

**Tepezcuintle (*Cuniculus paca*)**





Bushnell

04-12-2013 13:32:48

**Cotuza (*Dasyprocta punctata*)**



Bushnell

03-18-2013 14:49:36

**Ocelote (*Leopardus pardalis*)**





Bushnell

03-06-2013 14:24:11

**Cabrito (*Mazama spp*)**

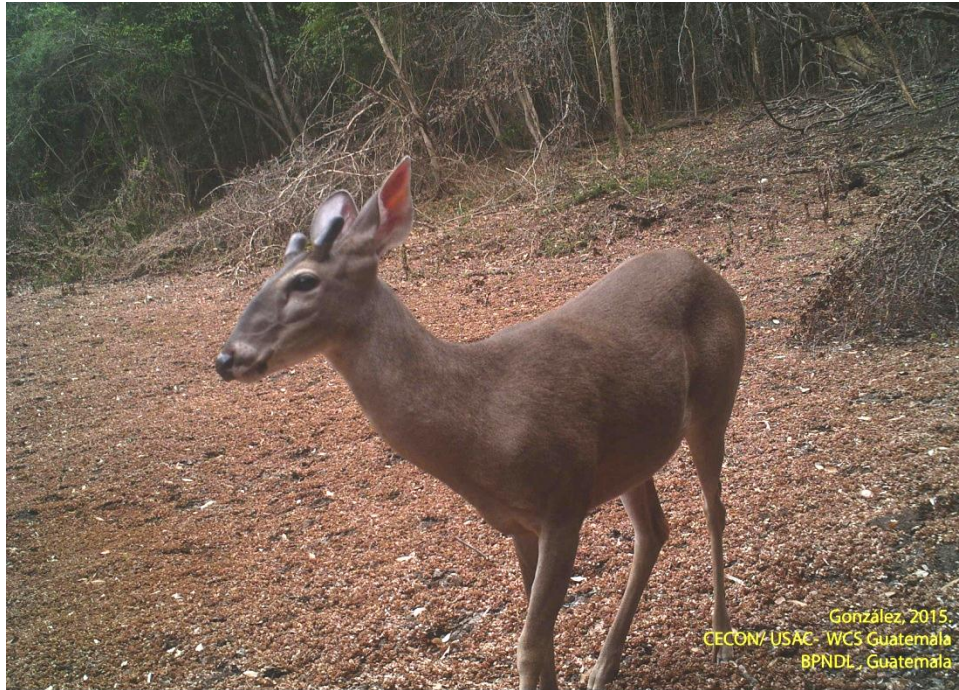


Bushnell

05-18-2013 13:10:21

**Pizote (*Nasua narica*)**





Bushnell

03-21-2013 11:10:13

**Venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*)**



Bushnell

03-19-2013 06:56:13

**Jaguar (*Panthera onca*)**





González, 2015.  
CECON/USAC - WCS Guatemala  
BPNDL, Guatemala

Bushnell

03-25-2013 10:42:53

**Pecari de collar (*Pecari tajacu*)**



González, 2015.  
CECON/USAC - WCS Guatemala  
BPNDL, Guatemala

Bushnell

04-05-2013 08:43:20

**Puma (*Puma concolor*)**





González, 2015.  
CECON/USAC- WCS Guatemala  
BPNDL, Guatemala

Bushnell

04-02-2013 06:39:20

**Tapir con cria (*Tapirus bairdii*)**



González, 2015.  
CECON/USAC- WCS Guatemala  
BPNDL, Guatemala

Bushnell

04-02-2013 10:48:58

**Jabali (*Tayassu pecari*)**





Bushnell

04-15-2013 08:12:16


**Jabali (*Tayassu pecari*)**




Bushnell

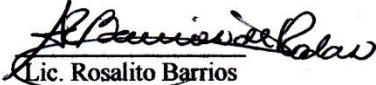
03-15-2013 22:21:56


**Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*)**

  
B<sup>a</sup>. Vivian Roxana González Castillo  
Estudiante de Biología

  
Lic. Manolo García Vettorazzi  
Asesor de Tesis

  
Msc. Javier Rivas  
Revisor de Tesis

  
Lic. Rosalito Barrios  
Directora de Escuela de Biología

  
Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda  
Decano Facultad de CCQQ y Farmacia