

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**Composición y diversidad de mamíferos medianos y grandes en el Parque Nacional
Montecristo, Santa Ana, El Salvador**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

ELENA ISABEL CASTILLO MENDOZA

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADA EN BIOLOGIA

CIUDAD UNIVERSITARIA, 2017

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA

**Composición y diversidad de mamíferos medianos y grandes en el Parque Nacional
Montecristo, Santa Ana, El Salvador**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

ELENA ISABEL CASTILLO MENDOZA

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADA EN BIOLOGIA

ASESORA DE LA INVESTIGACIÓN:

LICDA. DORA ALICIA ARMERO DURÁN

CIUDAD UNIVERSITARIA, 2017

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA

**Composición y diversidad de mamíferos medianos y grandes en el Parque Nacional
Montecristo, Santa Ana, El Salvador**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

ELENA ISABEL CASTILLO MENDOZA

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADA EN BIOLOGIA

TRIBUNAL EVALUADOR:

MSc. VIRGINIA GERALDINE RAMIREZ PINEDA

LICDA. MILAGRO ELIZABETH SALINAS

CIUDAD UNIVERSITARIA, 2017

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

LIC. LUIS ARGUETA ANTILLÓN

SECRETARIO/A GENERAL

DRA. ANA LETICIA DE AMAYA

FISCAL GENERAL

LIC. BEATRIZ MÉNDEZ

DECANO

LIC. MAURICIO HERNÁN LOVO CÓRDOVA

DIRECTORA DE LA ESCUELA DE BIOLOGÍA

MSc. ANA MARTHA ZETINO CALDERÓN

CIUDAD UNIVERSITARIA, 2017

DEDICATORIA

A mis padres, por siempre apoyarme en este camino y animarme siempre a seguir adelante
en lo que me apasiona.

A kevyn Quijano, mi compañero de viajes y apoyo importante.

AGRADECIMIENTOS

Al ser supremo, creador de toda vida que me permite estar aquí en esta etapa de mi existencia.

A mi madre y mi padre, por su enorme apoyo que siempre estuvieron de acuerdo con mi elección de ser bióloga y no dudaron en que lo lograría.

A mi abuela (Q.D.D.G), mis abuelos, mi tío toñi, tía Carmen y mi hermano, quienes me enseñaron a luchar hasta el final de mi carrera y apreciar cada momento siempre con los pies en el suelo.

A Kevyn Quijano, por ser mi mejor amigo, mi apoyo en este camino, por enseñarme a no rendirme y que lo peor que se puede conseguir es que digan “No”, lo que da una oportunidad para continuar y hacer mejor las cosas. Por siempre estar allí con su cariño, paciencia y determinación a ayudarme ante cualquier dificultad. Infinitas gracias por colaborar en la fase de campo de esta investigación, la cual no hubiere sido igual de amena sin su presencia.

A mi asesora Licda. Dora Armero, quien se tomó el tiempo para guiarme a lo largo de este trabajo y me dio herramientas para mejorar.

Al MSc. Héctor Portillo y Fausto Elvir, por ayudarme en la parte estadística y darme una orientación sobre mi investigación, por siempre estar pendientes y ayudarme ante cualquier duda, gracias por ayudarme en la identificación de algunas especies.

A mi tribunal evaluador MSc. Geraldine Ramírez y Licda. Milagro Salinas quienes dieron observaciones importantes sobre el presente trabajo, lo que permitió mejorar.

A La Universidad Nacional, por hacer esfuerzos en la enseñanza y dar la oportunidad a las personas de formarse como profesionales, en especial en la carrera de Biología.

A la Directora del Parque Nacional Montecristo MSc. Maritza Guido, por darnos la confianza y apoyo desde el primer día. Infinitas gracias a la técnico del parque Licda. Nohemí Guerra por su constante apoyo día con día e invaluable información brindada a lo largo de esta

investigación. También agradezco a los guardarecursos del parque en especial a Don Alejandro un gran conocedor del área y las especies, sin su ayuda este trabajo no hubiera sido posible, fue de mis mejores maestros en campo de quien aprendí mucho.

A la niña Virginia, por darnos de comer y abrir las puertas de su casa con gran carisma y cariño, en especial por esas deliciosas cenas y almuerzos.

A mis amigos Melissa Rodríguez, Luis Girón, Rafael Murcia, Paola Santillana, Jacqueline Rosales, Manuel Cadenas, Manuel Cortez, Diego Herrera, Gina López, Marcela Puro, Maryori Velado, Pablo Cea, Wilmar Díaz, que aunque sea en la distancia estuvieron pendientes sobre el proceso de esta investigación.

ÍNDICE

Listado de Cuadros	iii
Listado de Tablas	iii
Listado de Gráficos.....	iv
Listado de Figuras	iv
Listado de Anexos	v
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	4
1.1 General.....	4
1.2 Específicos	4
2 MARCO TEORICO	5
2.1 Generalidades de los mamíferos	5
2.2 Importancia ecológica de los mamíferos medianos y grandes	5
2.2.1 Roles ecológicos de los mamíferos	6
2.3 Estado de conservación.....	8
2.4 Antecedentes en El Salvador	9
2.4.1 Antecedentes en el Parque Nacional Montecristo	10
2.5 Metodologías de investigación con mamíferos medianos y grandes.....	11
2.5.1 Trampas-cámara y su utilidad.....	12
3 METODOLOGIA.....	15
3.1 Ubicación y descripción del área de estudio.....	15
3.1.1 Descripción Biofísica	15
3.2 Método de Muestreo	20

3.2.1	Fase de Campo	20
3.2.2	Procesamiento de datos	23
3.2.3	Análisis de datos	24
4	RESULTADOS	28
4.1	Diversidad de mamíferos medianos y grandes	28
4.2	Curva de acumulación de especies	28
4.3	Curva rango-abundancia	29
4.4	Análisis SIMPER (porcentaje de similitud).....	33
4.5	Patrones de actividad	34
4.5.1	Patrones de actividad ante los cambios lunares.....	36
5	DISCUSIÓN.....	39
6	CONCLUSIONES.....	45
7	RECOMENDACIONES	47
8	BIBLIOGRAFIA	48
9	ANEXOS	58

Listado de Cuadros

Cuadro 1. Ventajas y desventajas de la utilización de trampas-cámara.....	14
Cuadro 2. Listado de las especies de mamíferos medianos y grandes identificados en dos tipos de bosque Pino-Encino (PE) y Nebuloso (N) en el Parque Nacional Montecristo (Julio- Octubre 2015).	28
Cuadro 3. Abundancia de especies de mamíferos medianos y grandes por tipo de bosque, ordenados por especies dominantes a más raras durante los meses de Julio a Noviembre 2015.	30
Cuadro 4. Listado de especies no tomadas en cuenta para los anteriores análisis (TC= Trampa cámara; PE= bosque Pino-Encino; N= bosque Nebuloso).....	38

Listado de Tablas

Tabla 1. Especies observadas y esperadas por cada tipo de bosque y total.....	29
Tabla 2. Composición de los mamíferos medianos y grandes por gremio trófico en cada tipo de bosque.	32
Tabla 3. Análisis SIMPER de las especies de mamíferos medianos y grandes de los bosque Pino-Encino (PE) y Nebuloso (N) del Parque Nacional Montecristo 2015.	34
Tabla 4. Clasificación de los de mamíferos medianos y grandes de acuerdo a los patrones de actividad en el Parque Nacional Montecristo de Julio a Noviembre 2015.....	36
Tabla 5. Actividad de los mamíferos medianos y grandes ante las diferentes fases lunares.	37

Listado de Gráficos

Gráfico 1. Curva de acumulación de especies para los bosque Pino-Encino, Nebuloso y ambos.....	29
Gráfico 2. Curvas rango-abundancia de las especies de mamíferos medianos y grandes en los bosques Pino-Encino y Nebuloso (2015).....	30
Gráfico 3. Curvas rango-abundancia para los 14 sitios trampa del bosque Pino-Encino y Nebuloso (2015).	31
Gráfico 4. Composición de los mamíferos medianos y grandes de acuerdo a sus gremios tróficos en los bosque Nebuloso y Pino-Encino en el Parque Nacional Montecristo, 2015.	33
Gráfico 5. Patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes del PN Montecristo (2015).	35
Gráfico 6. Patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes en las diferentes fases lunares (2015).	37

Listado de Figuras

Figura 1. Mapa del Parque Nacional Montecristo y los tipos de bosque según Cardoza (2011). Elaborado por Elena Castillo.	16
Figura 2. Bosque Mixto (Pino-Encino) del Parque Nacional Montecristo. Foto: Elena Castillo.....	18
Figura 3. Bosque Nublado (Nebuloso) del Parque Montecristo. Foto: Elena Castillo.....	18
Figura 4. Colocación de trampas cámara en bosque Pino-Encino y Nebuloso. Foto: Diego Herrera	20
Figura 5. Puntos geográficos donde se colocaron las trampas cámara en bosque Nebuloso y Pino-Encino en Montecristo 2015. Mapa elaborado por Elena Castillo.	21
Figura 6. Trampas cámara marca Reconyx y Truthcam ultra HD.	23

Listado de Anexos

Anexo 1. Acuerdo N°36. Listado oficial de especies de vida silvestre Amenazada o En peligro de extinción. Diario Oficial N°103, Tomo N°383 de fecha de junio de 2015. (Solo Mamíferos medianos y grandes).....	58
Anexo 2. Ejemplo de Matriz de datos con sitios y especies, se incluyen las respectivas horas y fechas de captura.	59
Anexo 3. Tabla de fase lunar.....	59
Anexo 4. Cuadro de las fases lunares.....	60
Anexo 5. Matriz de patrones de actividad de los mamíferos en 24 horas del día.	60
Anexo 6. Imágenes de especies identificadas en el Parque Nacional Montecristo en 2015.	61

RESUMEN

En la compleja red de procesos ecológicos de la dinámica de los bosques pueden identificarse una serie de roles que los animales desempeñan debido a los diferentes hábitos alimentarios que presentan. Estos suelen determinar procesos importantes como la modificación en la estructura de la vegetación, el flujo de nutrientes y la composición de otras especies (Krebs 1985; Smith y Smith 2007; Rumiz 2010). En El Salvador los mamíferos medianos y grandes se enfrentan a diversas amenazas como la perturbación antropogénica, pérdida del hábitat por la deforestación y caza ilegal ya sea para alimentación, tráfico entre otros.

El presente estudio se llevó a cabo en el Parque Nacional Montecristo caracterizado por una alta diversidad topográfica y de ecosistemas en la que sobresalen tres formas de relieve: zonas de montañas (Bosque Nebuloso=BN), zonas de pie de montaña (bosque Pino-Encino=BPE) y zonas planas (bosque seco) (MAG-PAES/CATIE 2003; GIZ-MFCED, 2011). El objetivo principal fue conocer la composición y diversidad de mamíferos medianos y grandes del Parque Nacional Montecristo.

Se utilizaron 14 trampas cámara distribuidas en los bosques Pino-Encino y Nebuloso con una distancia de 500 metros cada cámara por un periodo de 90 días con un total de esfuerzo de muestreo de 1260 días-trampa, un éxito de captura de 53.7%, se registró un total de 676 individuos de mamíferos terrestres medianos y grandes identificándose 12 especies. *Odocoileus virginianus* fue la especie dominante para el bosque Pino-Encino con 149 individuos y *Dasyprocta punctata* fue dominante en el bosque Nebuloso con 100 individuos.

La composición por gremios tróficos para los herbívoros (BN= 65%; BPE= 67%), omnívoros (BN=33%; BPE 32%) y carnívoros (BN=2%; BPE= 1%) fue similar variando en un 1 a 2 % para ambos bosques, por lo que podría decirse que las poblaciones de mamíferos se encuentran estables. *O. virginianus* presentó el mayor porcentaje de contribución por sus abundancias con un 29.56% y la especie con menor porcentaje de contribución fue *Puma yagouaroundi* (0.2376).

Se evidenció que dos especies fueron completamente diurnas (*N. narica* y *D. punctata*), cuatro completamente nocturnas (*D. novemcinctus*, *C. paca*, *D. marsupialis* y *D. virginiana*) y dos catemerales (*O. virginianus*, *P. tajacu*) con actividades crepusculares. Se pudo observar

un cambio en los patrones de actividad de *D. novemcinctus*, *C. paca* y *O. virginianus* ante los cambios lunares, siendo los días de luna nueva los que se registraron con mayor actividad. *P. tajacu* fue la única especie que se registró el mayor número de individuos en las fases cercanas a luna llena.

La curva de acumulación de especies demostró que aun hacen falta especies que registrar en el área por lo que se recomienda continuar con los estudios con mamíferos medianos y grandes en los meses de época seca y conocer si existe alguna diferencia en la composición y distribución de las especies. Finalmente se registraron otras diez especies que no fueron tomadas en cuenta para los análisis de la presente investigación, debido a que no cumplían con las especificaciones dadas en la metodología.

INTRODUCCIÓN

Los mamíferos medianos y grandes cumplen una importante función ecológica dentro de un ecosistema debido a los diferentes hábitos alimentarios que presentan. Estos suelen determinar procesos importantes como la modificación en la estructura de la vegetación, el flujo de nutrientes y la composición de otras especies (Krebs 1985; Smith y Smith 2007; Rumiz 2010); lo que significa que si una especie dentro de todo el grupo que compone una comunidad desaparece, resulta en cambios en la estructura causando la pérdida de diversidad (Smith y Smith, 2007; Rumiz, 2010).

En El Salvador los mamíferos medianos y grandes se enfrentan a diversas amenazas como la perturbación antropogénica, pérdida del hábitat por la deforestación y caza ilegal ya sea para alimentación o tráfico, entre otros. Además el poco conocimiento que se tiene sobre los mamíferos que habitan en nuestro país resulta en un vacío de información para aplicar planes de conservación adecuados. También el no tener un registro base sobre las abundancias de las especies impide el continuar con otros estudios poblacionales que abarquen más aspectos ecológicos.

El estudio de mamíferos suele ser bastante complicado debido a los hábitos que estos tienen. La mayoría suelen ser nocturnos y por lo general son muy evasivos ante la presencia humana, por lo que el uso de trampas cámara facilita la detección de especies amenazadas o crípticas y es posible conocer aspectos ecológicos de mamíferos de los que poca o nula información se tiene al respecto (Maffei *et al.* 2002; Gomez *et al.* 2005; Chávez *et al.* 2013). Esta información puede ser tomada en cuenta para planes de conservación de mamíferos, para planes turísticos y sobre todo para futuras investigaciones en ecología.

La presente investigación se llevó a cabo en los bosques de Pino-Encino y Nebuloso en el Parque Nacional Montecristo y se utilizó el método de trampas cámara con el objetivo de conocer la composición y diversidad de mamíferos medianos y grandes terrestres en el Parque Nacional Montecristo, describir la composición de acuerdo a sus gremios tróficos. Finalmente describir los patrones de actividad de cada especie y observar los patrones de actividad ante las diferentes fases lunares.

OBJETIVOS

1.1 General

Conocer la composición y diversidad de mamíferos medianos y grandes del Parque Nacional Montecristo.

1.2 Específicos

- Identificar la diversidad de especies de mamíferos medianos y grandes en los bosques Pino-Encino y Nebuloso del Parque Nacional Montecristo.
- Estimar la abundancia de las especies de mamíferos medianos y grandes en los bosques Pino-Encino y Nebuloso del Parque Nacional Montecristo.
- Describir la composición de los mamíferos medianos y grandes de acuerdo a sus gremios tróficos en los bosques Pino-Encino y Nebuloso del Parque Nacional Montecristo
- Describir los patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes en los bosques Pino-Encino y Nebuloso en el Parque Nacional Montecristo.

2 MARCO TEORICO

2.1 Generalidades de los mamíferos

Las características distintivas de los mamíferos (clase Mammalia) son: el pelo, que tiene como función aislar y proteger el cuerpo, las glándulas mamarias para la alimentación de las crías, la presencia de dientes heterodontos (diferenciación de los dientes en incisivos, caninos, premolares y molares); endotermia, que significa que regulan su temperatura corporal interiormente; un complejo sistema nervioso, más desarrollado que el de cualquier otro grupo de animales, lo que contribuye en grado significativo al éxito de los mamíferos; fecundación interna y viviparidad con excepción de los mamíferos primitivos (monotremas: Monotremata) (Solomon, 2001; Clutton-Brock y Wilson, 2005; Macdonald, 2006; Reid, 2009).

Entre las estrategias de comunicación social los mamíferos utilizan las glándulas odoríferas, la orina o las heces, también suelen comunicarse por medio de gestos faciales, posturas corporales, sonidos y roces, generando una complejidad de mensajes lo que les permite poder entablar relaciones para el apareamiento o dejar claro hasta donde llega su territorio (Clutton-Brock y Wilson, 2005).

2.2 Importancia ecológica de los mamíferos medianos y grandes

Para mantener su metabolismo cada animal tiene que sobrevivir con un balance de entradas y gastos de energía. Para los mamíferos, la endotermia implica gasto de energía por lo que muchos animales tienen que buscar una gran cantidad de alimento; Sin embargo, este gasto de energía no es igual para todos los mamíferos y depende de diversos factores como época del año, tamaño de cada animal, hábitos alimentarios que varían en cantidad y calidad como también el tipo de ecosistema en el que se desarrollan. Por ejemplo: los herbívoros deben comer más debido a que algunos frutos y semillas son pequeños y no proveen la energía necesaria en comparación con los carnívoros que al ingerir carne que no solo es mejor en peso, también es de fácil digestión lo que permite extraer la energía necesaria para su supervivencia (Macdonald, 2006).

