



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE BIOLOGÍA

**PATRONES DE ACTIVIDAD DE MAMÍFEROS NO
VOLADORES EN RELACIÓN CON LAS FASES LUNARES EN UN
BOSQUE MESÓFILO**

TESIS

**Como requisito para obtener el título
profesional de:**

BIÓLOGA

presenta:

MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ MEJÍA

Director de tesis:

Dr. Eduardo Mendoza Ramírez



Morelia, Michoacán.

Diciembre, 2015

Morelia, Mich, 09 de Octubre de 2015.

**M.C. J. RAMON LOPEZ GARCIA
SECRETARIO ACADÉMICO DE
LA FACULTAD DE BIOLOGÍA
P R E S E N T E**

Por este conducto nos permitimos comunicarle que después de haber revisado el manuscrito final de la tesis: PATRONES DE ACTIVIDAD DE MAMIFEROS NO VOLADORES EN RELACION CON LAS FASES LUNARES EN UN BOSQUE MESOFILO, presentado por la pasante de Bióloga: **MARIA ISABEL RODRIGUEZ MEJIA**, consideramos que reúne los requisitos suficientes para ser publicado y defendido en Examen Recepcional.

A T E N T A M E N T E


DRA. YVONNE HERRERIAS DIEGO.
PRÉSIDENTE


DR. EDUARDO MENDOZA RAMIREZ. 
DR. ARNULFO BLANCO GARCIA.
VOCAL 1 **VOCAL 2**

"Cuando creíamos que teníamos todas las respuestas, de pronto, cambiaron todas las preguntas."

Mario Benedetti

DEDICATORIA

A mis padres María de la Luz y Rubén por apoyarme siempre en cada decisión que tomo, por alentarme a seguir siempre adelante, por enseñarme a pensar en grande y demostrarme que los límites no existen.

A mi tía Pina por estar siempre en todo momento de mi vida y por su apoyo incondicional.

A mis hermanas Cecilia y Pilar por estar siempre que lo necesito.

A mi abuela por creer en mí.

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis el Dr. Eduardo Mendoza por brindarme la oportunidad de trabajar en el laboratorio de análisis para la conservación de la biodiversidad, por su apoyo, por guiarme durante este proyecto y por su paciencia.

A mis sinodales la Dra. Yvonne Herrerías Diego y el Dr. Arnulfo Blanco García, a quienes admiro por su trabajo y dedicación dentro de la biología y por sus valiosas aportaciones a este proyecto.

A la dirección de la Reserva de la Biosfera El TRIUNFO y a la CONANP por sus facilidades para permitir la realización de este estudio. Al personal de la Reserva en especial a los guardaparques y guardas comunitarios.

A lakshmi Devi y a Lorena por su apoyo en campo y por sus enseñanzas de vida.

A mis amigos y compañeros Oscar mesías y Anel Dueñas por compartirme sus conocimientos. A Juanito (oe) por estar y compartir cada etapa de este proceso. A Dayan, Isa, Edgar, Mayra, Fany, Cecy y Pao por brindarme su apoyo incondicional. A Ofe por haberme brindado su amistad durante la carrera.

A Omar por estar siempre en cada momento, por escucharme y por la gran persona que ha sido.

Gracias a Dios. A mi familia por apoyarme siempre y a todas las personas y criaturas vivientes (Harold y champi) que estuvieron acompañándome en este proceso.

Al financiamiento otorgado por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) IN106114- 3 "Análisis bayesiano aplicado" de la UNAM así como al "Apoyo para la incorporación de nuevos profesores de tiempo completo de PRODEP" otorgado al Dr. Eduardo Mendoza.

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN	3
2. ANTECEDENTES.....	6
2.1. Estudios sobre la influencia del ciclo lunar en los patrones de actividad de los mamíferos no voladores.....	6
2.2. Estudios ecológicos sobre mamíferos en la Reserva de la Biosfera El Triunfo.....	7
3. OBJETIVOS	10
3.1. Objetivo General.....	10
3.2. Objetivos particulares.....	10
4. HIPÓTESIS	11
5. ÁREA DE ESTUDIO.....	12
5.1. Descripción de la Reserva de la Biosfera El Triunfo.....	12
5.2. Clima de la REBITRI	12
5.3. Vegetación	14
5.4. Fauna de la REBITRI.....	14
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
6.1. Diseños de foto-trampeo.....	16
6.2. Organización de la base de registros de foto-trampeo	17
6.3. Análisis de los patrones de actividad diaria.....	17
6.4. Análisis del traslape de la actividad entre temporadas de muestreo	18
6.5. Análisis de los patrones de actividad en relación al ciclo lunar.....	18
7. RESULTADOS.....	20
7.1. Resultados generales del foto-trampeo	20
7.2. Patrones de actividad diaria de la fauna registrada en la ZN-I dela REBITRI.....	20
7.3. Frecuencia relativa de registros de los mamíferos de la REBITRI.....	21
7.3. Traslape de la actividad de las especies entre temporadas de muestreo.....	28
7.4. Patrones de actividad en relación al ciclo lunar	29
8. DISCUSIÓN	32
8.1. Patrones de actividad a lo largo del día.....	32

8.2. Patrones de actividad en relación al ciclo lunar	34
9. CONCLUSIONES.....	36
10. LITERATURA CITADA.....	37

RESUMEN

El estudio de los patrones de actividad temporal de la fauna de mamíferos permite profundizar sobre aspectos relacionados con su ecología y pasado evolutivo. Sin embargo, pocos son los estudios que han abordado este tema con los mamíferos del bosque tropicales de montaña, un tipo de hábitat globalmente amenazado. Se realizó trabajo de campo para que, junto con lo realizado en estudios previos, acumular cinco periodos de foto-trampeo (ca. tres meses cada uno) en la Reserva de la Biosfera de El Triunfo (REBITRI), Chiapas. Los datos generados se analizaron con la biblioteca Overlap del programa R cuyo uso permitió describir los patrones de actividad diaria. Se encontró que *Nasua narica*, *Sciurus sp.* y *Pecari tajacu* presentaron actividad principalmente diurna; *Conepatus leuconotus*, *Cuniculus paca*, *Didelphis marsupialis*, *Leopardus wiedii*, *Tapirus bairdii* y *Leopardus pardalis* fueron más activos durante la noche y el crepúsculo mientras que *Mazama temama*, *Urocyon cinereoargenteus* y *Puma concolor* tuvieron actividad durante todo el día (catemerales). Existió variación en los patrones de actividad diaria de las especies entre temporadas (índice de traslape: 0.543 -0.869). Análisis de regresión (no. de registros/100 días cámara trampa vs. % de luz lunar) mostraron que en las especies (*Conepatus leuconotus*, *Didelphis marsupialis*, *Leopardus wiedii*, *Leopardus pardalis*, *Mazama temama*, *Puma concolor*, *Tapirus bairdii* y *Urocyon cinereoargenteus*) no existió una relación entre su actividad y la fase lunar ($R^2 < 0.080$, $P = > 0.306$). Por otra parte, el análisis de tablas de contingencia realizadas en 9 de las especies mostraron que solamente *C. paca* presentó fobia lunar ($\chi^2=7.15$, $gl=1$ $p= 0.007$). Estos resultados permiten avanzar en el conocimiento de aspectos básicos de la ecología de la fauna de mamíferos silvestres, pero también pueden ser de utilidad para el diseño de planes de manejo y conservación que busquen proteger a la rica fauna de mamíferos presente en la REBITRI.

Palabras clave: foto-trampeo, fases lunares, *Cuniculus paca*, *Tapirus bairdii*, Overlap

ABSTRACT

The study of temporal activity patterns of wild mammals allows to increase our understanding of aspects related to their ecology and evolutionary history. Yet, few studies have addressed this issue in the case of wild mammals inhabiting tropical montane forests, a globally threatened type of habitat. I conducted field work that in combination with previous work led to accumulate five seasons of camera-trapping (*ca.* three months each) in the Biosphere reserve of El Triunfo (REBITRI), Chiapas. Camera-trap derived data was analyzed using package Overlap of program R to describe daily activity patterns. I found that species such as *Nasua narica*, *Sciurus* sp. and *Pecari tajacu* were mainly diurnal whereas *Conepatus leuconotus*, *Cuniculus paca*, *Didelphis marsupialis*, *Leopardus wiedii*, *Tapirus bairdii* and *Leopardus pardalis* were active during dusk and night. Finally, *Mazama temama*, *Urocyon cinereoargenteus* and *Puma concolor* were active most of the day (cathemeral species). Species daily activity patterns varied among seasons (overlap index: 0.543 -0.869). Regression analyses showed no evidence of the existence of a relationship between mammal activity (no. of pictures/100 camera-trap days) and lunar phases (% of lunar luminosity) for *Conepatus leuconotus*, *Didelphis marsupialis*, *Leopardus wiedii*, *Leopardus pardalis*, *Mazama temama*, *Puma concolor*, *Tapirus bairdii* and *Urocyon cinereoargenteus* ($R^2 < 0.080$, $P = > 0.306$). However, contingency table analyses provided some evidence *C. paca* displayed moon phobia behavior ($\chi^2=7.15$, $df=1$ $p= 0.007$). Results from this study further our understanding of the basic ecology of wild mammals but also provide some insights that can help for the implementaion of management and conservation strategies for the fauna.

keywords: camera-trapping, moon phases, *Cuniculus paca*, *Tapirus bairdii* , Overlap

1. INTRODUCCIÓN

Los patrones de actividad animal son influidos por factores abióticos tales como la temperatura, la humedad y la disponibilidad de luz (Navara y Nelson 2007) y bióticos como la competencia por forrajeo y presas (González-Maya et al. 2009). En particular se ha propuesto que los cambios de iluminación cíclica de la luna tienen influencia sobre diversos aspectos de la fisiología y conducta de los organismos (Muñoz 2008). Por ejemplo, existe evidencia de que algunas especies de mamíferos pueden reducir (fobia) o aumentar (filia) sus actividades a consecuencia del aumento de la luminosidad lunar (Harmsen et al. 2011 y Norris et al. 2010). En el caso de depredadores y sus presas se han identificado dos posibles causas que podrían explicar la fobia lunar: (1) su uso como una estrategia anti-depredador y (2) La respuesta a la disminución de la densidad de presas potenciales (Muñoz 2008). El efecto que los cambios en la iluminación lunar tienen sobre la actividad de algunas especies de mamíferos también se ha relacionado con variaciones en la cubierta del hábitat, encontrándose que el efecto supresor de la actividad es más fuerte en los hábitats más abiertos (Prugh y Golden 2014). Gran parte de los estudios que analizan la relación entre la intensidad de luz lunar y los patrones de actividad de mamíferos están enfocados a los quirópteros. Existen estudios donde se ha evaluado la relación entre la intensidad de la luz de la luna y el número de capturas, frecuencia de llamadas y el tamaño del área de actividad de los murciélagos. Varios de estos estudios han proporcionado apoyo a la hipótesis que la intensidad de la luz de la luna se correlaciona negativamente con la actividad de la fauna (Lang et al 2006; Esbérard 2007). Sin embargo, otros estudios no han encontrado ninguna tipo de relación (Karlsson et al 2002., Russo y Jones 2003; Holland et al. 2011).

De manera reciente, Saldaña-Vázquez y Munguía-Rosas (2012) realizaron una recopilación de trabajos en los que se analizaba la influencia de la luz lunar en la actividad de distintas especies de murciélagos. Estos autores utilizaron esta recopilación para examinar el apoyo existente para la hipótesis de la fobia lunar en estudios realizados en distintos hábitats y estratos del bosque (dosel, subdosel, sotobosque, espacios abiertos y superficie del agua) así como a diferentes latitudes. Esta revisión permitió confirmar que

la luz de la luna tiene, en general, un efecto negativo sobre la actividad de murciélagos, destacándose el hecho que las especies que forrajean sobre la superficie del agua (piscívoros e insectívoros) así como las especies que son activas en el dosel del bosque (grandes frugívoros) son más afectadas que las especies que tiene otras zonas de forrajero (p. ej., subdosel, sotobosque y el espacio abierto). La fuerte fobia lunar registrada en los murciélagos que forrajean en la superficie del agua y en el dosel del bosque puede indicar que el riesgo de depredación se incrementa en sitios más expuestos a la luz de la luna. Los resultados de este estudio también sugieren que la fobia lunar es un fenómeno más frecuente entre los murciélagos tropicales, que entre las especies de zonas templadas. Se ha propuesto que una posible explicación de este fenómeno es que la diversidad de depredadores en ecosistemas cercanos al Ecuador es mayor en comparación con los ecosistemas templados (Karlsson et al. 2002). Estos autores también sugieren que la mayoría de las especies de murciélagos tropicales vuelan lentamente en comparación con los que habitan a mayores latitudes, lo que provoca que las especies tropicales experimenten un mayor riesgo de ser depredados que las especies de zonas templadas.