Al tener diferentes hábitos alimentarios y diferentes formas en cuanto al tamaño de la ingesta, los mamíferos también cumplen funciones ecológicas que determinan ciertos procesos dentro del ecosistema como la modificación de la estructura de la vegetación, flujo de nutrientes y composición de especies (Krebs, 1985; Smith y Smith, 2007; Rumiz, 2010).

2.2.1 Roles ecológicos de los mamíferos

En la compleja red de procesos ecológicos de la dinámica de los bosques, pueden identificarse una serie de roles que los animales desempeñan. Cuando se estudia la estructura de las comunidades con frecuencia se toman en cuenta las relaciones tróficas de las especies que la componen, por medio de las cadenas tróficas; Sin embargo, la creación de estas cadenas suele ser bastante compleja cuando existe una gran diversidad de especies, por lo que se simplifica agrupando las especies que tengan una función similar en diferentes gremios, como los herbívoros, carnívoros y omnívoros (Krebs, 1985; Smith y Smith, 2007; Guevara y Sainoz, 2010; Rumiz, 2010; Pérez-Irineo y Santos-Moreno, 2013).

2.2.1.1 Herbívoros

En la mayoría de los bosques tropicales, más del 75% de las especies leñosas dependen de animales para la dispersión de sus semillas (Janzen y Vázquez-Yanes, 1991). Algunas semillas que son ingeridas por los dispersores tienen mejores posibilidades de germinar y de establecerse al ser defecadas lejos de la planta madre, así también las semillas de frutos que son llevados a otros sitios para alimentación de las especies frugívoras (Rumiz, 2010).

Krebs (1985) menciona que los herbívoros son animales que tienen un tipo especial de actividad predatoria en la que se alimentan de plantas. Estos animales compiten por los alimentos vegetales y también suelen cooperar en la cosecha de los materiales vegetales, un ejemplo de ello es el cuche labios blancos (*Tayassu pecari*) y el cuche de collar (*Pecari tajacu*) que juntos pueden llegar a consumir más de 200 especies de plantas, destruir semillas superabundantes bajo los árboles fruteros, remover plántulas al escarbar el suelo en búsqueda

de raíces e invertebrados, y crean revolcaderos de barro o polvo que proveen sustratos para las futuras colonizaciones de otras plantas (Beck, 2005; Gongora *et al.*, 2011).

Aparentemente los grandes herbívoros terrestres ejercen, a través de la depredación de semillas y plántula, el mayor impacto sobre la abundancia y distribución de la vegetación en el bosque neotropical (Fragoso, 1994; Terborgh, 2005; Álvarez-Romero y Medellín, 2005; Beck, 2006).

Generalmente los herbívoros ramoneadores eligen brotes y hojas nuevas que son más nutritivas y contienen menos compuestos secundarios, causando un evidente impacto en el sotobosque tropical ya que, además de su acción como frugívoros o predadores de semillas, pueden limitar el crecimiento o matar selectivamente parte de la regeneración en el bosque (Rumiz, 2010). Los herbívoros que llegan a ser abundantes localmente se convierten en agentes de cambio en la vegetación, y también son las presas principales de carnívoros y de la gente local (Álvarez-Romero y Medellín, 2005; Rumiz, 2010).

2.2.1.2 Carnívoros

Los grandes carnívoros son importantes agentes ecológicos, ya que pueden ejercer un efecto de control sobre los herbívoros, afectando indirectamente la abundancia y composición de la vegetación (Terborgh, 1992; Terborgh *et al.*, 2001; Sinclair, 2003; Begon, Townsend y Harper, 2006; Smith y Smith, 2007); como depredadores, pueden influenciar las fluctuaciones temporales en la abundancia de presas ejerciendo un papel crucial en el mantenimiento de la diversidad de especies, sirviendo como controladores de poblaciones (Estes *et al.*, 2001; Valderrama y Moreno, 2007).

Los depredadores superiores neotropicales, como los grandes félidos y cánidos, son considerados importantes agentes ecológicos porque unos pocos individuos pueden afectar las poblaciones de presas e indirectamente, incrementar la diversidad en los niveles tróficos inferiores por efectos cascada (Terborgh, 1992; Schmitz, 2008). Las poblaciones presa se benefician de sus depredadores, ya que estos previenen la diseminación de enfermedades y reducen la competencia por alimento al eliminar individuos enfermos, menos aptos o

superabundantes, y también regulan las poblaciones de otras presas con las que probablemente compiten (Terborgh, 1992).

2.2.1.3 Omnívoros

Los mamíferos omnívoros poseen hábitos alimentarios variados, siendo capaces de alimentarse tanto de material vegetal como animal, dependiendo de la época del año y la disponibilidad de alimento (Smith y Smith, 2007), como por ejemplo el mapache (*Procyon lotor*) que varía su alimentación entre cangrejos, peces y frutos, al igual que la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) que consume una gran variedad de organismos entre frutos, insectos y pequeños roedores.

2.3 Estado de conservación

La mayoría de mamíferos medianos y grandes se encuentran en alguna categoría de amenaza según la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) y son mencionados en el apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2014) como especies no sometidas a comercio. En el Salvador se encuentran en peligro de extinción o amenazadas en el “listado oficial de fauna silvestre amenazada o en peligro de extinción” (Diario oficial, 2015). Los mamíferos en general se encuentran bajo una gran presión debido a la fragmentación y reducción del hábitat, cacería deportiva y utilización de las especies como mascotas (Gallo, 2005).

Entre algunas de las especies de mamíferos medianos y grandes que se encuentran en el listado del Diario oficial (2015) de El Salvador (Anexo 1): tacuazín de agua (*Chironectes minimus*), oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), tepezcuintle (*Cuniculus paca*), tayra (*Eira barbara*), grison (*Galictis vittata*), zorrillo nariz de cerdo (*Conepatus leuconotus*), puma (*Puma concolor*), ocelote (*Leopardus pardalis*), tigrillo (*Leopardus wiedii*), cuche de monte (*Pecari tajacu*) y venadito rojo (*Mazama temama*).

El rol ecológico que cumplen los mamíferos como reguladores de otras poblaciones o arquitectos en el ecosistema, ha sido útil para implementar clasificaciones con fines de conservación e investigación, pues constituye una herramienta importante para el diseño de áreas protegidas y el manejo de los paisajes, convirtiéndolos en especies objeto para la conservación (Simberloff, 1998; Rumiz, 2010).

2.4 Antecedentes en El Salvador

Las primeras investigaciones con mamíferos en El Salvador datan desde 1839, cuando William Ogilby un naturalista irlandés, colectó una nueva especie de ardilla para la ciencia nombrándola *Sciurus variegatoides*, probablemente fue colectada cerca de La Unión (Burt y Stirton, 1961). En 1925, Donald R. Dickey financió una colecta sistemática de mamíferos en El Salvador, siendo el primer esfuerzo real para determinar la fauna en la Republica. El proyecto terminó en 1927; sin embargo, Rubén Stirton quien fue contratado para dicha colecta, regresó en 1941 como líder de una expedición realizada por la Universidad de California y colectó más especies de mamíferos y otros vertebrados. El Dr. Heinz Felten en 1952, continuó con la colecta sistemática en el país encontrando 8 nuevas especies (Burt y Stirton, 1961).

Fue hasta 1961, cuando Burt y Stirton publicaron un artículo titulado “The mammals of El Salvador” en el cual describen todas las especies de mamíferos colectadas en las expediciones. Actualmente esa colección de mamíferos de El Salvador se encuentra en el Museo de Zoología de Vertebrados, en la Universidad de California, Estados Unidos.

En años posteriores se realizaron muchas investigaciones en El Salvador sobre mamíferos, las cuales se basan principalmente en la diversidad de especies (Anaya, 1978; Cortez de Galán, 1978; Garay, 1996; Latín y Ramírez, 1997; Herrera y Menéndez, 2004; Rodríguez, 2011); también se han realizado estudios sobre hábitos alimentarios (Nájera 2009; Menéndez, 2003; Orellana, 2011) y preferencia de hábitat (Cuchilla y Ramírez, 2002; Velado, 2014)

2.4.1 Antecedentes en el Parque Nacional Montecristo

Reyes y Salinas (1997), Investigaron la “Densidad poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el Parque Nacional Montecristo, El Salvador” mediante el método directo e indirecto de conteo de huellas a diferentes niveles altitudinales (zona baja, zona media y zona alta). Con el método directo se contabilizaron 28 venados en 100 km, el mayor valor correspondió a la zona media, seguido de la zona alta.

En 2005, Herrera y Díaz realizaron una compilación de las especies documentadas hasta ese año en el Parque Nacional Montecristo, donde se mencionan 26 mamíferos medianos y grandes de los cuales 18 son terrestres. Además hacen énfasis en que el PN Montecristo es un área importante para la conservación de por lo menos 74 especies de mamíferos, de las cuales 15 son consideradas amenazadas de extinción en El Salvador.

Flores (2008), realizó una investigación titulada “Hábitos alimentarios de mamíferos arborícolas del bosque nebuloso del Parque Nacional Montecristo”, considerando a la ardilla gris (*Sciurus variegatoides*), ardilla roja (*Sciurus deppei*), micoleón (*Potos flavus*), muyo (*Bassariscus sumichrasti*) y mono araña (*Ateles geoffroyi*). En sus resultados describe las especies de árboles en fructificación y la dieta de los mamíferos arborícolas, excepto al del mono araña que se reportó solamente en las encuestas a los habitantes de la zona.

Handal (2011), realizó una investigación a nivel trinacional de Montecristo en el cual evaluó diferentes aspectos físicos y biológicos del área compartida entre El Salvador, Honduras y Guatemala. Uno de los objetivos fue conocer la diversidad de mamíferos en los tres países con diferentes métodos de muestreos entre ellos: observación directa, búsqueda de rastros, trampas huella, trampas de captura y encuestas. Para El Salvador se describieron 23 especies de mamíferos medianos y grandes; En los bosques Pino-Encino y Nebuloso identificaron nueve especies, de los cuales el armadillo (*Dasypus novemcintus*), pezote (*Nasua narica*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y la cotuza (*Dasyprocta punctata*) se mencionaron como los más comunes.

Latín (2011), realizó un trabajo de investigación sobre “Mamíferos terrestres del Parque Nacional Montecristo, El Salvador” durante cuatro años. Las metodologías empleadas fueron por transectos, búsqueda de rastros, excretas y levantamiento histórico de

información con mamíferos; se identificaron 29 especies de mamíferos medianos y grandes, de los cuales 23 son terrestres. En este estudio se incorporó el mono araña (*Ateles geoffroyi*) el cual se observó tres individuos cerca del área de amortiguamiento y un individuo de oso caballo (*Mirmecophaga tridactyla*) reportado por encuesta.

Pineda (2012), realizó un informe sobre una huella de puma (*Puma concolor*) en el Parque Nacional Montecristo, lo que deja una evidencia sobre la ocurrencia de la especie en la zona.

Owen y Girón (2012), realizaron un listado histórico de los mamíferos en El Salvador en el cual describen 20 especies de mamíferos medianos y grandes que están presentes en el Parque Nacional Montecristo.

Paz, Fuentes y Guadrón (2013), realizaron un informe sobre los mamíferos de Montecristo, en el cual registraron 37 especies de las cuales 10 fueron mamíferos medianos y grandes, en los que mencionan al venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), pezote (*Nasua narica*), tigrillo (*Leopardus wiedii*) y puma (*Puma concolor*).

López (2014), realizó una capacitación dirigido a guarda recursos sobre los diferentes tipos de metodologías de investigación con mamíferos, la cual se realizó durante todo el año un monitoreo con cámaras trampa (n=3), colocándolas cinco días por mes en diferentes sitios; Se encontraron 9 especies de mamíferos medianos y grandes (datos no publicados).

2.5 Metodologías de investigación con mamíferos medianos y grandes

Existen varios métodos para el monitoreo de mamíferos, ya que por lo general muchos de ellos suelen ser evasivos y se requieren de sofisticadas técnicas para adquirir información acerca de su ecología y comportamiento, sin embargo ninguna técnica, sin importar que tan avanzada sea, tiene más valor que el investigador comprenda sobre la biología del animal en estudio (Boitani y Powell, 2012).

Es posible realizar un estudio con mamíferos de forma directa o indirectamente: los métodos indirectos, se basan principalmente en la interpretación de los rastros que los animales dejan, como huellas, excretas, pelos, etc. (Aranda, 2012); la metodología directa se

refiere al conteo de animales observados en un determinado recorrido (Gallina y López, 2011); este método no es muy factible a corto plazo por lo que requiere un largo periodo de muestreo y esfuerzo máximo por parte del investigador a diferencia de las trampas cámara que se han utilizado en últimos años como un método directo no invasivo para los mamíferos.

2.5.1 Trampas-cámara y su utilidad

A finales de la década de 1990, trabajar con muchos de los mamíferos medianos y grandes era meramente anecdótico, pues las posibilidades de observarlos de manera directa eran pocas, en especial a los carnívoros de hábitos nocturnos (Ceballos, 2013). Generalmente resulta difícil el muestreo o monitoreo de poblaciones animales con métodos tradicionales basados en detecciones visuales directas o con métodos que involucran la captura, marcaje y seguimiento de los individuos, ya que éstos suelen ser costosos y difíciles de implementar (Chavez *et al.*, 2013).

Las trampas cámara se han convertido en una herramienta bastante útil para el muestreo y monitoreo de las poblaciones de especies crípticas o raras, puesto que es posible capturarlas en su estado natural sin interferir en su conducta debido al estrés, logrando generar valiosa información sobre la biología y ecología de estas especies (Chavez *et al.*, 2013).

En los últimos años se han utilizado trampas-cámara en conjunto con modelos estadísticos de captura-recaptura para la estimación poblacional de muchas especies a nivel mundial, ya que es una técnica no invasiva y permite identificar las especies que viven en un área en particular (Fecske, 2003; Hermes, 2004; Moreno, 2006; Falconi, 2011; Vanderhoff *et al.*, 2011; Lira-Torres y Briones-Salas, 2012).

2.5.1.1 Diversidad de especies

Con las trampas cámara es posible evaluar el número de especies en varios sitios al mismo tiempo, pudiéndose detectar patrones de cambios en un área dada; sin embargo, es

necesario evaluar la representatividad del número de especies capturadas para poder decidir si el muestreo está completo o no (Díaz-Pulido y Payán, 2012).

2.5.1.2 Abundancia relativa

Para la medición de las abundancias relativas solo es necesaria la colocación de una trampa cámara por punto (a diferencia de la medición de densidades que son necesarias dos cámaras por punto). Debido a que no se puede diferenciar entre un individuo u otro de la misma especie, es necesario tomar en cuenta ciertas medidas como contar un solo individuo durante una hora, es decir, si aparecen más de la misma especie dentro de una hora en la que ya fue contado otro, estos no son tomados en cuenta para evitar sobreestimar la población. Es importante destacar que debe realizarse un análisis de curvas de acumulación de especies para conocer si el esfuerzo empleado es representativo para la investigación y que los datos adquiridos sean suficientes para un buen estudio (Díaz-Pulido y Payán, 2012).

2.5.1.3 Patrones de actividad

Los animales tienen diferentes periodos de actividad, buscan alimento, marcan territorio, se aparean, etc. y son periodos cíclicos que pueden variar desde horas hasta temporadas anuales. Los periodos en los que los individuos se mantienen activos en un ciclo de 24 horas se conocen como actividad circadiana; algunas especies son activas por la noche (nocturnas), otras durante el día (diurnas), otras al amanecer o atardecer (crepusculares) y otras especies mantienen periodos de actividad durante todo el día (Catemerales) (Van Shaik y Griffiths, 1996; Vaughan, 1988; Maffei, Cuellar y Noss, 2002; Gómez *et al.*, 2005; Smith y Smith, 2007).

Estudiar la actividad circadiana de los mamíferos es bastante difícil ya que la única forma de conocerla podría ser por medio de radiotelemetría, a pesar que la inversión para el equipo es alta; sin embargo, existen otras alternativas como el estudio de los patrones de actividad, en la cual se describe la hora, fecha, fase lunar o temporada en que la especie en estudio es observada. Toda esta información es mucho más fácil de conseguir con la

metodología de trampas cámara ya que en cada imagen se imprime lo mencionado anteriormente (Díaz-Pulido y Payán, 2012; Pérez-Irineo y Santos-Moreno, 2013; Portillo y Elvir, 2013; Rodríguez, 2015; Albanesi et. al, 2016).

Los periodos de actividad también pueden ser influenciados por la interacción entre especies con similares requerimientos ambientales; sin embargo estas actividades también se ven afectadas por los cambios estacionales a los que algunas especies tienen que adaptarse (Van Shaik y Griffiths, 1996; Vaughan, 1988; Gómez *et al.* 2005; Smith y Smith, 2007).