En contraste, son pocas las especies de mamíferos no voladores en las que se ha estudiado la relación entre intensidad de la luz lunar y su actividad, entre ellas se encuentran algunos primates como: *Nycticebus pygmaeus* y *Tarsius spectrum*; roedores como *Cuniculus paca* especies tales como *Didelphis marsupialis*, *Dasylops novemcintus*, *Leopardus pardalis* y *Tapirus pinchaque*. Se ha encontrado que los efectos que tiene la luz de la luna sobre estas especies es heterogéneo ya que algunas especies (p. ej., *C. paca*, *D. novemcintus*) presentan fobia lunar y otras filia lunar (*D. marsupialis* y *Tarsius spectrum*) e incluso en algunos casos la intensidad de la luz de la luna no parece tener efecto (p.ej., *L. pardalis*) (Starr et al. 2012, Gursky 2003, Artavia et al. 2011, Michalski y Norris 2011, Santacruz 2010).

Resulta por lo tanto evidente que existe un vacío de conocimiento sobre la forma en que se ven afectados los patrones de actividad de los mamíferos no voladores por los cambios en la intensidad de luz lunar que se asocian con sus distintas fases. Este tipo de conocimiento es necesario para entender mejor la ecología de estos organismos y contar

con bases más amplias para su manejo y conservación. En particular, es muy importante realizar este tipo de estudios en ecosistemas poco estudiados y amenazados como es el bosque mesófilo de montaña (BMM). El BMM es uno de los ecosistemas más amenazado en el país. Asimismo, es el ecosistema tropical que ocupa una menor superficie a nivel mundial. Se estima que menos del 1 % (8,809 km²) del territorio nacional está ocupado por vegetación primaria de BMM y que aproximadamente un 50% de su superficie total original ha sido reemplazada por otros tipos de cobertura (CONABIO 2010).

2. ANTECEDENTES

2.1. Estudios sobre la influencia del ciclo lunar en los patrones de actividad de los mamíferos no voladores

Existen pocos estudios que demuestran que la actividad de los mamíferos no voladores se ve afectada por los cambios en la intensidad de la luz lunar (Harmsen et al. 2011 y Norris et al. 2010). Se ha propuesto que especies de mamíferos que son presa tienen una mayor actividad durante las noches más oscuras en las que son menos detectables por sus depredadores. Sin embargo, se han documentado casos que no se ajustan a este patrón. Un ejemplo, es la relación entre la luz de la luna y la variación en la temperatura sobre la actividad del primate *Nycticebus pygmaeus*. Se ha observado que en noches brillantes y con temperaturas relativamente altas esta especie es más activa que en las noches oscuras. Asimismo, se ha encontrado un cambio en la actividad de *N. pygmaeus* entre las estaciones seca y fría (Starr et al., 2012).

Otro caso es el primate *Tarsius spectrum* que aumenta sus desplazamientos (distancia media recorrida en intervalos de 15 minutos) y por ende su ámbito hogareño, cantidad de disputas territoriales y vocalizaciones así como su tiempo de forrajeo en noches de luna llena (Gursky 2003).

Por otra parte, Artavia et al. (2011) señalan que muchas especies de mamíferos presa presentan mayor dinamismo durante las noches más oscuras (cuarto menguante y luna nueva) con el objetivo de evadir sus depredadores. Tal es el caso de *Agouti paca* y *Dasybus novemcintus*. Sin embargo, no existe evidencia que especies depredadoras como *Leopardus pardalis* presenten cambios en sus actividades al haber distintos niveles de iluminación lunar.

Santacruz (2010), realizó una comparación de los patrones de actividad de *Tapirus pinchaque* en relación con la iluminación lunar y tomando en cuenta dos tipos de hábitat: Saladeros (zona abierta) y Bosque de Montaña (vegetación cerrada). En este estudio se encontró que la relación entre la actividad de la especie y la cantidad de iluminación lunar estaba influenciada por la densidad de la vegetación. En zonas abiertas *T. pinchaque*

presentó una mayor actividad en el periodo nocturno-crepuscular durante la luna llena. En contraste, en las zonas con vegetación cerrada el pico de actividad se presentó en el crepúsculo y no existieron diferencias significativas en su actividad con relación a las fases lunares.

2.2. Estudios ecológicos sobre mamíferos en la Reserva de la Biosfera El Triunfo

Existen pocos estudios sobre mamíferos en la Reserva de la Biosfera El Triunfo (REBITRI). Entre estos se encuentra el realizado por Espinoza et al. (1998), en el cual se elaboró un listado de los mamíferos silvestres de la REBITRI. Dicha lista se obtuvo a partir de datos obtenidos en el campo como registros de huellas y restos óseos así como a través de la consulta de bases de datos de museos nacionales y extranjeros. Se encontró que en la REBITRI existe un total de 112 especies de mamíferos, lo cual significa que la riqueza de mamíferos de la reserva equivale al 24.8% de las especies de mamíferos terrestres de México y al 56.6% de Chiapas. Las especies registradas para la reserva están distribuidas en 75 géneros, 26 familias y 10 órdenes. De estas especies el 83% pertenecen a los órdenes Chiroptera, Rodentia y Carnivora. El 52.7% de las especies pertenecen a las familias Phyllostomidae, Vespertilionidae y Muridae. El 3.6% de las especies son endémicas de México y el 31.2% (35) de las especies de mamíferos de la REBITRI están clasificadas como en riesgo de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la Convención Internacional sobre Tráfico de Especies en Peligro de Flora y Fauna (CITES) o la Norma Oficial Mexicana 059-ECOL-1994 (NOM).

Los estudios ecológicos sobre mamíferos realizados en la REBITRI son particularmente escasos. Entre estos estudios está el realizado por Godínez-Gómez (2014) cuyo objetivo fue analizar los patrones de actividad espacio temporal de los ungulados de la REBITRI. En este estudio se realizaron dos temporadas de foto-trampeo. Obteniendo como resultados la clasificación del tapir como una especie catemeral (i.e., activa tanto en el día como en la noche) y nocturna respectivamente en las dos temporadas de muestreo. El pecarí de collar fue clasificado como diurno en ambos periodos y el venado

fue clasificada como una especie catemeral en la temporada 1 mientras que en la temporada 2 fue mayormente diurna.

Por otra parte, Lira et al. (2004) realizaron una investigación con el objetivo de estimar la abundancia relativa, densidad poblacional, preferencia de hábitat y hábitos alimentarios del tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) dentro de la zona núcleo I y de amortiguamiento de la REBITRI. Asimismo, evaluaron los impactos de la cafecultura tecnificada, el ecoturismo y cacería sobre este mamífero. Estos autores estimaron una frecuencia de 0.67 ± 0.74 huellas/km; 0.25 ± 0.53 excretas/km y 0.40 ± 0.94 ind./100 km en general para el tapir en el área de estudio. Asimismo, estimaron una densidad de tapires dentro de la zona núcleo I de 0.07 ± 0.03 ind./km². De esta manera, obtuvieron una estimación de una población total de 7.0 tapires para toda la zona núcleo I (100 km²). En cuanto a sus preferencias de hábitat se encontró que el Bosque Mesófilo de Montaña fue el más utilizado por el tapir. Finalmente, se encontró que la dieta del tapir estuvo constituida en su mayor proporción por tallos y hojas. En cuanto a la caza se recopiló información que indicaba que en el periodo (1980-2001) se habían registrado siete reportes de tapires cazados en la región con la finalidad de obtener carne para consumo.