La luminosidad lunar tiene una incidencia en el comportamiento de algunos animales, ya que cuando se presenta la mayor luminosidad; es decir luna llena, muchos de los mamíferos tienden a disminuir su actividad, mientras que durante las noches más oscuras (luna nueva), existe un mayor dinamismo por parte de estas especies. (Muñoz, Betancur y Duque, 2002; Harmsen et al, 2010; Artavia, Moreno y Bustamante, 2011; Michalski y Norris, 2011; Prugh y Golden, 2014; Branco, 2015; Rodríguez, 2015; Albanesi et. al, 2016).

Todos los métodos de investigación con mamíferos, incluyendo trampas-cámara tienen ventajas y desventajas (Ancrenaz *et al.*, 2012; Chavez, 2013), que se describen a continuación (cuadro 1):

Cuadro 1. Ventajas y desventajas de la utilización de trampas-cámara.

Ventajas	Desventajas
Poco invasivas, el animal no es expuesto a estrés ya que no hay que capturarlo	Las cámaras pueden fallar y por lo general no se puede arreglar en campo
Al tener suficiente equipo, se puede muestrear en grandes áreas con pocas personas ya que solo es necesario revisar cada cierto tiempo	Costos relativamente altos que son necesarios para invertir en el equipo
Detección de animales crípticos	Alto riesgo de robo
Observación de la etología del animal en su ambiente natural	Algunos modelos no poseen captura de video

3 METODOLOGIA

3.1 Ubicación y descripción del área de estudio

El Parque Nacional Montecristo se encuentra dentro de la Reserva de Biosfera Trifinio Fraternidad que integra a Guatemala, Honduras y El Salvador (Figura 1). Se ubica en la región nor-occidental de El Salvador a 117 Km de San Salvador, en los municipios de Metapán, del Departamento de Santa Ana y Citalá del Departamento de Chalatenango, entre las coordenadas geográficas 14° 25' Latitud Norte y 89° 23' Longitud Oeste con elevaciones entre 760 a 2400 msnm (SalvaNATURA, 2008; UNESCO- MAB, 2010; Handal, 2011).

El Parque Nacional Montecristo fue declarado como tal en el año 1976, siendo la primera área natural protegida en El Salvador (Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, 2004). Fronteriza a la región Trifinio existen alrededor de 45 municipios con un área total de 7541 km, de los cuales el 15 % corresponde a El Salvador. Dentro del parque residen aproximadamente 570 personas, tres cuartas partes del cantón San José Ingenio y Majaditas declarados en el censo nacional de población en el año 2007 (Handal, 2011; Cartagena y Escobar, 2012).

3.1.1 Descripción Biofísica

3.1.1.1 Clima

La zona climática del ANP está determinada por la estación meteorológica Los Planes de Montecristo, donde la precipitación pluvial anual es de 2181 mm, siendo mayor que la evapotranspiración potencial (1316 mm anuales); en una porción, la precipitación horizontal contribuye con 644 mm anuales, sobre la anteriormente mencionada (MAG-PAES/CATIE 2003).

Enero y Diciembre registran las temperaturas más bajas, mientras que, los meses más calurosos son Marzo y Abril. Las precipitaciones por mes se diferencian claramente en una época seca de Noviembre a Abril y otra lluviosa de Mayo a Octubre. Durante Julio y Agosto disminuye la lluvia por 20 a 30 días (Buch y Jiménez, 2009).

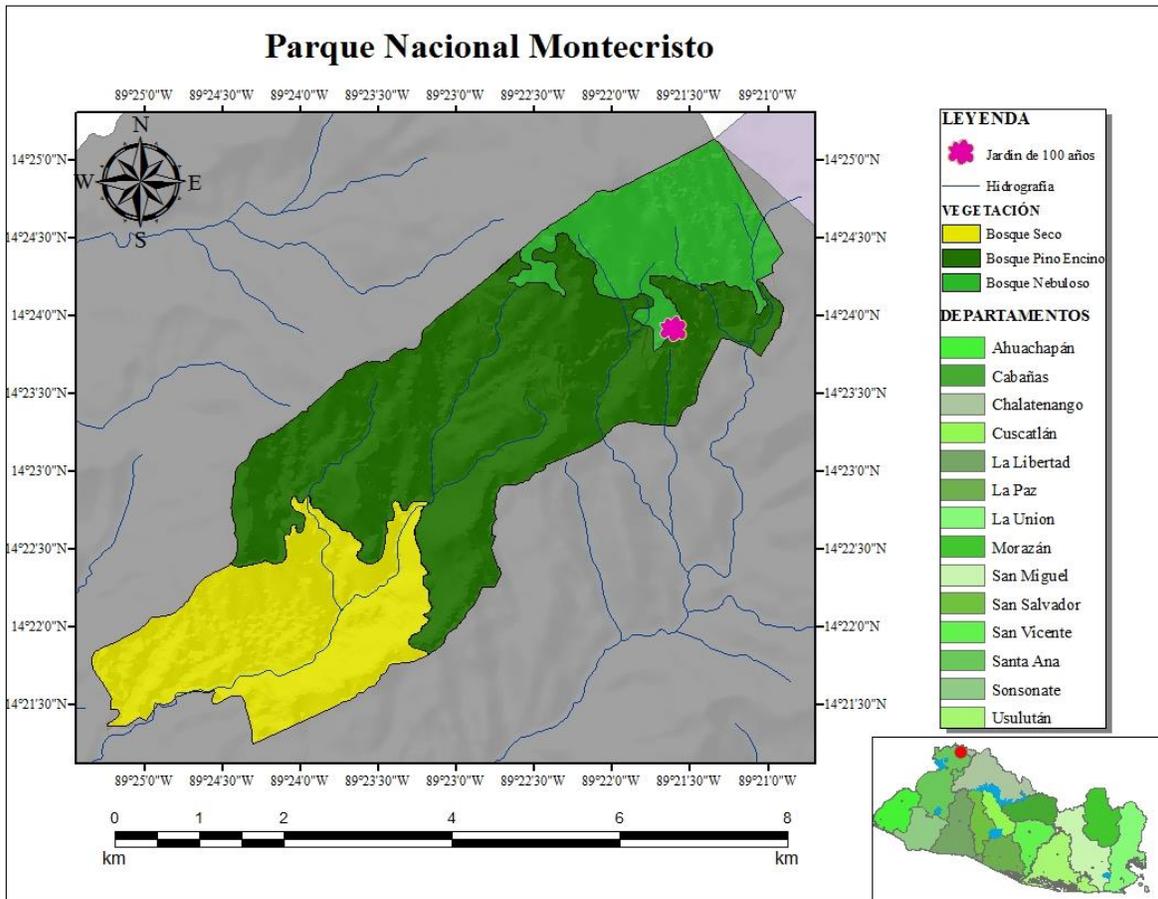


Figura 1. Mapa del Parque Nacional Montecristo y los tipos de bosque según Cardoza (2011). Elaborado por Elena Castillo.

3.1.1.2 Hidrología

La red hídrica superficial está conformada por tres grandes cuencas: la cuenca trinacional del Río Lempa, la cuenca binacional del Río Motagua y la cuenca nacional del Río Ulúa que a su vez, se dividen en diez sub cuencas: siete en la cuenca del Río Lempa, dos subcuencas que drenan hacia el Río Motagua y la subcuenca del Río Higuito que forma parte de la cuenca del Río Ulúa. Para Montecristo el río principal es el río San José que nace a la altura de 1873 msnm (GIZ-MFCED, 2011).

3.1.1.3 Topografía

El Parque Nacional Montecristo posee una alta diversidad topográfica y de ecosistemas en la que sobresalen tres formas de relieve: zonas de montañas (mayor a 1750 msnm), zonas de pie de montaña (entre 1251 y 1750 msnm) y zonas planas (menor a 750 msnm). Las zonas de montañas poseen suelos pocos profundos y afloramientos rocosos. Son de gran importancia para la red hídrica, ya que constituyen las partes altas de las principales cuencas. Los puntos más elevados en el Cerro Miramundo es de 2432 msnm (MAG-PAES/CATIE 2003; GIZ-MFCED, 2011).

3.1.1.4 Vegetación

Según la clasificación de Ecorregiones de Dinerstein (1995), existen tres ecorregiones a nivel nacional de la cual Montecristo forma parte: el Bosque de pino-roble (pino-encino) de Centroamérica, que se encuentra en estado crítico – en peligro, y conserva el 5.11% del total de este tipo de bosque en El Salvador, el Bosque Seco de Centroamérica en estado crítico - en peligro conservando el 4.86% de esta ecorregión en El Salvador; y el Bosque montano húmedo de Centroamérica que se encuentra en estado de conservación vulnerable; conservando el 12.04% de este ecosistema para El Salvador (UNESCO-MAB, 2010).

Cardoza (2011) realizó una clasificación para el Parque Nacional Montecristo de acuerdo a las características florísticas y por gradiente altitudinal, describiendo tres tipos de bosque:

Bosque seco: se extiende desde los 805-983 msnm, se encuentran especies como *Enterolobium cyclocarpum*, *Guazuma ulmifolia*, *Cordia alliodora*, *Gliricidia sepium* y *Pinus caribea*. Las especies dominantes de este tipo de bosque son *Apeiba tibourbou* (peine de mico) y *Enterolobium cyclocarpum* (Conacaste). Es un bosque con vegetación secundaria en recuperación. Es un área con alto impacto antropogénico por la extracción de madera e incendios forestales.

Bosque Mixto (Pino-Encino): va desde los 1059 a 2161 msnm, se caracteriza por la presencia de las especies *Cupressus lusitánica*, *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa*, *Quercus peduncularis*, *Quercus lancifolia*. Las especies de *Quercus* son las dominantes en el paisaje de este tipo de bosque (Figura 2).



Figura 2. Bosque Mixto (Pino-Encino) del Parque Nacional Montecristo. Foto: Elena Castillo

Bosque nublado (Nebuloso): comienza desde los 2040 hasta los 2368 msnm, predominantemente caracterizado por árboles como *Cinnamomun triplinerve*, *Quercus bumeloides*, *Quercus lancifolia*, *Drendropanax arboreus* y *Persea steyermarkii* (Figura 3).



Figura 3. Bosque Nublado (Nebuloso) del Parque Montecristo. Foto: Elena Castillo

La mayoría de las especies vegetales del Parque Nacional Montecristo se encuentran amenazadas (88 especies) a nivel global, regional y nacional, convirtiendo al parque en una zona de especial atención para la conservación. (Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, 2004).

3.1.1.5 Fauna

Existen alrededor de 260 especies de aves entre migratorias y residentes. Alrededor de 46 especies de anfibios y reptiles, de los cuales dos especies son restringidas al bosque nebuloso, *Bolitoglossa heiroreias* y *Abronia montecristoi* (Komar, 2002; BID-CTPT, 2005).

En cuanto a mamíferos se han descrito 74 mamíferos, la mayoría amenazados o en peligro de extinción; alrededor de 14 especies están restringidas en zonas arriba de 1500 msnm, que se caracterizan por bosques nubosos y Pino-Encino, siendo uno de los principales en albergar estas especies el Parque Nacional Montecristo, en el cual también se han descrito 26 especies amenazadas (Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, 2004). El bosque nebuloso de Montecristo posee las últimas poblaciones viables conocidas en el país de muyos, zorrillos de lomo blanco, tigrillo y cuche de monte de collar. Aún está por determinarse la viabilidad a largo plazo del puma, ocelote y tayra. Para estas últimas especies no existe suficiente información más que los reportes visuales de los guardaparques. (salvaNATURA, 1996). El jaguar parece haber desaparecido del área hace aproximadamente 40 años, pero aún hay recursos y leyendas de su presencia en el pasado.

3.2 Método de Muestreo

3.2.1 Fase de Campo

Para este estudio se utilizaron 14 trampas cámara, se colocaron 7 en el bosque Nebuloso y 7 en el de Pino-Encino por un periodo de 90 días, con un total de 630 noches trampa por cada tipo de bosque y un total general de 1260 noches trampa. Las visitas de muestreo se realizaron de julio a octubre de 2015, revisando las cámaras cada 15 días para cambios de baterías y mantenimiento (figura 4). Cabe destacar que el bosque seco no se tomó en cuenta debido a que el equipo no era suficiente para cubrir los tres tipos de bosque al mismo tiempo.



Figura 4. Colocación de trampas cámara en bosque Pino-Encino y Nebuloso. Foto: Diego Herrera

Se tomó en cuenta la clasificación modificada de Cardoza (2011) que hace una división de los tipos de bosque y por gradiente altitudinal (**Figura 5**):

De 1500 a 1900 msnm: Bosque Pino-Encino;

Se dejó una distancia de 200 msnm entre bosque Pino- Encino y Nebuloso para evitar solapamiento de cámaras en ambos bosques

De 2100 a 2368 msnm: Bosque Nebuloso.

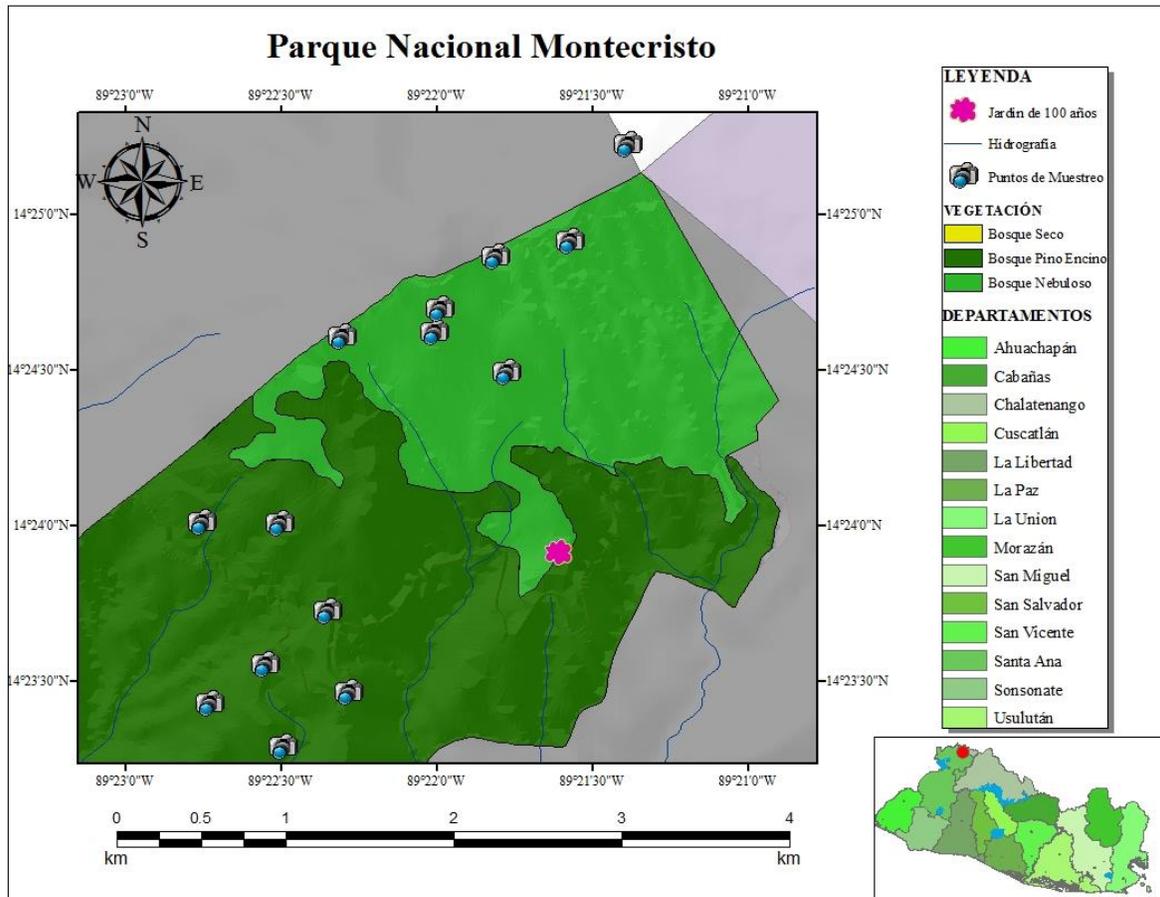


Figura 5. Puntos geográficos donde se colocaron las trampas cámara en bosque Nebuloso y Pino-Encino en Montecristo 2015. Mapa elaborado por Elena Castillo.

3.2.1.1 Colocación de Trampas-cámara

Se realizaron recorridos previos a la colocación de las cámaras para seleccionar puntos adecuados para la captura de mamíferos medianos y grandes; se tomaron en cuenta zonas con presencia de rastros como heces, letrinas, huellas o rascaderos y avistamientos previos por parte de los guarda recursos; cada punto de muestreo fue referenciado geográficamente con un GPS Garmin Dakota 10. Posteriormente se colocó una trampa cámara cada 500 metros, esta colocación varió debido a las características del lugar; la posición en que se colocaron fue de norte a sur en su mayoría y aproximadamente a medio metro del suelo en el tronco de un árbol, esto también varió por las características de la zona como el bosque nebuloso que su vegetación es muy cerrada y es más conveniente colocar las

trampas cámara más bajas. Cada punto cámara se reconoció como sitio trampa y se le asignó un código correlativo como por ejemplo: cámara 1, 2, 3... 14.