Otro de los estudios que destacan para la zona es el realizado por Carbajal-Borges et al. 2014 en el que evaluaron la densidad, abundancia y los patrones de actividad de *Tapirus bairdii* utilizando el foto-trampeo. Logrando un esfuerzo de muestreo de 3,817 días de trampas cámara se obtuvieron 54 fotografías de tapir. Asimismo, se estimó la abundancia relativa de la especie y su densidad en 1.3 registros/100 días cámara-trampa y 0.12 ind./km², respectivamente. Por otra parte, *T. bairdii* presentó mayor cantidad de registros durante el anochecer. Se obtuvo que la frecuencia de los registros de *T. bairdii* fue mayor para el intervalo de altitud media (1,746-2,019 m), mientras que el número de registros observados fue menor que lo esperado para altitudes mayores (2,019-2,291 m).

Uno de los estudios más recientes realizados en la zona es el de Flores Zavala (2015), el cual se enfocó a analizar los patrones de actividad temporales y espaciales de *Puma concolor*, *Leopardus pardalis* y *Leopardus wiedii*, así como los de sus presas potenciales. En este estudio se encontró que la actividad diaria del puma fue principalmente diurna y crepuscular, mientras que el ocelote fue principalmente nocturno al igual que el margay. Esto contrastó con el caso del yaguarundí que fue exclusivamente diurno. Al realizar el análisis de los patrones de actividad espacial y temporal de *P. concolor*, *L. pardalis* y *L. wiedii*, no se encontró evidencia de interacciones negativas. Las tres especies de depredadores presentaron una gran coincidencia entre sus patrones de actividad y los de algunas de sus presas, pero sólo el margay y el ocelote presentaron probabilidades altas de ser encontrados en los sitios con mayor frecuencia de registros fotográficos de sus presas.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

- Analizar el efecto que las fases lunares tienen sobre la actividad (frecuencia de capturas por foto trampeo) de mamíferos no voladores mayores a 500 g en un bosque tropical mesófilo de montaña.

3.2. Objetivos particulares

- A través de información de foto trampeo describir los patrones de actividad diaria de las especies de mamíferos mayores a 500 g para determinar cuáles son activas parcial o totalmente durante la noche.
- Evaluar la influencia que la variación de las fases lunares tiene sobre la actividad (frecuencia de registros de foto-trampeo) de los mamíferos, parcial o totalmente nocturnos, mayores a 500 g.

4. HIPÓTESIS

- Se espera que las especies de mamíferos que son presas de un mayor número de depredadores (p.ej., *Cuniculus paca*) presenten una mayor fobia a la luminosidad lunar que las especies que carecen de depredadores naturales (p.ej., *Tapirus bairdii*).

5. ÁREA DE ESTUDIO

5.1. Descripción de la Reserva de la Biosfera El Triunfo

La Reserva de la Biosfera El Triunfo (REBITRI) fue decretada en 1990 y cuenta con una superficie total de 119,177 ha, divididas en cinco polígonos o zonas núcleos: Custepec, El Triunfo, El Venado, La Angostura y Ovando. Asimismo, la REBITRI cuenta con una zona de amortiguamiento. Esta reserva se encuentra localizada en la porción central de la Sierra Madre de Chiapas, entre los 15° 09' 10" y 15° 57' 02" de latitud norte y los 92° 34' 04" y 93° 12' 42" de longitud oeste (Fig. 1). Abarca parte de los municipios de Pijijiapan, Mapastepec, Acacoyagua, Ángel Albino Corzo, La Concordia, Villa Corzo y Siltepec. La REBITRI pertenece a la provincia fisiográfica Tierras Altas de Chiapas-Guatemala, dentro de la subprovincia de Sierra de Chiapas. Dentro de la REBITRI se encuentran terrenos de relieve muy accidentado, con pendientes arriba de los 60° y un ámbito altitudinal que va desde los 450 a 2,450 m s.n.m. Dadas las condiciones topográficas, la mayor parte de los suelos son altamente susceptibles a la erosión, estableciendo limitaciones para las actividades agropecuarias, así como para otros usos convencionales del suelo (INE/SEMARNAP 1999).

5.2. Clima de la REBITRI

El clima predominante en la REBITRI, de acuerdo a Koppen, modificado en 1973 por García, es el A(C)-(m)-(m) que corresponde a semicálido húmedo y el C (m)-(w) que corresponde al templado-húmedo, con abundantes lluvias en verano. La temperatura media anual tiene una variación entre 18-22 °C y la precipitación anual va de los 2500 a 3500 mm (Godínez-Gómez 2014)

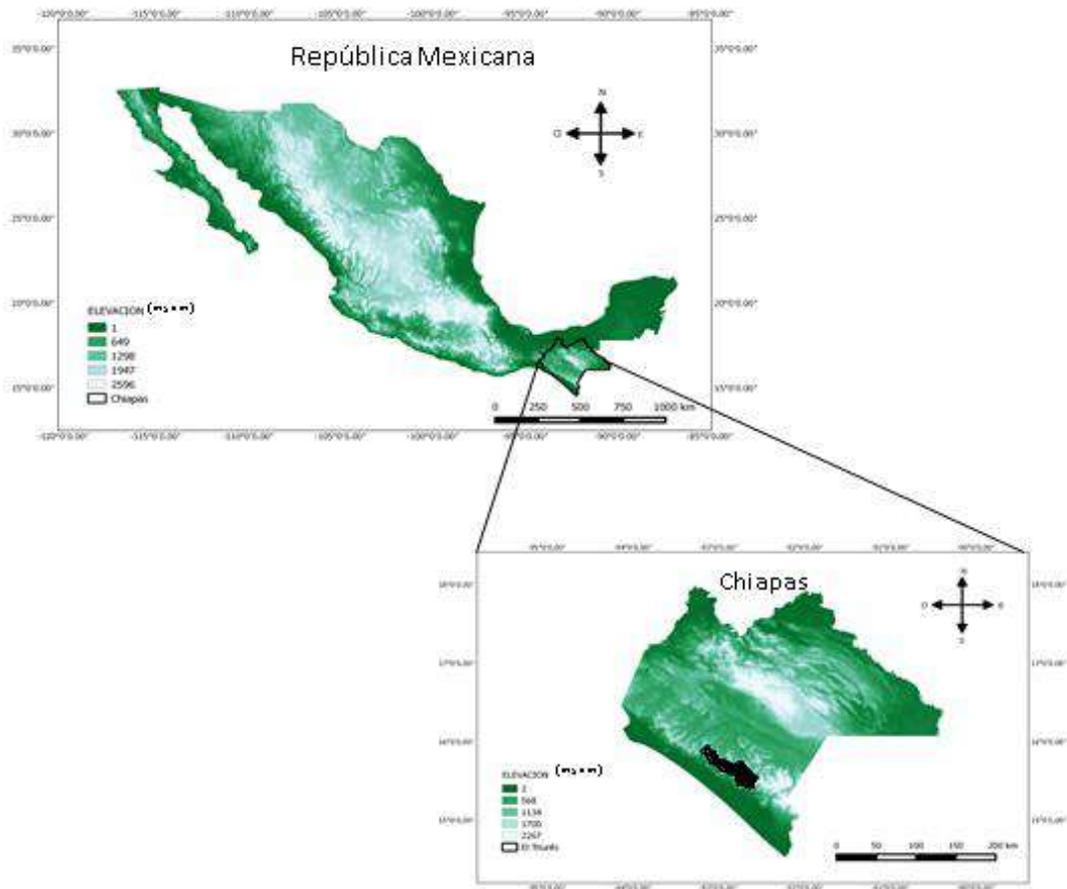


Figura 1. Ubicación de la Reserva de la biosfera El Triunfo en la Sierra Sur de Chiapas.

5.3. Vegetación

En la Zona Núcleo I de la REBITRI se han registrado 751 especies vegetales, representadas por 407 géneros pertenecientes a 138 familias. El bosque lluvioso de montaña predomina en la zona. Entre las especies dominantes del dosel se encuentran *Quercus oocarpa*, *Q. crispifolia*, *Q. sapotifolia*, *Matudaea trinervia*, *Dendropanax populifolius*, *Perrottetia longistylis*, *Ocotea chiapensis*, *Morus sp.*, *Symplocarpon flavifolium*, *Symplocos hartwegii*, *Drimys granadensis var. mexicana* y *Trophis cuspidata*. En el estrato medio la especie más abundante es *Hedyosmun mexicanum*, encontrándose también *Conostegia volcanalis*, *Eugenia chiapensis*, *Drimys granadensis var. mexicana*, *Podocarpus matudaea*, *Spathacanthus parviflorus*, *Amphitecna montana*, *Brunellia mexicana*, *Bernardia interrupta*, *Persea liebmannii*, *Phoebe siltepecana*, *Guarea glabra*, *Ardisia neomirandae*, *Myrsine juergensenii*, *Gentlea tacanensis*, *Parathesis nigropunctata*, *Synardisia venosa*, *Eugenia citroides*, *Picramnia matudae*, *Meliosma sp.*, *Styrax glabrescens var. glabrescens*, *Temstroemia lineata*, *Daphnopsis selerorum*, *Heliocarpus donnell-smithii*, *Lozanella enantiophylla*, *Boehmeria ulmifolia*, *Citharexylum mocinnii* y *Weinmannia pinnata*. Entre los arbustos y pequeños árboles, son más conspicuas las compuestas piperáceas, rubiáceas y solanáceas. Los helechos arborescentes son igualmente abundantes, principalmente las especies *Alsophila salvinii*, *Cyathea aldecrenata* y *C. fulva*, con alturas de entre 2 y 4 metros (INE/SEMARNAP 1999).

5.4. Fauna de la REBITRI

En la Reserva de la Biosfera El Triunfo se estima existen 548 especies de vertebrados terrestres, lo que representa el 45% de los reportados para Chiapas y el 22% de los existentes en México. Se han registrado 22 especies de anfibios que representan el 23% de las registradas para Chiapas y el 7.5% de las registradas en México. Asimismo, se han registrado 63 especies de reptiles, equivalentes al 32% de las especies conocidas en Chiapas y el 9% de las registradas a nivel nacional. Las aves forman el grupo más diverso y más estudiado de los vertebrados de la REBITRI, con 390 especies, que equivalen al 56% de las especies registradas en Chiapas y al 37% de las del país (INE/SEMARNAP 1999).

Se han registrado 112 especies de mamíferos, equivalente al 56% de las especies de Chiapas y 23% de las de México. La REBITRI ocupa el segundo lugar en riqueza de especies de mamíferos entre las Áreas Naturales Protegidas del país, después de la Reserva de la Biosfera Montes Azules (INE/SEMARNAP 1999). Las especies de mamíferos presentes en la reserva están distribuidas en 75 géneros, 26 familias y 10 órdenes. El 83% de las especies pertenecen a los órdenes Chiroptera, Rodentia y Carnivora; el 53% de las especies pertenecen a las familias Phyllostomidae, Vespertilionidae y Muridae (Espinoza, et al 1998).

De las especies registradas en la REBITRI, 135 se encuentran bajo algún régimen de protección. Resalta la presencia en la reserva de especies muy importantes desde diversos puntos de vista, como son el quetzal (*Pharomachrus mocinno*), la tángara de alas azules (*Tangara cabanisi*), el pavón (*Oreophasis derbianus*), el pajuil (*Penelopina nigra*), el zopilote rey (*Sarcoramphus papa*), el mono araña (*Ateles geoffroyi*), el tapir (*Tapirus bairdii*) y 5 especies de felinos, incluido el puma (*Puma concolor*) y el jaguar (*Panthera onca*) (INE/SEMARNAP 1999).

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Diseños de foto-trampeo

A partir de diciembre del 2010 el Laboratorio de Análisis para la Conservación de la Biodiversidad de la UMSNH implementó un programa de monitoreo de mamíferos no voladores mediante foto-trampeo en la zona núcleo I (ZN-I) de la REBITRI. Para este fin se establecieron estaciones de muestreo, donde se colocaron cámaras-trampa- digitales con sensores infrarrojos de movimiento (modelo Bushnell Trophy 119436CWP), en sitios asociados a los senderos: Palo Gordo, Bandera, Costa, Finca Prusia, Monos y Cerro El Triunfo (Fig. 2).