Se programaron las cámaras para tomar fecha, hora y fase lunar por cada captura de imagen, funcionando las 24 horas del día, con intervalos de activación de 5 segundos a 1 minuto entre cada fotografía luego de la detección de algún movimiento

Las consideraciones que se tomaron en cuenta para la utilización del método por trampas cámara fueron las propuestas por Silver (2004):

- 1) Mapas o información geográfica del área de muestreo;
- 2) Acceso al área de muestreo y medios para atravesar el área de muestreo suficientemente rápido para poder revisar las trampas-cámara antes de que dejen de funcionar (al acabar las baterías);
- 3) Tener una idea preliminar de los elementos topográficos de las zonas habitadas o sitios visitados por el animal estudiado, y sus rutas de desplazamiento;
- 4) Poseer el número suficiente de trampas-cámara para fotografiar (“capturar”) un número de individuos de la especie estudiada suficiente para generar una estimación estadística de abundancia.

Se utilizó cámaras trampa de las marca Moultrie M880 Mini Game Camera (n=1), Truthcam ultra HD (n=10) y Reconyx (n=3), con tecnología de “flash infrarrojo” lo que significa que al momento de tomar la fotografía, si se activa el flash este no es altamente visible para los animales o personas. Tiene un disparador de 1 de segundo lo que permite tener una toma adecuada en el momento justo, cuentan con una resolución de 4 megapíxeles y utilizan 8 baterías AA (Figura 6).

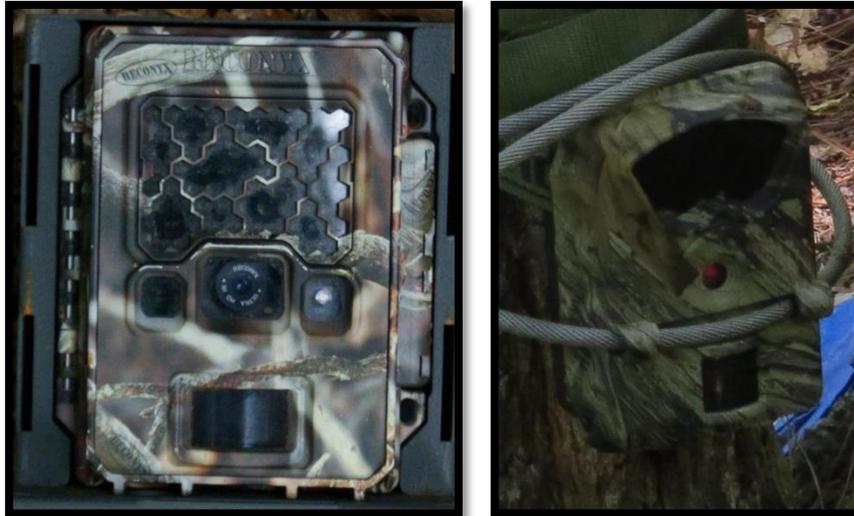


Figura 6. Trampas cámara marca Reconnyx y Truthcam ultra HD.

3.2.2 Procesamiento de datos

Se analizó cada imagen de los animales capturados con las cámaras trampa, identificando y contando las especies e individuos; las fotografías que no tuvieron especies se descartaron para los análisis.

Para diferenciar a un mamífero mediano de un grande se tomó en cuenta a Reid 2009 y Chavez *et al.* 2013, quienes describen como mamífero mediano aquel que tiene un peso entre 1.3 a 6.8 kg y mamífero grande aquel mayor a 6.9 kg. Para no sobreestimar o subestimar la población con el número de registro fotográfico se estableció un principio de exclusión entre las foto-capturas, tomando un tiempo de 1 hora entre foto para evitar contar el mismo animal, así mismo no se contó nuevamente animales que pasaron más de una hora frente a la cámara, también se tomó en cuenta algún rasgo distintivo como cicatrices en rostro o cuerpo y sexo.

Se realizó una matriz en el programa Microsoft Excel con los sitios trampa de las dos zonas (filas) representadas por código de acuerdo al sitio en el que fueron colocadas, como ejemplo: cámara 1 en bosque nebuloso (cbs1); en las columnas se escribieron las especies de mamíferos con nombre común y científico, también se anotó la fecha y hora de la fotografía. A cada especie se le asignó un código para mayor facilidad en el manejo de la tabla de datos

como por ejemplo *Agouti paca* código: *Agpa*, uniendo las dos primeras letras del género y especie (Ejemplo de tabla en Anexo 2) (Portillo y Elvir, 2013).

Los datos a tomar en cuenta fueron: Fecha y hora, para conocer la abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos; fase lunar, para evaluar la actividad de los mamíferos en los cambios lunares (Ejemplo de tabla en Anexo 3, 4 y 5). Finalmente se realizó una matriz principal que incluyó los sitios, especies y variables, los sitios trampa de las dos zonas fueron colocadas en las filas, en las columnas las especies y variables antes mencionadas.

3.2.2.1 Éxito de captura

Se obtuvo dividiendo el número total de capturas entre el esfuerzo de colecta “fotografías”. (Pérez-Irineo y Santos-Moreno, 2013; Srbeck-Araujo y Chiarello, 2013).

Esfuerzo de colecta = # trampas colocadas * Total de días activas

Éxito de captura = (# total de registros / esfuerzo de colecta) * 100

3.2.3 Análisis de datos

Para la identificación de los mamíferos medianos y grandes se utilizó la guía de identificación “Mammals of Central America y Southeast Mexico” de Reid (2009). Para conocer la composición de los mamíferos, las especies se agruparon en diferentes gremios tróficos de acuerdo a la categoría alimentaria más frecuentemente consumida según Pérez-Irineo y Santos Moreno (2013). Se consideraron aspectos generales, debido a que las especies tienden a alimentarse de acuerdo a la disponibilidad y en algunos casos se desconoce la preferencia en la dieta (Pérez-Irineo y Santos-Moreno, 2013).

Para los patrones de actividad en la época lluviosa de Julio a Octubre de 2015 se tomaron en cuenta solo aquellas especies que tuvieran al menos 10 fotografías independientes; se dividieron las 24 horas del día en tres etapas agrupando a los mamíferos en: Diurnos (de 7:00 a 18:00 horas); Nocturnos (de 20:00 a 4:00 horas); crepusculares

(matutino entre 4:00 y 7:00 horas y vespertino entre 18:00 y 20:00 horas). Las especies que presentaron actividad a diferentes horas del día fueron clasificadas como catemerales (Lira-Torres y Briones-Salas, 2012; Cortés-Marcial y Briones-Salas, 2014)(Anexo 5).

Para la descripción de los patrones de actividad ante los cambios de las fases lunares sobre los mamíferos medianos y grandes, se tomaron en cuenta las 8 fases de la luna: luna nueva (1), luna nueva visible (2), cuarta creciente (3), luna gibosa creciente (4), luna llena (5), luna gibosa menguante (6), cuarto menguante (7) y luna menguante (8) (Kriner, 2003; Artavia et, al. 2011; Portillo y Elvir, 2015). Estas variables se colocaron en las columnas y en las fila las especies de mamíferos tomados por presencia ausencia (ejemplo de tabla en anexo 3 y 4).

3.2.3.1 Curva de acumulación de especies

Una *curva de acumulación de especies* es la gráfica del número de especies observadas como función de alguna medida del esfuerzo de muestreo requerido para observarlas (Colwell, Mao y Chang, 2004). Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de manera que la riqueza aumentará hasta un momento en el cuál por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota (Escalante, 2003)

Se utilizaron los estimadores no paramétricos Chao 1 y 2, Jackknife de primer y segundo orden, puesto que no asumen ningún tipo de distribución para los datos ni una serie de supuestos que lo ajusten a un modelo determinado (Longino y Colwell, 1997; Escalante, 2003; Moreno, 2001).

Estos estimadores se basan en la incidencia: ocupan datos de presencia-ausencia de una especie en una muestra dada e indican cuántas veces está esa especie en el conjunto de muestras (Moreno, 2001).

Para eliminar la influencia del orden, la muestra fue aleatorizada 100 veces con reemplazamiento, utilizando el programa EstimateS 9.1.0 (Colwell, 2013). Este

procedimiento suaviza la curva de acumulación de especies al repetir el reordenamiento de las muestras (Longino y Colwell, 1997).

3.2.3.2 Curva rango-abundancia

Se realizaron diagramas de rango-abundancia con logaritmo base 10, este diagrama se construye a partir de las abundancias relativas de los mamíferos en cada tipo de bosque y muestra la dominancia y equidad (Feinsinger, 2003).

Las curvas han sido sugeridas como una forma alternativa de comparar las comunidades en diferentes hábitats (Feinsinger 2003).

$$P_i = n_i/N$$

Dónde:

P_i : Abundancia proporcional de la especie i

n_i : número de individuos de la especie i

N : Número total de individuos en la muestra

Luego, se calcula el logaritmo en base 10 de cada valor de p_i , ya que hay valores demasiado altos o muy bajos, al realizar este cálculo permite que los valores se aprecien mejor sin ser modificados. Puesto que los valores de p_i son todos ≤ 1.0 , los valores de $\log_{10}p_i \leq 0.0$. En la representación gráfica, se tiene entonces el eje x como “el orden de las especies de la más a la menos abundante” (del mayor al menor valor de p_i o $\log_{10}p_i$), la coordenada (eje y) es “ $\log_{10}p_i$ ”; con los gráficos de abundancias relativas se puede comparar entre muestras todos los aspectos biológicamente importantes de la diversidad de especies (Feinsinger 2003).

Estas curvas constituyen una importante herramienta para visualizar aspectos del ensamblaje como riqueza de especies, dominancia, equitatividad, número de especies raras y abundancia relativa de cada especie (Feinsinger 2003).

Una especie *dominante* es aquella o aquellas que predominan en abundancia dentro de una comunidad. Las especies *equitativas* son aquellas que poseen similar abundancia dentro de una comunidad

Prueba de Normalidad y Modelo Lineal Generalizado

Se realizó una prueba de Shapiro-Wilk para verificar la normalidad de las muestras, con el programa JMP 7. Se decidió aplicar la prueba de Modelo Lineal Generalizado para datos que no siguen una distribución normal, se utilizó la distribución de poisson con escala logarítmica para muestras grandes y probabilidad de ocurrencia de evento pequeña. Esta distribución se interpreta como un número esperado de ocurrencias en un intervalo de tiempo, área o espacio especificado. Este modelo es utilizado para conteos de eventos que ocurren independiente y aleatoriamente en el tiempo con una tasa de ocurrencia constante (López-González y Ruiz- Soler, 2011).

3.2.3.3 Análisis SIMPER (Similarity Percentage)

El porcentaje de similitud (SIMPER) es un método sencillo para evaluar las especies que son los principales responsables en una diferencia observada entre grupos de muestras, el cual es utilizado con la medida de similitud de Bray- Curtis (multiplicado por 100). Este análisis muestra el porcentaje de contribución de cada especie de acuerdo a sus abundancias y es analizado en el programa PAST (Paleothological Statistics) versión 2.1 (Clarke, 1993).

4 RESULTADOS

4.1 Diversidad de mamíferos medianos y grandes

Se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 1260 días-trampa, con un éxito de captura de 53.7%. Se registró un total de 676 individuos de mamíferos terrestres medianos y grandes pertenecientes a 5 ordenes, 9 familias, 11 géneros y 12 especies (Cuadro 2). De estas especies una se considera en categoría de amenazadas (*C.paca*) y dos en crítico peligro de extinción (*L. wiedii* y *P.tajacu*).

Cuadro 2. Listado de las especies de mamíferos medianos y grandes identificados en dos tipos de bosque Pino-Encino (PE) y Nebuloso (N) en el Parque Nacional Montecristo (Julio- Octubre 2015). Fotografías en anexo 6.

Orden	Familia	Genero	Especie	Código	N° de individuos		Total
					PE	N	
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis</i>	<i>marsupialis</i>	<i>Dima</i>	12	4	16
			<i>virginiana</i>	<i>Divi</i>	17	5	22
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyopus</i>	<i>novemcinctus</i>	<i>Dano</i>	47	69	116
Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta</i>	<i>punctata</i>	<i>Dapu</i>	67	100	167
	Cuniculidae	<i>Cuniculus</i>	<i>paca</i>	<i>Cupa</i>	3	21	24
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon</i>	<i>cinereoargenteus</i>	<i>Urci</i>	2	-	2
		<i>Procyon</i>	<i>lotor</i>	<i>Prlo</i>	-	1	1
	Procyonidae	<i>Nasua</i>	<i>narica</i>	<i>Nana</i>	56	8	64
		<i>Leopardus</i>	<i>wiedii</i>	<i>Lewi</i>	4	4	8
	Felidae	<i>Puma</i>	<i>yagouaroundi</i>	<i>Puya</i>	-	1	1
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Pecari</i>	<i>tajacu</i>	<i>Peta</i>	57	4	61
	Cervidae	<i>Odocoileus</i>	<i>virginianus</i>	<i>Odvi</i>	149	45	194
Total					414	262	676

4.2 Curva de acumulación de especies

De acuerdo a la curva de acumulación de especies (Gráfico 1), no se logró estabilizar la asíntota para el bosque Nebuloso; a diferencia de Pino-Encino que denota una estabilidad; sin embargo, para la acumulación total de especies en ambos bosques se muestra que aún hace falta esfuerzo de muestreo ya que la riqueza de especies fue de 12 y según los modelos de índices de diversidad sugieren se puede llegar a reconocer hasta un máximo de 15 especies (Tabla 1).

Tabla 1. Especies observadas y esperadas por cada tipo de bosque y total.

Sitio	Especies observadas	Especies Esperadas			
		Chao 1 mean	Chao 2 mean	Jack 1 mean	Jack 2 mean
Bosque Pino-Encino	11	12	12	13	14
Bosque Nebuloso	10	10	10	10	9
Total	12	14	14	14	15

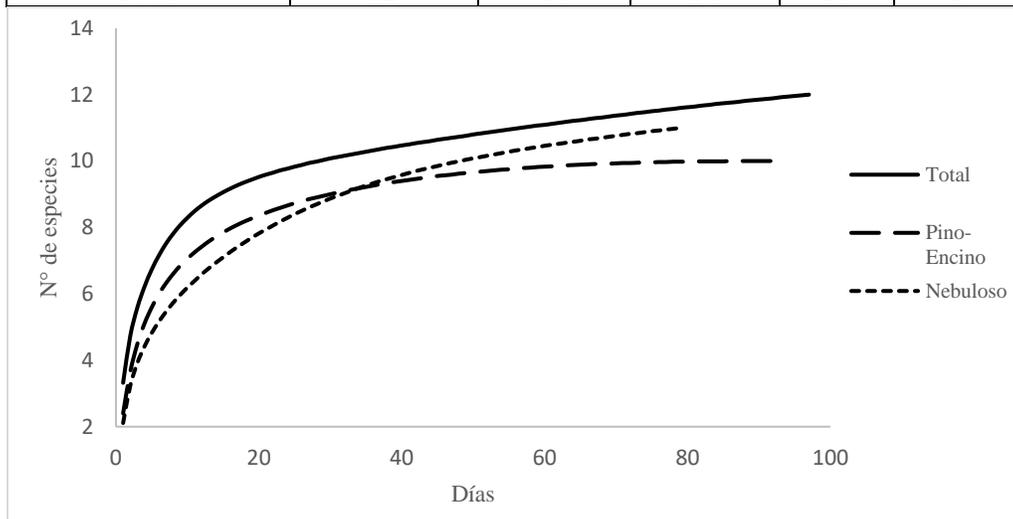


Gráfico 1. Curva de acumulación de especies para los bosque Pino-Encino, Nebuloso y ambos.

COMPOSICIÓN

4.3 Curva rango-abundancia

En cuanto a las curvas rango-abundancia para los bosques Pino-Encino y Nebuloso (Cuadro 3 y Gráfico 2), las especies más abundantes y por tanto dominantes fueron *O.virginianus* para el bosque Pino-Encino y *D.punctata* para el bosque Nebuloso. En el bosque Nebuloso se encontraron 5 especies equitativas con una abundancia de 4 a 5 individuos, mientras que en el bosque Pino-Encino se encontraron 4 especies equitativas entre 47 a 67 individuos. Finalmente las especies con una baja abundancia de individuos fueron dos en cada bosque.

Cuadro 3. Abundancia de especies de mamíferos medianos y grandes por tipo de bosque, ordenados por especies dominantes a más raras durante los meses de Julio a Noviembre 2015.

<i>Código</i>	<i>Especies</i>	<i>BN</i> (<i>N° de individuos</i>)	<i>Código</i>	<i>Especies</i>	<i>BPE</i> (<i>N° de individuos</i>)
<i>Dapu</i>	<i>Dasyprocta punctata</i>	100	<i>Odvi</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	149
<i>Dano</i>	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	69	<i>Dapu</i>	<i>Dasyprocta punctata</i>	67
<i>Odvi</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	45	<i>Peta</i>	<i>Pecari tajacu</i>	57
<i>Cupa</i>	<i>Cuniculus paca</i>	21	<i>Nana</i>	<i>Nasua narica</i>	56
<i>Nana</i>	<i>Nasua narica</i>	8	<i>Dano</i>	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	47
<i>Divi</i>	<i>Didelphis virginiana</i>	5	<i>Divi</i>	<i>Didelphis virginiana</i>	17
<i>Dima</i>	<i>Didelphis marsupialis</i>	4	<i>Dima</i>	<i>Didelphis marsupialis</i>	12
<i>Lewi</i>	<i>Leopardus wiedii</i>	4	<i>Lewi</i>	<i>Leopardus wiedii</i>	4
<i>Peta</i>	<i>Pecari tajacu</i>	4	<i>Cupa</i>	<i>Cuniculus paca</i>	3
<i>Prlo</i>	<i>Procyon lotor</i>	1	<i>Urci</i>	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	2
<i>Puya</i>	<i>Puma yagouaroundi</i>	1	<i>Prlo</i>	<i>Procyon lotor</i>	0
<i>Urci</i>	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	0	<i>Puya</i>	<i>Puma yagouaroundi</i>	0
Total		262			414

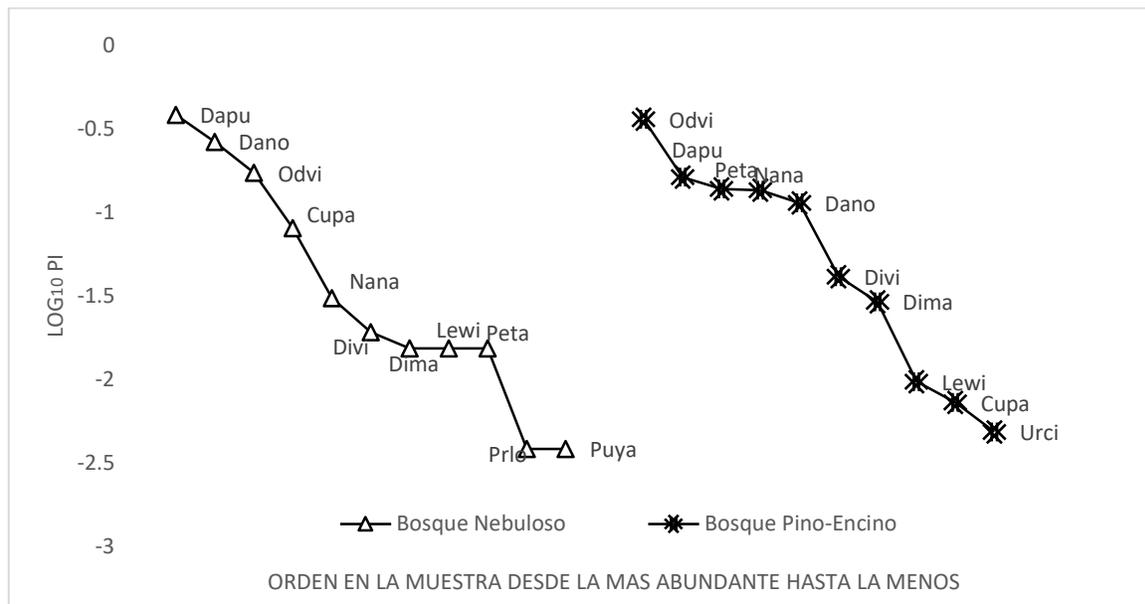


Gráfico 2. Curvas rango-abundancia de las especies de mamíferos medianos y grandes en los bosques Pino-Encino y Nebuloso (2015). Código: *D.punctata* (*Dapu*), *D.novemcinctus* (*Dano*), *O.virginianus* (*Odvi*), *C.paca* (*Cupa*), *N.narica* (*Nana*), *D.virginiana*, *D. marsupialis* (*Dima*), *L. wiedii* (*Lewi*), *P. tajacu* (*Peta*), *P. lotor* (*prlo*), *P. yagouaraoundi* (*puya*) y *U. cinereoargenteus* (*Urci*).

Al ver las curvas rango-abundancia de los 14 sitios trampa por cada tipo de bosque es posible observar las especies dominantes en cada punto (Gráfico 3), en el caso del bosque Pino-Encino *O.virginianus* fue el más dominante en seis de los siete sitios trampa. En Bosque

Nebuloso *D.punctata* fue la especie dominante en tres de los 7 sitios; *D.novemcinctus* fue más dominante en el sitio 13 y *O.virginianus* solo fue dominante en el sitio 8 aun así con pocos individuos. Como especies menos abundantes en cada punto se encontraron los carnívoros con uno a tres individuos en cada punto trampa.

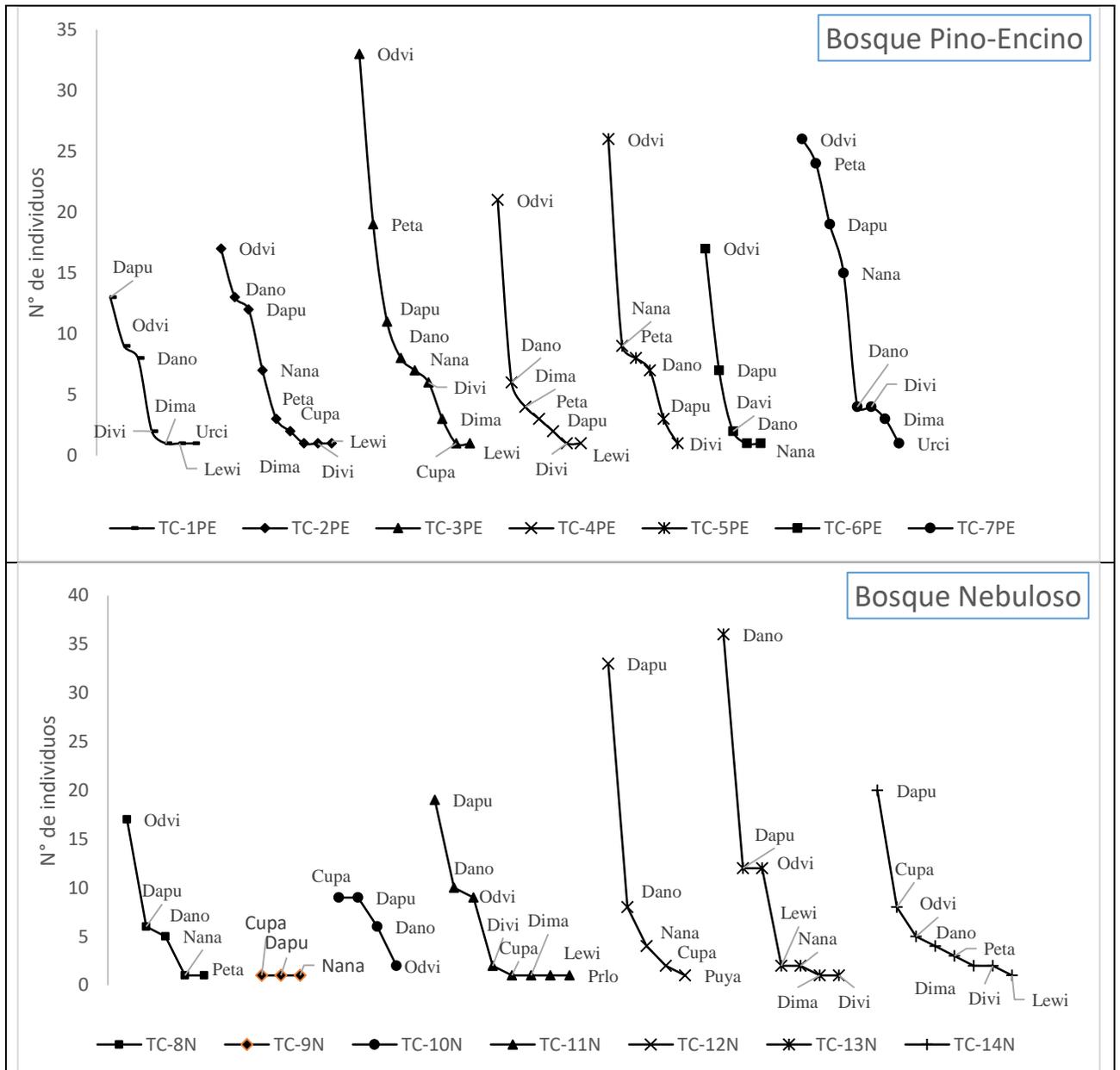


Gráfico 3. Curvas rango-abundancia para los 14 sitios trampa del bosque Pino-Encino y Nebuloso (2015). Código: *D.punctata* (Dapu), *D.novemcinctus* (Dano), *O.virginianus* (Odvi), *C.paca* (Cupa), *N.narica* (Nana), *D.virginiana*, *D. marsupialis* (Dima), *L. wiedii* (Lewi), *P. tajacu* (Peta), *P. litor* (prlo), *P. yagouaraoundi* (puya) y *U. cinereoargenteus* (Urci).

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk dio como resultado $W, P=0.000$, lo que indicó que la distribución de los datos para ambos bosques no tienen una tendencia normal, por lo que se utilizó una prueba no paramétrica de Modelo Lineal Generalizado (MLG) que sirve para conteos, el cual dio como resultado $MLG= Chi^2=34.47496; P=0.0001$ lo que indica que existe una diferencia significativa para ambos tipos de bosque.

Composición de Mamíferos por gremios tróficos

En la composición de mamíferos medianos y grandes de acuerdo a su gremio trófico (Tabla 2 y Gráfico 4), los mamíferos herbívoros mostraron el mayor porcentaje para ambos bosques, siendo las especies *O. virginianus* y *D. punctata* las más abundantes; las especies omnívoras representaron el 33 % para el bosque Nebuloso y 32% Pino-Encino, *D. novemcinctus* fue la más abundante para ambos bosques y los carnívoros solo con el 1 % con *L. wiedii* como la especie más abundante y un individuo de *P. yagouaroundi*.

Tabla 2. Composición de los mamíferos medianos y grandes por gremio trófico en cada tipo de bosque.

Gremio Trófico	Especie	Nebuloso		Pino-Encino	
		Abundancia	Gremio Trófico (%)	Abundancia	Gremio Trófico (%)
Carnívoro	<i>L. wiedii</i>	4	2	4	1
	<i>P. yagouaroundi</i>	1		0	
Herbívoro	<i>C. paca</i>	21	65	3	67
	<i>D. punctata</i>	100		67	
	<i>O. virginianus</i>	45		149	
	<i>P. tajacu</i>	4		57	
Omnívoro	<i>D. novemcinctus</i>	69	33	47	32
	<i>D. marsupialis</i>	4		12	
	<i>D. virginiana</i>	5		17	
	<i>N. narica</i>	8		56	
	<i>P. lotor</i>	1		0	
	<i>U. cinereoargenteus</i>	0		2	
Total general		262		414	

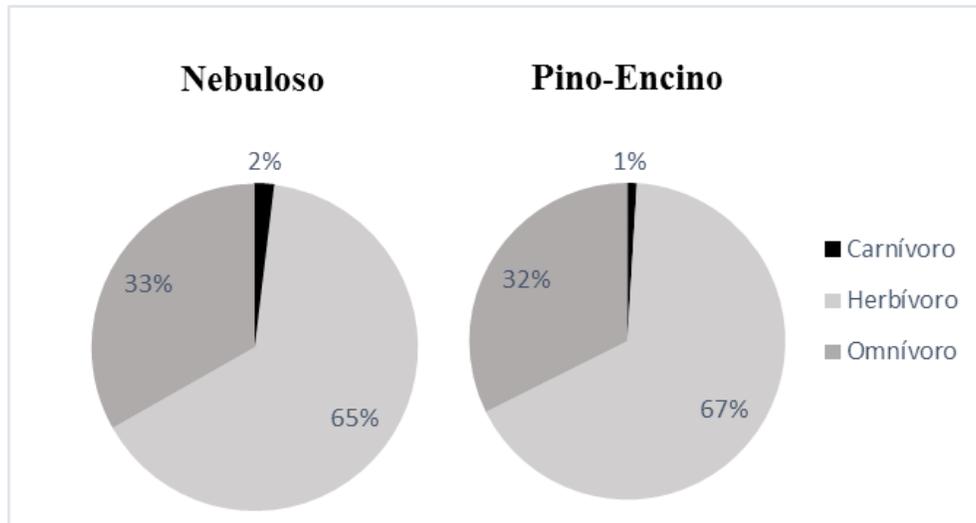


Gráfico 4. Composición de los mamíferos medianos y grandes de acuerdo a sus gremios tróficos en los bosques Nebuloso y Pino-Encino en el Parque Nacional Montecristo, 2015.

4.4 Análisis SIMPER (porcentaje de similitud)

El análisis SIMPER se utilizó para analizar el porcentaje de contribución por abundancia de cada una de las especies. En la tabla 3 se muestra a *O. virginianus* con mayor porcentaje de contribución; sin embargo, la mayor abundancia fue obtenida en el bosque Pino-Encino; *D. punctata* fue el segundo en porcentaje de contribución, pero en este caso fue más abundante en el bosque Nebuloso. Las especies conspicuas pertenecen a los carnívoros, los cuales presentaron una baja abundancia, entre los que menos porcentaje de contribución obtuvieron fueron *L. wiedii*, *U. cinnereoargenteus*, *P. lotor* y *P. yagouaroundi*. Este análisis mostro una disimilitud de 58.71 para ambos bosques.

Tabla 3. Análisis SIMPER de las especies de mamíferos medianos y grandes de los bosque Pino-Encino (PE) y Nebuloso (N) del Parque Nacional Montecristo 2015.

<i>Especie</i>	<i>Porcentaje de contribución (%)</i>	<i>Porcentaje acumulativo (%)</i>	<i>Abundancia Pino-Encino</i>	<i>Abundancia Nebuloso</i>
<i>Odocoileus virginianus</i>	29.56	29.56	21.3	6.43
<i>Dasyprocta punctata</i>	18.15	47.71	9.57	14.3
<i>Dasypus novemcinctus</i>	13.15	60.86	6.71	9.86
<i>Nasua narica</i>	12.84	73.7	8	1.14
<i>Pecari tajacu</i>	11.98	85.68	8.14	0.571
<i>Cuniculus paca</i>	5.726	91.41	0.429	3
<i>Didelphis virginiana</i>	3.488	94.9	2.43	0.714
<i>Didelphis marsupialis</i>	2.931	97.83	1.71	0.571
<i>Leopardu wiedii</i>	1.215	99.04	0.571	0.571
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	0.4727	99.51	0.286	0
<i>Procyon lotor</i>	0.2477	99.76	0	0.143
<i>Puma yagouaroundi</i>	0.2376	100	0	0.143

4.5 Patrones de actividad

De 12 especies registradas, únicamente de ocho se obtuvieron más de diez fotografías independientes, un requisito necesario para poder observar algún patrón de actividad (Tabla 4 y Gráfico 5). En la figura 8 se puede observar que *D.punctata* y *N.narica* son predominantemente diurnos, mientras que *D.marsupialis*, *D.virginiana*, *C.paca* y *D.novemcinctus* son nocturnos comenzando su actividad a las horas crepusculares nocturnas y terminando a las horas crepusculares diurnas, *O.virginianus* mantiene una actividad constante tanto en las horas nocturnas como diurnas, al igual que *P.tajacu* estuvo activo a diferentes horas del día a excepción de las 11:00 hasta las 16:00 horas que no se obtuvo ningún registro.

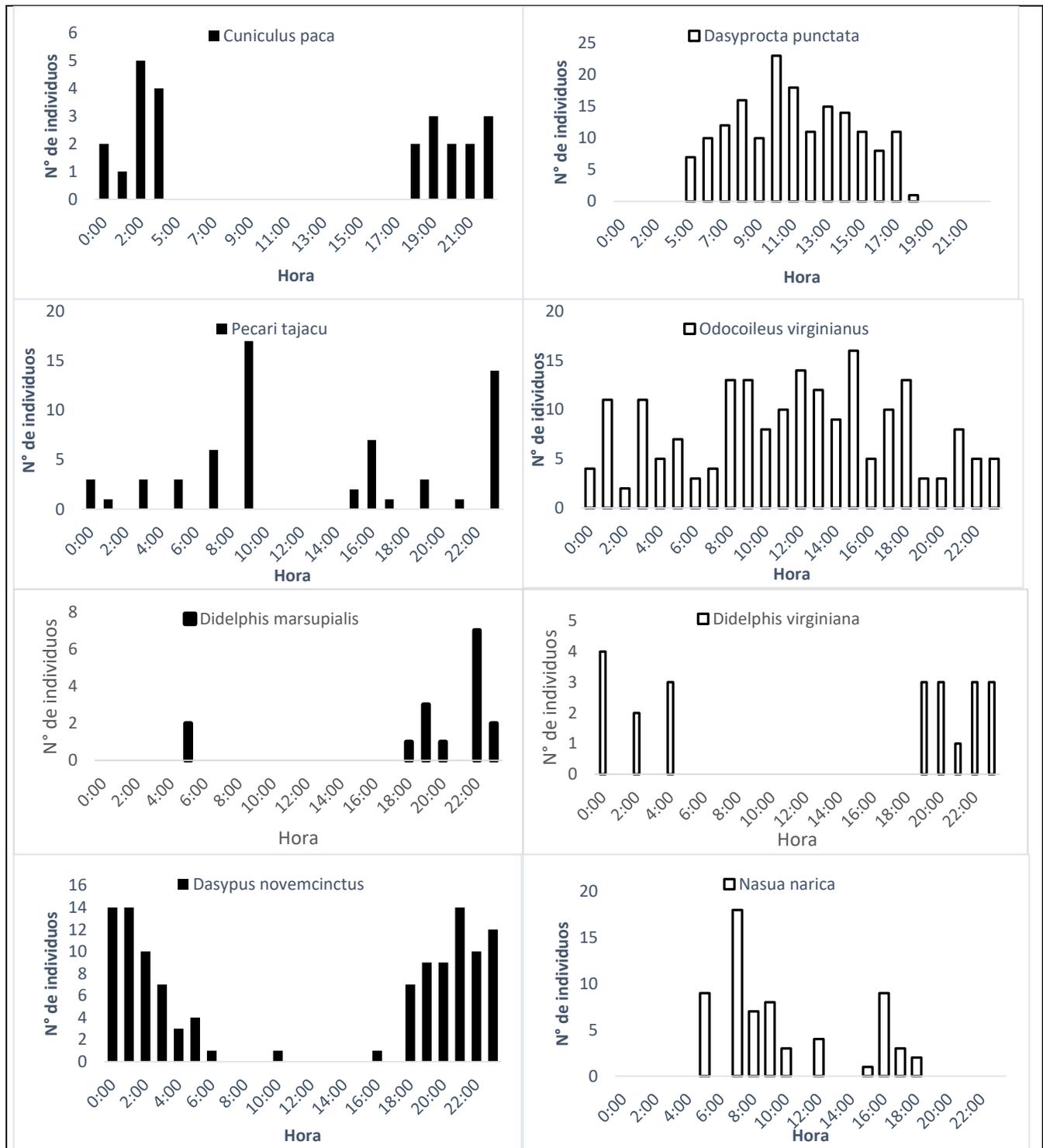


Gráfico 5. Patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes del PN Montecristo (2015).