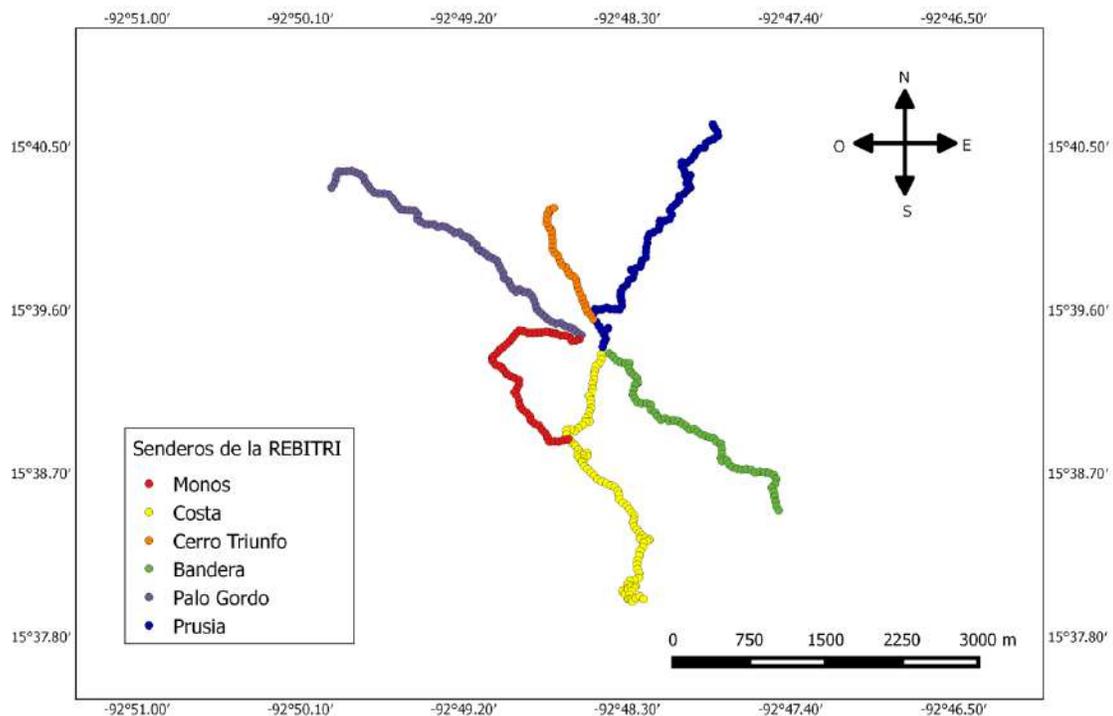


Figura 2. Ubicación de los senderos muestreados de la REBITRI.

Dentro de este programa de monitoreo se han realizado cinco temporadas de foto-trampeo en el área de estudio. La primera fue de diciembre del 2010 a mayo del 2011 (periodo de secas), las foto-trampas fueron colocadas fuera de los senderos. La segunda temporada abarcó los meses de agosto a diciembre del 2012 (lluvias), las foto-trampas se

colocaron sobre el sendero. El tercer periodo de muestreo fue de noviembre a febrero del 2013 (secas) con las foto-trampas colocadas fuera del sendero. El cuarto periodo de muestreo fue de abril a junio del 2014 (transición lluvia-secas) las foto-trampas se colocaron sobre y fuera del sendero y la quinta temporada de muestreo se realizó de julio a septiembre del 2014 (lluvias) con las foto-trampas colocadas fuera del sendero.

En las distintas temporadas de foto-trampeo las cámaras fueron colocadas a una altura de aproximadamente 50 cm y se programaron para tomar una serie de 3 fotos cada vez que eran activadas, para posteriormente entrar en un periodo de reposo de un minuto. Las cámaras fueron revisadas mensualmente para asegurar su correcto funcionamiento y para descargar las imágenes.

6.2. Organización de la base de registros de foto-trampeo

Las fotografías generadas en los cinco periodos de foto-trampeo, se organizaron por especie, estación, hora y fecha de registro utilizando el software gratuito *Camera base 1.6* (Tobler 2013). Se consideraron sólo las especies con un peso corporal \geq a 500 g , que se sabe son las que tienen mayor probabilidad de ser registradas en las fototampas y concuerda con las especies definidas como medianas y grandes por otros autores (Reid, 1997; Aranda, 2002). Este software se configuró para que las imágenes de una especie, capturadas en un mismo sitio y dentro de un periodo de 60 minutos se consideren como un sólo registro. Esto con el propósito de reducir la posibilidad de contar fotos múltiples de un mismo individuo como registros independientes.

6.3. Análisis de los patrones de actividad diaria

Los registros de las especies organizados con el software *Camera base 1.6* (Tobler 2013), fueron clasificadas por especie y por hora del día. Posteriormente, se utilizó el programa R versión 3.0.1 (<http://www.r-project.org/>) para transformar los valores de horas del día en radianes y se realizaron curvas de los patrones de actividad a lo largo del día de 12 especies que contaban con al menos 10 registros tomando en cuenta las cinco temporadas de muestreo.

La actividad de las especies a lo largo del día fue dividida en tres periodos: diurno, nocturno y crepuscular. Esta división se realizó con base a la hora del atardecer y el amanecer que se determinaron para el área de estudio y para cada temporada de muestreo utilizando el programa SUN TIMES v7.0 (Kay y Du Croz 2008). El periodo crepuscular se delimitó incluyendo una hora antes y una después de las horas del amanecer y del atardecer respectivas. Utilizando el programa R se estimó el área bajo la curva para cada división del día; con los datos anteriores se calculó el porcentaje de registros diurnos, nocturnos y crepusculares para cada especie y se realizaron histogramas.

6.4. Análisis del traslape de la actividad entre temporadas de muestreo

Se calculó el traslape de actividad entre temporadas de las especies en las que se obtuvieron por lo menos 10 registros individuales en más de 1 temporada, sus intervalos de confianza del 95% y su desviación estándar utilizando las bibliotecas boot, MASS y overlap del programa R (cita).

6.5. Análisis de los patrones de actividad en relación al ciclo lunar

Para este análisis fueron seleccionadas las especies que contaban con por lo menos el 40% de registros nocturnos. Para las especies seleccionadas se construyeron nuevas bases de datos excluyendo los registros diurnos y crepusculares. Dependiendo de la fase lunar a cada día del muestreo se le asignó un valor de iluminación cuyos valores fueron 0 (luna nueva), 0.5 (cuarto creciente y menguante) y 1 (luna llena). La información de las fases lunares para cada día y para nuestro sitio de estudio se obtuvo del Observatorio de la Marina de los Estados Unidos de Norteamérica (The United States Naval Observatory, USNO: <http://aa.usno.navy.mil/data/docs/MoonFraction.php>.)