Tabla 4. Clasificación de los de mamíferos medianos y grandes de acuerdo a los patrones de actividad en el Parque Nacional Montecristo de Julio a Noviembre 2015.

Especie	Diurno	Nocturno	Crepuscular		Total general
			Diurno	Nocturno	
<i>Cuniculus paca</i>	-	19	-	5	24
<i>Dasyprocta punctata</i>	149	-	17	1	167
<i>Dasytus novemcinctus</i>	2	93	5	16	116
<i>Didelphis marsupialis</i>	-	10	2	4	16
<i>Didelphis virginiana</i>	-	19	-	3	22
<i>Nasua narica</i>	53	-	9	2	64
<i>Odocoileus virginianus</i>	114	54	10	16	194
<i>Pecari tajacu</i>	33	22	3	3	61
Total general	351	217	46	50	664

4.5.1 Patrones de actividad ante los cambios lunares

Para los patrones de actividad ante los cambios lunares se tomaron en cuenta seis especies tanto las nocturnas como las catemerales, para el caso de estas últimas se tomó en cuenta únicamente los patrones de actividad nocturnos. Se encontró una diferencia en la actividad de los mamíferos ante las fases lunares (Tabla 5 y Gráfico 6). *D.novemcinctus*, *O.virginianus*, *C.paca* presentaron una tendencia con forme iba cambiando la luminosidad lunar; en las fases más oscuras 1,2 y 8 hubo un mayor pico de actividad siendo luna nueva (1) el pico máximo. Para las fases 3, 4, 6 y 7 hubo poca actividad, siendo la fase de luna llena (5) en la que menos individuos se registraron.

D. virginiana también fue similar; sin embargo, en la fase 4 no hubo registro de individuos. *D.marsupialis* presentó un pico máximo en la fase de luna menguante (8), seguido de la luna nueva (1). Finalmente *P.tajacu* parece no tener alguna tendencia ante los cambios lunares puesto que se registró el mayor pico de actividad durante la luna gibosa creciente (4), manteniendo poca actividad en las fases 5,6 y 7; no se obtuvo ningún registro durante las fases 1, 2, 3 y 8 de esta especie.

Tabla 5. Actividad de los mamíferos medianos y grandes ante las diferentes fases lunares.

Especie	Fase Lunar							
	Luna Nueva (1)	Nueva visible (2)	Cuarta creciente (3)	Gibosa creciente (4)	Luna Llena (5)	Gibosa menguante (6)	Cuarto menguante (7)	Luna Menguante (8)
<i>Cupa</i>	10	6	1	2	1	1	2	2
<i>Dano</i>	30	17	12	10	6	13	11	14
<i>Dima</i>	5	1	0	3	1	2	0	6
<i>Divi</i>	6	3	3	0	1	1	5	4
<i>Odvi</i>	17	13	9	7	6	7	9	14
<i>Peta</i>	0	0	0	16	3	3	6	0

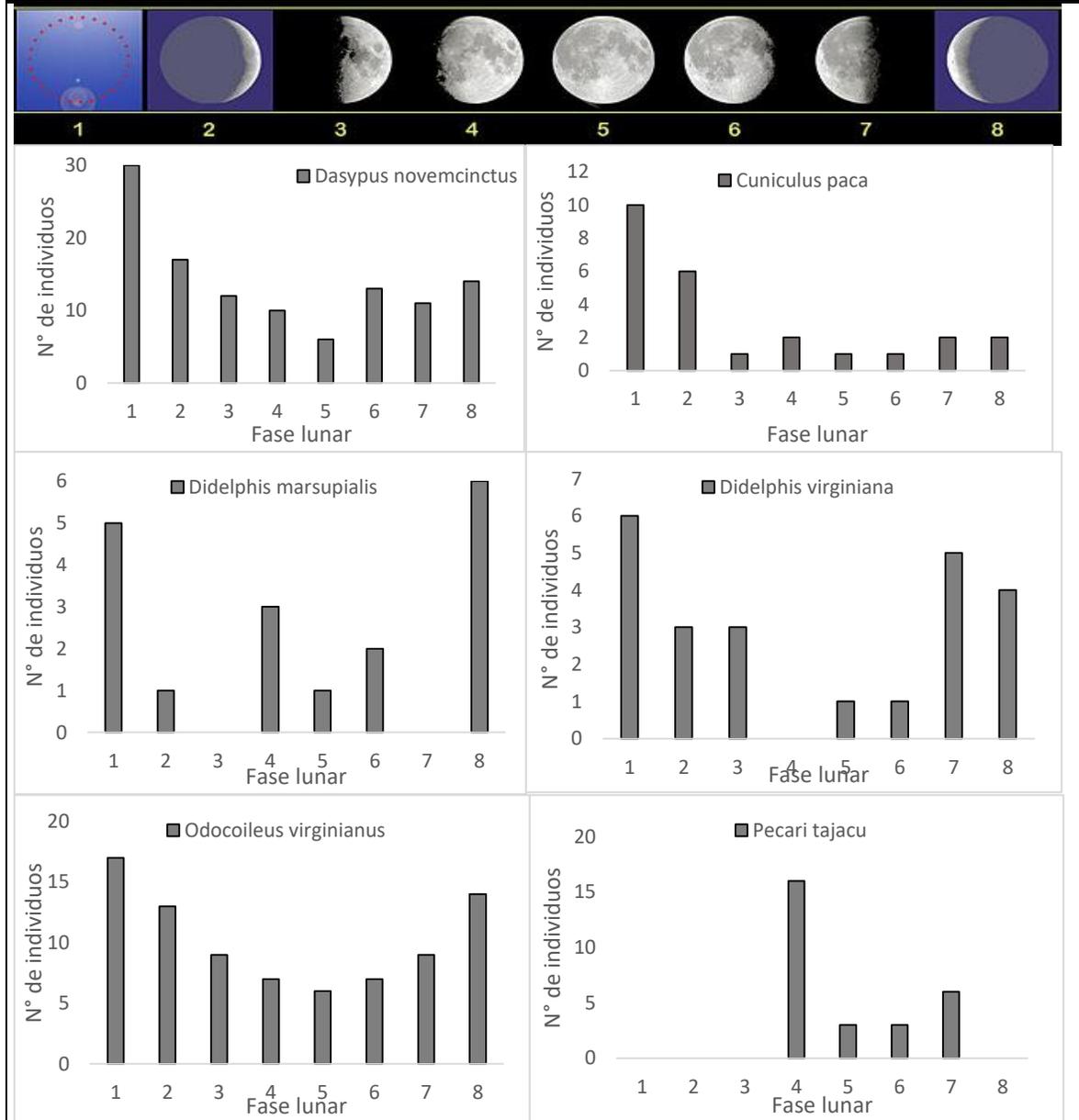


Gráfico 6. Patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes en las diferentes fases lunares (2015). Arriba se muestran las ocho fases lunares: luna nueva (1), luna nueva visible (2), cuarto creciente (3), luna gibosa creciente (4), luna llena (5), luna gibosa menguante (6), cuarto menguante (7) y luna menguante (8).

REGISTRO DE OTRAS ESPECIES

Durante el estudio se logró identificar otras especies por avistamiento directo, al momento de revisar las trampas cámara y otros recorridos nocturnos casuales (Cuadro 4). Ya que no se siguió un muestreo estandarizado como la de transectos en un recorrido, estas especies no fueron tomadas en cuenta para los análisis y por tanto solo se presenta un listado de la presencia de dichas especies. También se incluyen especies capturadas por las trampas cámara que no cumplían con los requisitos estipulados sobre un mamífero grande o mediano.

Cuadro 4. Listado de especies no tomadas en cuenta para los anteriores análisis (TC= Trampa cámara; PE= bosque Pino-Encino; N= bosque Nebuloso).

Orden	Familia	Genero	Especie	Avistamiento		Tipo de Bosque	
				TC	Directo	PE	N
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus</i>	<i>variegatoides</i>	X	X	X	X
			<i>deppei</i>	X	X		X
	Erethizontidae	<i>Sphiggurus</i>	<i>Mexicanus</i>		X		X
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus</i>	<i>Floridanus</i>		X		X
	Mephitidae	<i>Spilogale</i>	<i>angustifrons</i>	X		X	
	Felidae	<i>Puma</i>	<i>yagouaroundi</i>		X		X
Carnivora	Procyonidae	<i>Potos</i>	<i>Flavus</i>		X	X	
		<i>Bassariscus</i>	<i>Sumichrasti</i>		X		X
	Mustelidae	<i>Mustela</i>	<i>Frenata</i>		X		X
	Canidae	<i>Canis</i>	<i>lupus familiaris</i>	X	X	X	X

5 DISCUSIÓN

En el presente estudio se registraron 12 especies de mamíferos medianos y grandes terrestres, al comparar con otros estudios realizados en el Parque Nacional Montecristo se observó que Handal (2011) y Latín (2011) obtuvieron similar diversidad a pesar que las especies registradas son diferentes. Los trabajos con un método de muestreo de observación directa y búsqueda de rastros (Handal, 2011; Latín 2011; Paz *et al.*, 2013) tuvieron un mayor éxito en el registro de especies catalogadas como raras por sus bajas abundancias como *Mephitis macroura* *Mazama temama*, *Leopardus pardalis* y *Puma concolor*; a diferencia del presente estudio en el cual se utilizaron solamente trampas cámara no se logró observar dichas especies, lo cual concuerda con Paz *et al.* (2013) y López (2014) quienes también utilizaron este método; sin embargo, se obtuvo un mayor número de individuos en poco tiempo de muestreo, puesto que las trampas cámara permanecen 24 horas encendidas por un largo periodo de tiempo haciendo más óptimo el muestreo (Ceballo, 2013; Chávez *et al.*, 2013).

La curva de acumulación de especies demostró que no se logró la asíntota, indicando que aun hacen falta especies que incorporar al estudio, esto se comprueba con los trabajos realizados anteriormente (Handal, 2011; Latín, 2011; Paz *et al.*, 2013) donde describen tres especies más que en este documento, los cuales son: *Mazama temama* , *Puma concolor* y *Leopardus pardalis*. Además, según el listado de compilación de especies que realizaron Herrera y Díaz (2005) hay otras cuatro posibles especies que habitan en el parque las cuales son: *Conepatus leuconotus*, *Mephitis macroura*, *Galictis vittata* y *Eira barbara*; Siendo en total siete especies no documentadas; Sin embargo, tomando en cuenta la ecología de dichas especies que usualmente tienen una baja densidad poblacional (Reid,2009) por lo que para poder tener éxito en su captura, es necesario un estudio a largo plazo como el trabajo realizado por Pérez-Irineo y Santos-Moreno (2013) quienes monitorearon por aproximadamente dos años a especies del Orden Carnivora, logrando alcanzar el 83% de efectividad de inventario hasta los 6,800 días trampa; en comparación con este estudio es cinco veces más esfuerzo de muestreo para lograr capturar especies crípticas.

Las curvas de rango-abundancia mostraron que *O.virginianus* y *D.punctata* fueron dominantes en el bosque Pino-Encino y Nebuloso respectivamente; esto concuerda con Reyes y Salinas (1997) quienes obtuvieron una mayor densidad poblacional de *O. virginianus* en la zona media que pertenece al bosque de pino-Encino.

Se logró observar cuatro especies equitativas en cada tipo de bosque, lo que marcó la diferencia fueron sus abundancias, para Pino-Encino las especies eran herbívoras en su mayoría y con una alta abundancia, en comparación con el bosque Nebuloso que se observaron especies omnívoras y carnívoras con una abundancia baja, cabe mencionar que *P. tajacu* estuvo presente en ambos bosques formando parte de las especies equitativas.

Se lograron describir cuatro especies consideradas raras en este estudio debido a su baja presencia o número de tomas. *P. lotor* fue registrado por Latin (2011) como una especie común con 22 individuos avistados en diferentes zonas, sin embargo con trampas cámara se logró fotografiar solamente a un individuo en el Bosque Nebuloso; esto podría deberse a que la especie se suele encontrar en zonas cercanas a cuerpos de agua, principalmente pequeños ríos en los que haya peces y cangrejos (Reid, 2009). Y los lugares donde se colocaron las cámaras fueron lugares apartados de cuerpos de agua debido a la época lluviosa y alta probabilidad de desborde de los ríos.

U.cinereoargenteus se encontró solamente en el bosque Pino-Encino, su baja abundancia puede deberse a que esta especie es más común avistarla en bosques secos y cercana a asentamientos humanos (Raid, 2009), como lo describe Latin (2011) quien encontró hasta 30 individuos cerca de la zona de amortiguamiento. Finalmente se logró identificar dos especies de felinos (*P.yagouaroundi* y *L.wiedii*), el primero es descrito por Latin (2011) como relativamente abundante en el área, ya que es posible encontrarla cerca de asentamientos humanos en busca de presas fáciles como animales de corral, comparado con el presente estudio donde solo se logró la captura de un individuo en Bosque Nebuloso. *L.wiedii* es descrito como una especie muy rara de encontrar en el área (Latin, 2011), en este estudio se logró una abundancia relativa de 4 individuos en cada tipo de bosque.

Según el Modelo Lineal Generalizado existe una diferencia significativa entre ambos tipos de bosque ($\text{Chi}^2=34.471$, $P<0.05$), esto se debe a las abundancias marcadas de *O.virginianus* (PE=149; N= 45), *N.narica* (PE=56; N=8) y *P.tajacu* (PE=57; N=4) que

podrían estar relacionadas al momento en que se realizó el estudio (época lluviosa), ya que muchos individuos estaban en temporada de crianza podría ser que estas especies prefieran tener sus crías en la zona baja. Esto concuerda con Álvarez-Romero y Medellín (2005), Gongora *et al.* (2011) y Raid (2009) quienes mencionan que *O. virginianus*, *N.narica* y *P.tajacu* tienen un pico de nacimientos entre Julio y Noviembre, además describen un comportamiento migratorio a zonas bajas durante temporadas difíciles. También probablemente exista mayor disponibilidad de alimento en esta zona, lo cual describe Cardoza (2011) en su clasificación florística y funcional, que el bosque Pino-Encino tiene el mayor número de individuos por especie en comparación con los otros dos tipos de bosque entre los cuales de importancia alimenticia para estas especies se encuentran las familia Fagaceae, Fabaceae, Lauraceae, Proteaceae entre otras.

La composición de especies por gremios tróficos y análisis SIMPER para esta investigación concuerda con lo descrito por Begon *et al.*, (2006), Smith y Smith (2007) y Pérez-Irineoy Santos-Moreno (2013) quienes sugieren que dentro de una comunidad existen especies dominantes que ejercen influencia sobre la estructura de la misma que por lo general suelen ser especies herbívoras, que a su vez están controladas por los carnívoros los cuales se encuentran en menor abundancia, generando un equilibrio en el ecosistema. Esto fue observado en *O.virginianus* y *D.punctata* quienes obtuvieron el mayor porcentaje de contribución de abundancias para este estudio y las especies en menor contribución pertenecieron a las carnívoras. Begon *et al.* (2006) y Smith y Smith (2007) también mencionan que la sobrepoblación de una especie a falta de su controlador natural puede causar cambios en el ecosistema, tal podría ser el caso de *O. virginianus* que actualmente se encuentra ampliamente distribuido en todo el parque.

Por otra parte los perros domésticos *Canis lupus familiaris* una especie invasora dentro del parque podría estar sustituyendo la función de un depredador natural ya que fueron frecuentemente fotografiados y avistados durante el estudio. Cabe mencionar que esta especie suele cazar en manadas de dos a cuatro perros que por lo general matan a la presa mas no la consumen, lo que podría causar un desbalance en la comunidad de mamíferos, ya que al no consumir la presa estos animales tienden a matar más de lo que en realidad se alimentan. Esto concuerda con Guevara y Sainoz (2010) quienes mencionan que la introducción de una especie exótica a un ecosistema suele causar un impacto negativo sobre

la biodiversidad, al depredar, causar hibridación y transmitir enfermedades, parásitos o patógenos a las especies nativas.

Para los patrones de actividad de las ocho especies que cumplieron con los requisitos, se pudo observar que solo dos (*D. punctata* y *N. narica*) son exclusivamente diurnos con escasa actividad crepuscular nocturna, lo cual concuerda con Lira-Torres y Briones-Salas (2012), López (2014), Rodríguez (2015) y Albanesi, Jaya y Brown (2016), en comparación con Rodríguez (2008) que en un bosque Semideciduo obtuvo registros nocturnos hasta las 20:00 horas de *N. narica*.

Muñoz *et al.* (2002) y Gómez *et al.* (2005) mencionan que *D. punctata* y *C. paca* poseen similar nicho ecológico por lo que existe una competencia entre especies; sin embargo, pese al solapamiento la competencia en sí no es directa puesto que *D. punctata* es diurna como se mencionó anteriormente y *C. paca* es completamente nocturno como parte de una adaptación, lo cual concuerda con los resultados en el presente estudio.

Se encontró que *D. marsupialis*, *D. virginiana*, *C. paca* y *D. novemcinctus* fueron completamente nocturnos comenzando su actividad a las horas crepusculares (18:00h), lo que concuerda con Reid (2009) quien describe el comportamiento nocturno de dichas especies, de igual manera en estudios anteriores se ha observado similar comportamiento (Rodríguez, 2008; Vanderhoff *et al.*, 2011; Lira-Torres y Briones-Salas, 2012; Rodriguez, 2015; Albanesi *et. al.*, 2016).

En cuanto a *O. virginianus* y *P. tajacu* se observó una actividad catemeral, lo que quiere decir que tuvo picos de actividad a diferentes horas, a pesar de que la mayor abundancia de individuos fue observada durante el día, esto concuerda con Albanesi *et. al.* (2016), a diferencia de Rodríguez (2008) en el que los mayores picos de actividad fueron al anochecer. Esto podría deber al tamaño corporal del animal el cual está relacionado con sus patrones de actividad, ya que los mamíferos grandes poseen mayor exigencia energética por lo que tienden a mantenerse más activos para forrajear durante todo el día (Van Shaik y Griffiths, 1996). Por otra parte se ha encontrado que estas dos especies también pueden ser solamente diurnas ya que se adaptan a los patrones de actividad de sus depredadores como Jaguar y Puma (Rodríguez, 2015; Harmsen *et al.*, 2010).

Para los Patrones de actividad ante fases lunares en este estudio se consideraron las ocho fases lunares (Kriner, 2003; Artavia *et al.* 2011) aprovechando que las cámaras proporcionaron esta opción. Pese a que en otros estudios se toma en cuenta solamente cuatro fases (Muñoz *et al.*, 2002; Branco, 2015; Rodríguez, 2015)

D. novemcinctus, *C. paca* y *O. virginianus* presentaron actividad durante las ocho fases lunares, teniendo una elevada actividad en la fase 1 y 2 correspondiente a luna nueva y luna nueva visible. Esto concuerda con Artavia *et al.* (2011) y Branco (2015) quienes describen los patrones de actividad de *D. novemcinctus* para las cuatro fases lunares y lograron observar un notable aumento de actividad ante la luna nueva en comparación con las demás fases que se mantuvo una actividad estable.

En el caso de *O. virginianus* a pesar de ser una especie catemeral si se observó un cambio ante la fase de luna llena en el cual se reportó menor actividad, este comportamiento podría deberse a una respuesta ante los depredadores a pesar que en este estudio no se reportó *Puma concolor*, sin embargo los perros tienden a atacar más a esta especie en especial en temporada de crianza (com. Personal guardarrecursos, 2015).

Por otra parte Muñoz *et al.* (2002) y Michalski y Norris (2011) no encontraron diferencia ante los patrones de actividad de *C. paca* que se mantuvo constante ante los cambios lunares, al contrario de los resultados obtenidos en esta investigación los cuales concuerdan con Harmsen *et al.* (2010) y Rodríguez (2015) en el que se observó un notable cambio de actividad en las diferentes fases lunares especialmente en luna nueva en el que aumentó su actividad. Esto podría deberse a que los primeros autores realizaron su estudio en bosques de zonas bajas y con cobertura de dosel abierta lo cual podría incidir en el comportamiento de las especies (Prugh y Golden, 2014).

D. virginiana y *D. marsupialis* se mantuvieron activos en casi todas las fases lunares; sin embargo, los mayores picos de actividad fueron durante las fases más oscuras. Este comportamiento podría deberse a que, al ser depredadores, tratan de adaptarse a los patrones de actividad de sus potenciales presas, como lo describen Smith y Smith (2007), que a pesar de ser más fácil capturar presas ante las fases con mayor luminosidad, se tiene mayor probabilidad de encontrar presas durante las noches de luna nueva.

Finalmente, al contrario de todas las demás especies que tendieron a disminuir su actividad durante las fases cercanas a luna llena, *P. tajacu* presentó mayor actividad durante estas fases; esto podría deberse a que dentro del parque, no existe un depredador natural para esta especie y los que son controladores externos como los perros para otras especies, no los atacan debido a que el pecarí suele andar en manadas y posee un comportamiento agresivo (Reid, 2009).

Estos comportamientos también podrían deberse a que hay especies que utilizan la visión como su sistema sensorial primario y otras que utilizan principalmente otros sentidos, lo que tiene influencia directa ante los cambios en la luminosidad lunar que también dependerá del tipo de hábitat (abierto o dosel cerrado) (Prugh y Golden, 2014).

6 CONCLUSIONES

La curva de acumulación indicó que aún hacen falta especies que incorporar, esto podría ser debido a que los lugares donde se colocaron las trampas cámara quizás no eran camino de especies como los zorrillos, pues el único mefítico que se logró fotografiar fue *Spilogales angustifrons*, y también hizo falta encontrar las especies catalogadas raras como las *Eira barbara*, *L.pardalis* y *P.concolor*. Por otro lado faltaron mamíferos que son predominantemente arborícolas como el *Sphiggurus mexicanus*, *Tamandua mexicana*, *Bassariscus sumichrasti* y *Potos flavus*, ya que las cámaras se colocaron en el suelo no fue posible capturar estas especies.

En cuanto a las abundancias, se obtuvo por lo general mayor abundancia de individuos en Pino-Encino que en Nebuloso, esto podría ser debido a las condiciones ambientales, como también a que las especies encuentren más alimento en las zonas bajas como la zona de amortiguamiento tal y como lo describe Latin (2011). En el caso de *O. virginianus* y *P.tajacu*, se podría deber a la época en que se realizó el estudio que coincidió con la temporada de crianza y quizá esta especie prefiera mantenerse en el bosque Pino-Encino ya que lo encuentra seguro para las crías, en comparación con el bosque nebuloso que en época lluviosa hay más riesgos naturales como deslaves y otras amenazas para la cría.

Se encontraron algunas especies en mayor abundancia en el bosque Nebuloso tal es el caso del *C.paca* y *D.punctata*, podría ser que estas especies puedan verse favorecidas por la cantidad de frutos y semillas caídas debido a las condiciones climáticas y ya que son especies pequeñas, pueden movilizarse más rápido y fácil por zonas que son difíciles para especies grandes debido a que el terreno es altamente accidentado y liso por su composición arcillosa.

El avistamiento de perros coincidió con la temporada de crianza de *O.virginianus*, *N.narica* y *P.tajacu* ya que en el mes de octubre no hubo ningún avistamiento de estos, podría ser porque las crías para este tiempo ya se encuentran más grandes y fuertes, y podrían moverse con mayor facilidad en el bosque, también podría deberse a que las lluvias fueron más fuertes para el mes de octubre-noviembre y podría ser que los perros se hayan movilitado al bosque seco para cazar. La presencia de especies invasoras en un bosque puede dar grandes

cambios en el mismo, ya que pueden alterar las abundancias de las nativas al reducir o exterminarlas, lo que podría radicar en cambios en el ambiente actual.

A pesar de las diferencias de abundancias entre especies para ambos tipos de bosque, la composición de los mamíferos fue similar variando en 1 %, siendo los herbívoros los más abundantes; podría decirse que los mamíferos del bosque Pino-Encino y Nebuloso se mantienen como una comunidad estable según los resultados del análisis SIMPER, a pesar que no se logró constatar la presencia de especies clave en el mantenimiento y control de una comunidad como el *P.concolor* o *L. pardalis*, aun así no se descarta su presencia ya que existen varios rastros de las mismas en estudios anteriores.

De las ocho especies de mamíferos medianos y grandes, solamente dos fueron completamente diurnas (*N. narica* y *D. punctata*), cuatro completamente nocturnas (*D.novemcinctus*, *C.paca*, *D. marsupialis* y *D. virginiana*) y dos considerados cathemerales (*O. virginianus*, *P.tajacu*), por su constante actividad durante todo el día.

Se pudo observar un cambio en los patrones de actividad de los mamíferos nocturnos frente a los cambios lunares, tal es el caso de *D. novemcinctus*, *C. paca* y *O. virginianus*, los que aumentaron su actividad en las fases lunares más oscuras y disminuyeron su actividad en las fases de luna llena. Lo mismo sucedió con *D. virginiana* y *D. marsupialis* que a pesar de ser especies omnívoras, son potenciales presas para los carnívoros especialistas como *L.wiedii* y *L. pardalis*.

P. tajacu mostró mayor actividad en las fases con mayor intensidad lumínica y no se logró observar en las fases lunares más oscuras, esto se podría deber a que esta especie suele formar manadas, es bastante agresiva ante cualquier amenaza que se presente y no posee una presión alta ante algún depredador natural dentro del parque.

7 RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar más estudios de composición de mamíferos medianos y grandes para poder registrar aquellas especies catalogadas como raras, del mismo modo se recomienda utilizar en conjunto con trampas cámara las metodologías de observación directa y búsqueda de rastros.

Es necesario realizar estudios de composición de mamífero medianos y grandes en época seca, para evaluar cómo se encuentran las especies de mamíferos en los bosques Pino-Encino y Nebuloso, y así observar si existe algún cambio en la distribución de las mismas, como también las temporadas de crianza.

Es importante realizar estudios sobre las interacciones depredador presa, puesto que hay especies como *O. virginianus* que actualmente tienen una amplia distribución y dominancia dentro del área, que podrían no estar siendo controladas por sus depredadores naturales como *Puma concolor* y es posible que especies domesticas como el perro estén cumpliendo esta función, sin embargo al mismo tiempo también pueden estar afectando a otras especies presa de otros depredadores (Felinos pequeños y otros carnívoros menores) que se encuentran en la zona.

Es necesario realizar una evaluación sobre el impacto que podrían estar causando los perros domésticos, al depredar fauna nativa del Parque Nacional Montecristo y así evaluar que especies pueden estar siendo afectadas y cuales podrían verse beneficiadas.

Se recomienda estudiar por más tiempo los patrones de actividad de las especies ante los cambios lunares con un mayor número de individuos y conocer si existe alguna diferencia en las épocas de lluvia y seca en el área.

8 BIBLIOGRAFIA

- Albanesi, S.A, Jaya, J., Brown, A. (2016). Patrones de actividad de mamíferos de medio y gran porte en el Pedemonte de Yungas del Noroeste Argentino.
- Álvarez-Romero, J., y Medellín, R.A. (2005). *Odocoileus virginianus*. Vertebrados superiores exóticos en México: Diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Proyecto U020. México D.F. p 6.
- Anaya, R.G. (1978). Lista preliminar de los mamíferos del Cerro Verde. [Tesis de Grado]. El Salvador: Universidad de El Salvador. p 72.
- Ancrenaz, M., Hearn, A.J., Ross, J., Sollman, R., y Wilting, A. (2012). Handbook for wildlife monitoring using camera-traps. BBEC II Secretariat. Malaysia. p 72.
- Aranda, M. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de Mexico. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO). Mexico. p 255.
- Artavia, A., Moreno R., y Bustamante, A. (2011). Efecto de la luna en mamíferos de la Península de Osa, Costa Rica: Resultados preliminares. Mesoamericana 15 (2): 136.
- Ascanio, G.H., Adler, T.D., Lambert, y Balbas, L. (2001). Ecological meltdown in predator-free forest fragments. Science, 294 (1), 923-1 926.
- Beck, H. (2005). Seed predation and dispersal by peccaries throughout the Neotropics and its consequences: a review and synthesis. Forget, P.M., Lambert, J.E., Hulme P.E., y VanderWall, S.B., [Editors]. Seed fate: predation, dispersal, and seedling establishment. CABI Publishing, Wallingford, UK. p. 77- 115.
- Beck, H. (2006). A review of peccary-palm interactions and their ecological ramifications across the Neotropics. Journal of Mammalogy. 87: 519- 530.
- Begon, M., Townsend, C. R. y Harper J.L. (2006). Ecology From individuals to Ecosystems. 4th ed. Blackwell Publishing. United Kingdom. P 759.

- BID-CTPT. (2005). Diagnóstico ambiental y socioeconómico área protegida Trinacional Montecristo. Banco Interamericano de Desarrollo. Comisión Trinacional del Plan Trifinio. p 159. *Biology* 2, 402-403.
- Blanco, N.A., y Garay, Y. (1996). Determinación de los mamíferos del Cantón Casa Blanca y Caserío el Chaguiton del municipio de Perquín departamento de Morazán. [Tesis de Grado] El Salvador: Universidad de El Salvador. p 69.
- Boitani, L., y Powell, R. (2012). *Carnivore ecology and conservation*. 1ra edicion. New York: Oxford University press. p 508
- Branco, L. P. (2015). The moon cycle Effect on the Temporal Niche of Amazonian Mammals. [Tesis de maestria]. Universidad de Aveiro. Brazil. p 54.
- Buch, M., y Jiménez, A. (2009). Trifinio: Estado de los recursos hídricos en la parte alta de la cuenca del Río Lempa. Esquipulas, Guatemala.
- Burt, W.H., y Stirton, R.A. (1961). *The Mammals of El Salvador*. Miscellaneous Publication No.117. Museum of Zoology, University of Michigan; p 69.
- Carbone, C., Christie, S., Coulson, T., Franklin, N., Ginsberg, J., Griffiths, M., Holden, J., Kawanishi, K., Kinnard, M., Laidlaw, R., Lynam, A., Macdonald, D. W., Martyr, D., McDougal, C., Nath, L., O'Brien, T., Seidensticker, J., Smith, D., Sunquist, M., Tilson, R. y Wan Shahrudin, W. N. (2001). The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. *Anim. Conserv.* 4: 75–79
- Cardoza, F. (2011). Diversidad y composición florística y funcional de los bosques del Parque Nacional Montecristo, El Salvador [Tesis de maestría]. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Costa Rica. p 127.
- Cartagena, R., y Escobar, E. (2012). El Parque Nacional Montecristo: Historia social del bosque de Montecristo y opciones para su manejo incluyente. Programa Salvadoreño de Investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente. PRISMA. El Salvador. P 54.

- Ceballos, G. (2013). El reto del estudio de los mamíferos silvestres. Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre, el jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel. Universidad Nacional Autónoma de México. P 11-12.
- Chávez, C., de la Torre A., Bárcenas, H., Medellín, R., Zarza, H., y Ceballos, G. (2013). Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre, el jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel. Universidad Nacional Autónoma de México. p108.
- CITES. (2014). Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. Apéndices I, II y III en vigor a partir de 14 de septiembre de 2014.P 47.
- Clarke, R.K. (1993). Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18(1): 117-143.
- Clutton-Brock, J., y Wilson, D.E. (2005). Mammals. Burnie D y Wilson DE. [Editors]. *Animal: The definitive visual guide to the world's wildlife*. 1ra edición. Smithsonian Institution. New York. p 86-257.
- Colwell, R.K. (2013). New version: EstimateS 9.1.0. disponible en : <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/index.html>
- Colwell, R.K., Mao, C.X., y Chang, J. (2004). Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulacion de especies basadas en su incidencia. *Ecology*, 85 (10); 2717-2727.
- 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, Mexico. *Revista de Biología Tropical*. Vol. 62 (4): 1433-1448.
- Cortez de Galán, M.E. (1978). Lista preliminar de los mamíferos del Parque Nacional Walter Thilo Deininger. [Tesis de grado]. El Salvador: Universidad de El Salvador. p 87.
- Cuchilla, V.E., y Ramírez, V.G. (2002). Preferencia de hábitat y patrones de movimiento de *Leopardus wiedii* "Tigrillo", en el Parque Nacional el Imposible, Sector San Benito,

- Ahuachapán, El Salvador. [Tesis de grado] El Salvador: Universidad de El Salvador. p 77.
- Diario oficial. (2015). Listado Oficial de Fauna Silvestre Amenazada o en Peligro de Extinción. Acuerdo N° 74. Diario oficial N°103. Tomo 383.
- Días-Pulido, A., y Payán, E. (2012). Manual de fototrampeo, una herramienta investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt 2012. Panthera Colombia 2012. p 36.
- Escalante, T. (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. UNAM. 53-56.
- Estes, J., Crooks, K., y Holt, R. (2001). Predators, ecological role of. Encyclopedia of biodiversity. Volumen (4). Academic press. P 857-878.
- Falconi, F.A. (2011). Densidad y abundancia relativa de aves y mamíferos en el sector sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y comunidades adyacentes de la Selva Lacandona, Chiapas, México. [Tesis de grado]. México. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
- Fecske, D.M. (2003). Distribution and abundance of American martens and cougars in the Black hills of South Dakota and Wyoming [Tesis de doctorado]. South Dakota State University. p 196.
- Feinsinger, P. (2003). El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. Editorial FAN. Bolivia. p 244.
- Flores, K.M. (2008). Hábitos alimentarios de mamíferos arborícolas del Bosque Nebuloso del Parque Nacional Montecristo, Municipio de Metapán, Departamento de Santa Ana, El Salvador. [Tesis de grado]. Universidad de El Salvador. Santa Ana. El Salvador. P98
- Fragoso, J.M. (1994). Large mammals and the community dynamics of an Amazonian rain forest. [Tesis de Doctorado]. University of Florida. Florida. USA. p210.