En promedio un ciclo de fase lunar completo tiene una duración de 15 días, con un aumento o disminución gradual del porcentaje de iluminación en cada día, por ello se le asignó una escala a las gráficas de 15 puntos en donde 0 equivale al primer día del ciclo (luna nueva) con porcentaje de iluminación del 0% y 14 al último día (luna llena) con porcentaje de iluminación del 100% (Harmsen et al. 2011). Para estandarizar la variación

en la duración de las fases lunares se calculó el porcentaje de éxito de captura de cada especie para cada porcentaje de iluminación de la luna como:

$$\frac{\text{No. registros}}{\text{días cámara-trampa}} \times 100$$

Se realizaron regresiones lineales y regresiones polinómicas para analizar si existía una relación entre el éxito de captura de cada especie y los distintos porcentajes de iluminación lunar.

Para realizar un análisis complementario, los días de muestro fueron agrupados en los que tuvieron 0 registros y los que contaban con uno a mas registros de cada una de las especies. Asimismo, se calculó el valor de la mediana para los valores de iluminación que fueron asignados anteriormente a los días de muestreo. Posteriormente los días se dividieron en los que tuvieron "poca" luz (\leq a la mediana calculada) y los que tuvieron "mucha" luz ($>$ la mediana).

Se realizaron tablas de contingencia para poder evaluar si la frecuencia de registros era independiente de la cantidad de luz lunar. Estos análisis se realizaron sólo en las especies que contaban con más de 10 registros nocturnos tomando en cuenta las cinco temporadas de muestreo.

7. RESULTADOS

7.1. Resultados generales del foto-trampeo

Durante la primera temporada de foto-trampeo (diciembre 2010-mayo 2011) se acumuló un esfuerzo de muestreo de 2180 días cámara trampa que produjo un total de 622 registros de 12 especies de mamíferos. En la segunda temporada de foto-trampeo (agosto-diciembre 2012) se completó un total de 1495 días cámara-trampa lo que resultó en un total de 220 registros de 12 especies. En la tercera temporada de foto-trampeo (noviembre 2013-febrero 2014) se logró un esfuerzo de muestreo de 1928 días cámara-trampa y un total de 320 registros pertenecientes a 11 especies. Durante la cuarta temporada de foto-trampeo (abril-junio 2014) el esfuerzo de muestreo fue de 1420 días cámara trampa y se obtuvo un total de 206 registros de 11 especies. Finalmente, la quinta temporada de fototrampeo (Junio-Octubre 2014) involucró un esfuerzo de muestreo de 1575 días cámara-trampa que produjo 609 registros de 12 especies. De esta manera en total para las cinco temporadas de foto-trampeo se acumularon 1977 registros fotográficos y un esfuerzo de muestreo de 8598 días cámara trampa.

Los registros de *Sciurus sp.* fueron los más frecuentes durante las cinco temporadas de fototrampeo representando el 44% (883) del total de registros. En segundo lugar estuvo *Mazama temama* con 13% (232) de los registros y *Tapirus bairdii* con 11% (187). En contraste las especies con frecuencia de captura más baja fueron *Leopardus pardalis* con 1% (25) y *L. wiedii* 2% (41) del total.

7.2. Patrones de actividad diaria de la fauna registrada en la ZN-I dela REBITRI

Se encontraron patrones de actividad a lo largo del día unimodales, bimodales y multimodales entre las especies registradas. *Nasua narica* presentó un sólo pico de actividad a lo largo del día (distribución unimodal) entre las 11 y 17 horas (Fig. 3A). De igual manera *Sciurus sp* presentó un sólo pico de actividad entre las 8 y 12 horas (Fig. 3B). Por otra parte las especies *Conepatus leuconotus*, *Cuniculus paca*, *Didelphis marsupialis*,

Leopardus pardalis, *Pecari tajacu* y *Tapirus bairdii* presentaron una distribución bimodal de su actividad a lo largo del día. *C. leuconotus* (Fig. 4A) presentó un primer pico entre las 1 y las 5 horas y un segundo entre las 20 y las 23 horas. *C. paca* (Fig. 4B) presentó picos de actividad entre las 2 y las 5 horas y entre las 20 y las 22 horas. *D. marsupialis* mostró mayor actividad entre las 3 y las 4 horas y entre las 19 y las 22 horas (Fig. 4C). *Leopardus pardalis* presentó picos de actividad entre las 4 y las 5 h y entre las 21 y 24 hrs (Fig. 4D). *Pecari tajacu* presentó su picos de actividad entre las 10 y las 11 h y entre las 17 y las 19 horas (Fig. 4E). Finalmente, *T. bairdii* presentó dos picos de actividad, el primero entre las 2 y las 3 h y el segundo entre las 18 y las 22 h (Fig. 4F).

Por otra parte, las especies *Mazama temama*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Puma concolor* y *Leoparus wiedii* presentaron más de dos pico de actividad a lo largo del día (distribución multimodal). El mayor pico de actividad de *M. temama* se presentó entre las 17 y las 20 h (Fig. 5 A). *Urocyon cinereoargenteus* presentó mayor actividad entre las 20 y las 22 h (Fig. 5B). *Puma concolor* presentó mayor actividad entre las 5 y las 6 h y entre las 16 y 17 h (Fig. 5C). *Leopardus wiedii* presentó dos picos de actividad máxima entre las 4 y las 5 h y entre las 22 y las 23 h (Fig. 5D).

7.3. Frecuencia relativa de registros de los mamíferos de la REBITRI

Las especies *Sciurus sp.*, *Nasua narica*, y *Pecari tajacu*, fueron principalmente diurnas, presentando 89%, 80% y 78% de registros en ese periodo del día y sólo 2%, 4% y 8 % de registros nocturnos, respectivamente (Fig. 6). La actividad de las especies *M. temama*, *P. concolor* y *U. cinereoargenteus* se encontró repartida a lo largo del día (especies catemerales), obteniendo éstas el menor porcentaje de registros durante las horas del crepúsculo 19%, 17% y 19% respectivamente (Fig. 7).

Las especies *Cuniculus paca*, *Conepatus leuconotus*, *Leopardus wiedii*, *L. pardalis*, *Didelphis marsupialis* y *Tapirus bairdii* (Figs. 8 a-f) fueron principalmente nocturnas. *Cuniculus paca* fue la especie que presentó el mayor porcentaje de registros nocturnos: 84% además de un restante 16% durante el crepúsculo.