- Gallina, S., y López, C. (2011). Manual de Técnicas para el estudio de la fauna. Instituto de Ecología, A.C. INCOL. Volumen 1. Universidad Autónoma de Querétaro. México. 377 p.
- Gallo, M. (2005). Estado del conocimiento de la biodiversidad en El Salvador documento final. INBio Costa Rica. Ministerio del Medio Ambiente de El Salvador. P 157.
- GIZ- MFCED. (2011). Estado de la Región Trifinio 2010: Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios. Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo. 25 años Plan Trifinio. El Salvador. p 84.
- Gómez, H., Wallace, R.B., Ayala, G., y Tejada, R. (2005). Dry season activity periods of some Amazonian mammals. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*; 40(2): 91-95.
- Gongora, J., Reyna-Hurtado, R., Beck, H., Taber, A., Altrichter, M. y Keuroghlian, A. (2011). *Pecari tajacu*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T41777A10562361. Disponible en:
- Gotelli, N. J. y Ellison, A.M. (2004). A primer ecological statistic. Sinauer Associate, Inc. Sunderland, Massachusetts, USA. 340 p.
- Guevara, L. M. y Sainoz, A. (2010) Mamíferos-depredadores, ¿Controlan las densidades poblacionales de los mamíferos-presa?. Departamento de Biología, Division CBS. Universidad Autonoma de México.p 5.
- Handal, A. (2011). Montecristo Capital natural compartido: Guatemala, Honduras y El Salvador. El Salvador. Impresiones Digitales Diversas, El Salvador C, A. p 130.
- Harmsen, B.J., Foster, R.j., Silver, S.C., Ostro, L.E.T. y Doncaster, C.P. (2010). Jaguar and Puma activity patterns in relation to their main prey. *Mammalian Biology* doi:10.1016/j.mambio.2010.08.007
- Hermes, M.S. (2004). Abundancia relativa del jaguar (*Panthera onca*) puma (*Puma concolor*) y ocelote (*Leopardus pardalis*) en el Parque Nacional Laguna Lachua, Coban, Alta Verapaz. [Tesis de grado].Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. P 100.

- Herrera, N., y Díaz, A. (2005). Mastofauna del Parque Nacional Montecristo, El Salvador. Grupo de Trabajo de Mastozoología de El Salvador. *Ocelotlán*: 3(1). p 9.
- <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T41777A10562361.en>.
- IISVUMEH. (2010). Atlas Climático de la Región Trifinio. Guatemala.
- Janzen, D.H., y Vázquez-Yanes, C. (1991). Aspects of tropical seed ecology of relevance to management of tropical forested wildlands. Rain forest regeneration and management. Gomes-Pompa A, Whitmore T y Hadley M. [Editors]. Man and the Biosphere series, vol 6. UNESCO. Paris. p. 137-157.
- Komar, O. (2002). Birds of Montecristo National Park, El Salvador. *Ornitología Neotropical*. 13: 167-193.
- Krebs, C.J. (1985). Ecología estudio de la distribución y abundancia. 2da edición. Editorial Mexicana Mexico DF. 753p.
- Kriner., A. (2003). Las fases de la luna , ¿Cómo y cuándo enseñarlas?. *Ciencia y educación* 10 (1): 111-120
- Latín, J.A, y Ramírez, A.R. (1997). Mamíferos terrestres en dos zonas del bosque de San Diego Municipio de Metapán, Departamento de Santa Ana. [Tesis de Grado]. El Salvador: Universidad de El Salvador. p 212.
- Latín, J.A. (2011). Mamíferos terrestres del Parque Nacional Montecristo, El Salvador. Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales MARN. El Salvador. p 94.
- 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*. 28 (3) :566-585.
- Longino, J.T., y Colwell, R. (1997). Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rain forest. *Ecological Applications* 7: 1263-1277.
- Lopez- Gonzalez, E., y Ruiz- Soler, M. (2011). Análisis de datos con el Modelo Lineal Generalizado. Una aplicación con R. *Revista Española de Pedagogía*. España. N° 248 (59-80).

- Macdonald, D.W., [editor]. (2009). The princeton encyclopedia of Mammals. New Jersey: Princeton University Press. Cat Family; 626-657.
- Maffei, L., Cuellar, E., y Noss, A., (2002). Uso de trampas cámara para la evaluación de mamíferos en El Ecotono Chaco-Chiquitanía. Rev.Bol.Ecol. 11: 55- 65.
- MAG-PAES/CATIE. (2003). Plan de Manejo del Parque Nacional Montecristo. El Salvador. 154 p.
- MARN-CBN. (2003). Informe Nacional Estado Actual de las Areas Naturales Protegidas de El Salvador. I Congreso Mesoamericano de Areas Protegidas. 57 p.
- Martínez, C.E. (2006). Mamíferos silvestres y sus usos por la comunidad en el Parque Ecológico El Manzano, Dulce Nombre de María, Chalatenango. [Tesis de grado]. El Salvador: Universidad de El Salvador. p 58.
- Menéndez, M.J. (2003). Hábitos alimentarios de *Herpailurus yagouaroundi* Geoffroy, *Leopardus pardalis* Linnaeus y *Puma concolor* Linnaeus, en el Área Natural Protegida Walter Thilo Deininger, Departamento de La Libertad, El Salvador. [Tesis de grado]. El Salvador. Universidad Nacional. 113 p.
- 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.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza, España. 84 p.
- Moreno, R. (2006). Parámetros poblacionales y aspectos ecológicos de los felinos y sus presas en Cana, Parque Nacional Darién, Panamá. [Tesis de maestría]. Costa Rica: Universidad Nacional Heredia. 135 p.
- Nájera, L. P. (2009). Dieta alimentaria de *Urocyon cinereoargenteus guatemalae* (zorrea gris) durante la estación lluviosa en el Área Natural Protegida Plan de Amayo, Departamento de Sonsonate, El Salvador. [Tesis de Grado]. El Salvador: Universidad de El Salvador. p 72.

- Orellana, V.E. (2011). Dieta y abundancia relativa de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en época seca en el Área Natural Protegida Río Sapo, Morazán, El Salvador. [Tesis de Grado]. El Salvador: Universidad de El Salvador. p 79.
- Owen, J.G., y Girón, L. (2012). Revised checklist and distributions of land mammals of El Salvador. Natural Sciences Research Laboratory. (310): 78-82.
- Paz, A., Fuentes, S., y Guardón, R. (2013). Informe de campo de voluntariado en el área de mamíferos. El Salvador. 28p.
- Pérez- Irineo, G., y Santos-Moreno, A. (2013). Riqueza de especies y gremios tróficos de mamíferos carnívoros en una selva alta del sureste de México. THERYA. Vol. 4 (3): 551-564
- Pineda, L. (2012). Registro de evidencia de puma (*Puma concolor*) en el Parque Nacional Montecristo, Municipio de Metapán, Departamento de Santa Ana. Grupo de Trabajo de Mastozoología de El Salvador. Ocelotlán: 7(1). p17.
- Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial. (2004). Catálogo de Espacios Naturales. Volumen 1 Programa de fortalecimiento institucional para la implementación de la política territorial. p 185. V
- Portillo, H., y Elvir F. (2015). Curso rápido para el manejo de trampas cámara. Honduras. Tegucigalpa.
- Portillo, H., y Elvir, F. (2013). Composición, Estructura y Diversidad de Mamíferos Terrestre Grandes y Medianos en 16 Áreas Protegidas en Honduras, Usando Fotocapturas como Evidencia de Registro. Mesoamericana 17(2): 15-29.
- Protected Planet. (Consultado 2015). Protected áreas value of El Salvador. Disponible en: <http://www.protectedplanet.net/country/SV>
- Prugh, L.R., y Golden, C.D. (2014). Does moonlight increase predation risk? Meta- analysis reveals divergent responses of nocturnal mammals to lunar cycles. Journal of mammal ecology 83 (2): 504-514.

- Reid, F.A. (2009). A field guide to the mammals of Central America y Southeast Mexico. Oxford University Press.346p.
- Reyes, E., y Salinas, M. (1997). Densidad poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el Parque Nacional Montecristo, El Salvador, [Tesis de grado] El Salvador: Universidad de El Salvador. 55 p.
- Rodríguez, A.L. (2004). El sistema de educación superior en El Salvador. Dirección Nacional de Educación Superior. 11 p.
- Rodríguez, M.E. (2011). Diversidad de mamíferos grandes y medianos en el Parque Nacional El Imposible, departamento de Ahuachapán, [Tesis de grado] El Salvador: Universidad de El Salvador. 135 p.
- Rodríguez, M. I. (2015). Patrones de actividad de mamíferos no voladores en relación con las fases lunares en un bosque mesófilo. [Tesis de grado] México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
- Rodríguez, V.M. (2011). Área Protegida Trinacional Montecristo APTMPlan de vigilancia de la zona núcleo. Comisión Trinacional del Plan Trifinio. 72 p.
- Rumiz, D.I. (2010). Roles ecológicos de los mamíferos medianos y grandes. Wallace RB [editor]. Distribución, ecología y conservación de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia. Centro de Ecología difusión Simon I. Patiño. Santa Cruz de la Sierra. Bolivia. 884p.
- SalvaNATURA. (2008). Parques Nacionales Montecristo e Imposible. 25 p.
- Schmitz, O.J. (2008). Herbivory from individuals to ecosystems. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. 39: 133-152.
- Silver, S. (2004). Estimando la abundancia de jaguares mediante trampas- cámara. Wildlife Conservation Society. P 27.
- Simberloff, D. (1998). Flagships, umbrellas, and keystones: Is single-species management passé in the landscape era?. Biological conservation. 83(3).p 247-257.
- Sinclair, A.E. (2003).The role of mammals as ecosystem landscapers. Alces. 39: 161-176.

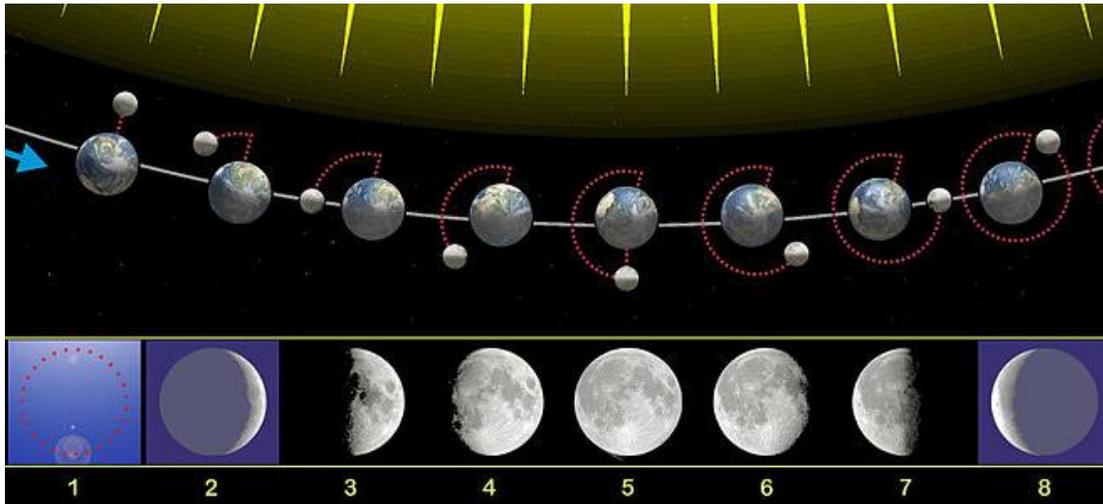
- Smith, T.M., y Smith, R.L. (2007). Ecología. 6ta edición. Pearson Educación. España. Madrid. p776.
- Solomon, B.M. (2001). Biología. 5ta edición. McGraw-Hill Interamericana editores. México. p 661-667.
- Srbek-Araujo, A.C. y Chiarello, A.G. (2013). Influence of camera-trap sampling design on mammal species capture rates and community structures in southeastern Brazil. *Biota Neotrop.* 13(2). Disponible en:
<http://www.biotaneotropica.org.br/v13n2/en/abstract?article+bn02013022013>
- Terborgh, J. (1992). Maintenance of diversity in tropical forests. *Biotropica* 24: 283-292.
- Terborgh, J. (2005). The big things that run the world a sequel to E.O. Wilson. Conservation UICN. The UICN Red List of Threatened Species. Disponible en:
<http://www.iucnredlist.org/amazing-species>
- UNESCO-MAB, (2010). Reserva de la Biosfera Trifinio Fraternidad. Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales. El Salvador. P. 69.
- Valderrama, C.A., y Moreno, W.F. (2007). Editores. Programa nacional para la conservación de felinos en Colombia. Colombia. Fundación Vida Silvestre Neotropical. p 81.
- Vanderhoff, E.N., Hodge, A.M., Arbogast, B.S., Nilsson, J., y Knowles, T.W. (2011). Abundance and activity patterns of the margay (*Leopardus wiedii*) at a mid-elevation site in the Eastern Andes of Ecuador. *Mastozoología Neotropical.* 18(2). P 271-279.
- Vaughan, T.A. (1988). Mamíferos. 3ra edición. McGraw-Hill. Mexico. p 587.
- Van Schaik, C.P y Griffiths, M. (1996). Activity periods of Indonesian Rain Forest Mammals. *Biotropica* 28: 105-112.

9 ANEXOS

Anexo 1. Acuerdo N°36. Listado oficial de especies de vida silvestre Amenazada o En peligro de extinción. Diario Oficial N°103, Tomo N°383 de fecha de junio de 2015. (Solo Mamíferos medianos y grandes).

Clase/Orden/Familia	Nombre Científico	Nombre Común	MARN 2009
Didelphidae	<i>Chironectes minimus argyrodytes</i>	Tacuazín de agua	Amenazada
Cebidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	Amenazada
Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso Hormiguero	Amenazada
Dasyproctidae	<i>Agouti paca nelsoni</i>	Tepezcuintle	Amenazada
Mustelidae	<i>Lontra longicaudis annectens</i>	Nutria	En peligro
	<i>Eira barbara inserta</i>	Taira	En peligro
	<i>Galictis vittata</i>	Grisón	Amenazada
	<i>Conepatus leuconotus (mesoleucus) nicaraguae</i>	Zorrillo nariz de cerdo	Amenazada
Felidae	<i>Puma concolor mayensis</i>	Puma	En peligro
	<i>Leopardus pardalis pardalis</i>	Ocelote	En peligro
	<i>Leopardus wiedii salvania</i>	Tigrillo	En peligro
Tayassuidae	<i>Pecari (Tayassu, Dicotyles) tajacu nigricens</i>	Cuche de monte	En peligro
Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Venadito rojo	En peligro

Anexo 4. Cuadro de las fases lunares



Anexo 5. Matriz de patrones de actividad de los mamíferos en 24 horas del día.

Nombre científico	Diurno	Nocturno	Crepuscular	
			Matutino	Vespertino
	7:00-18:00	20:00-4:00	4:00-7:00	18:00-20:00

Anexo 6. Imágenes de especies identificadas en el Parque Nacional Montecristo en 2015.



PRIMOS ○ 08-20-15 02:18:30 AM TRUTH CAM 46 ULTRA HD
Cuniculus paca (Tepezcuintle)



PRIMOS ○ 08-26-15 05:13:26 PM TRUTH CAM 46 ULTRA HD
Dasyprocta punctata (Cotuza)



PRIMOS 09-05-15 10:35:15 PM TRUTH CAM 46 ULTRA HD

Dasypus novemcinctus (Armadillo)



PRIMOS 08-05-15 07:27:49 PM TRUTH CAM 46 ULTRA HD

Didelphis marsupialis (Tacuazin negro)



Didelphis virginiana (Tacuazín blanco)



Leopardus wiedii (Tigrillo)



Nasua narica (Pezote)



Odocoileus virginianus (Venado cola blanca)



Pecari tajacu (Pecari de collar)



Puma yagouaroundi (Gato zonto)



Urocyon cinereoargenteus (Zorra gris)