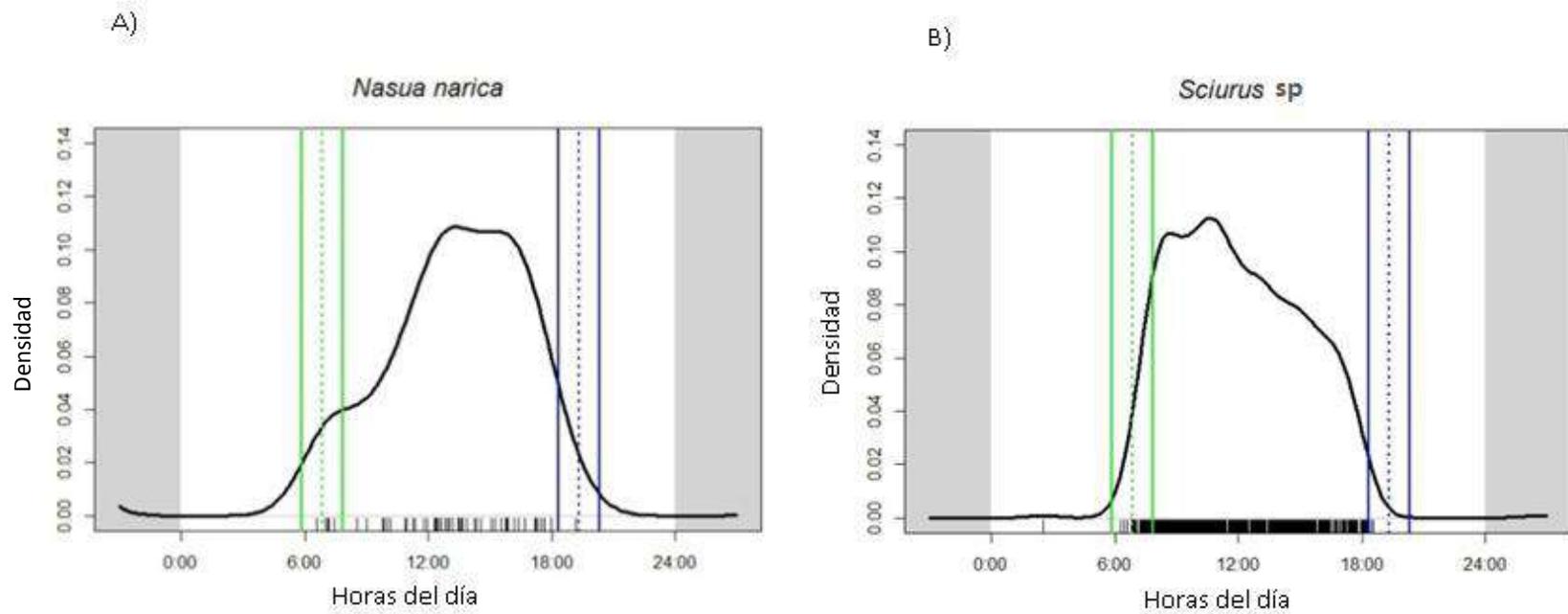


Figura 3. Especies con Patrón de actividad unimodal. La línea punteada de color verde indica la hora del amanecer y la línea punteada morada indica la hora del anochecer. Las líneas verdes y moradas continuas representan las horas del crepúsculo.

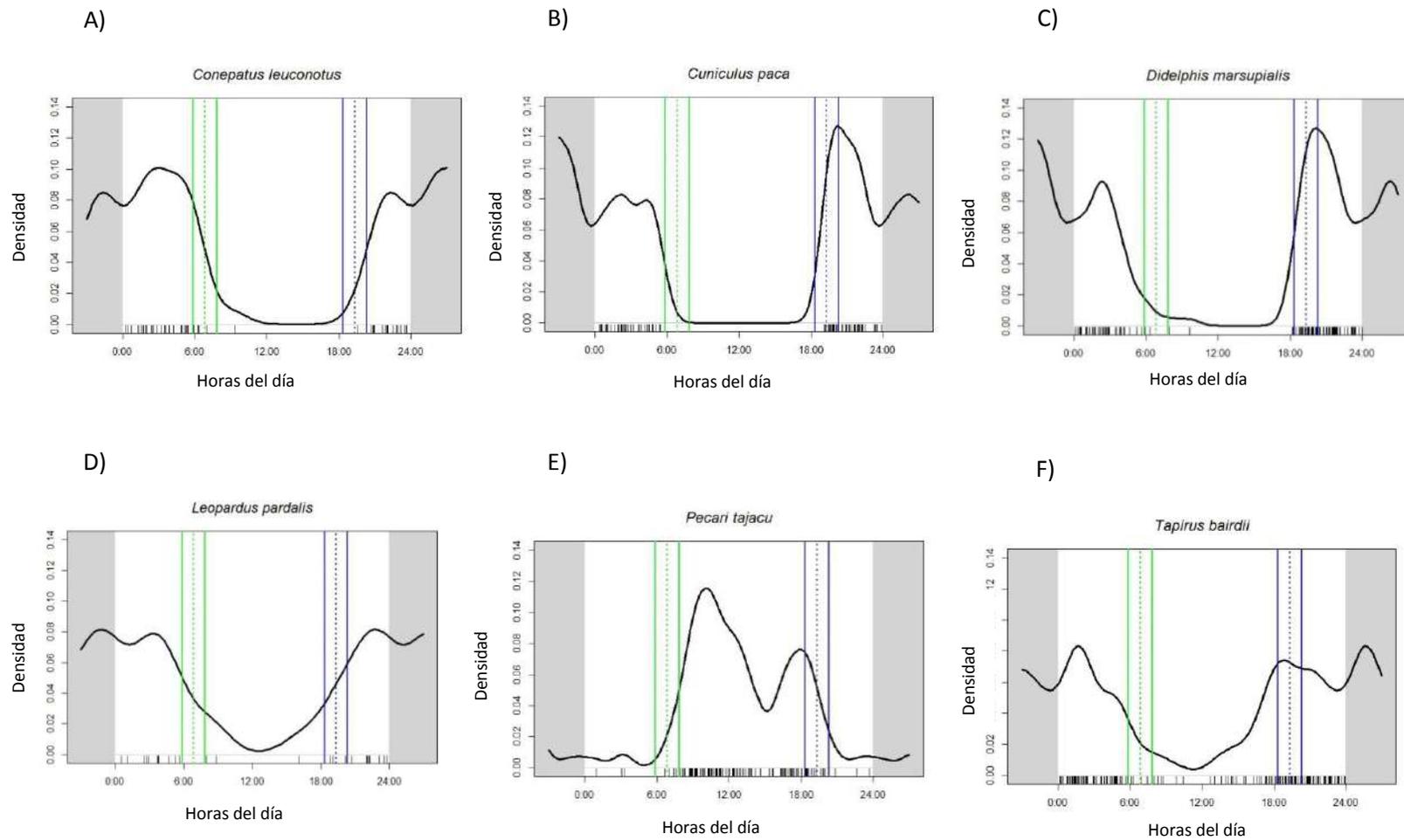


Figura 4. Especies con patrón de actividad bimodal. La línea punteada de color verde indica la hora del amanecer y la línea punteada morada indica la hora del anochecer. Las líneas enteras verdes y moradas representan las horas del crepúsculo.

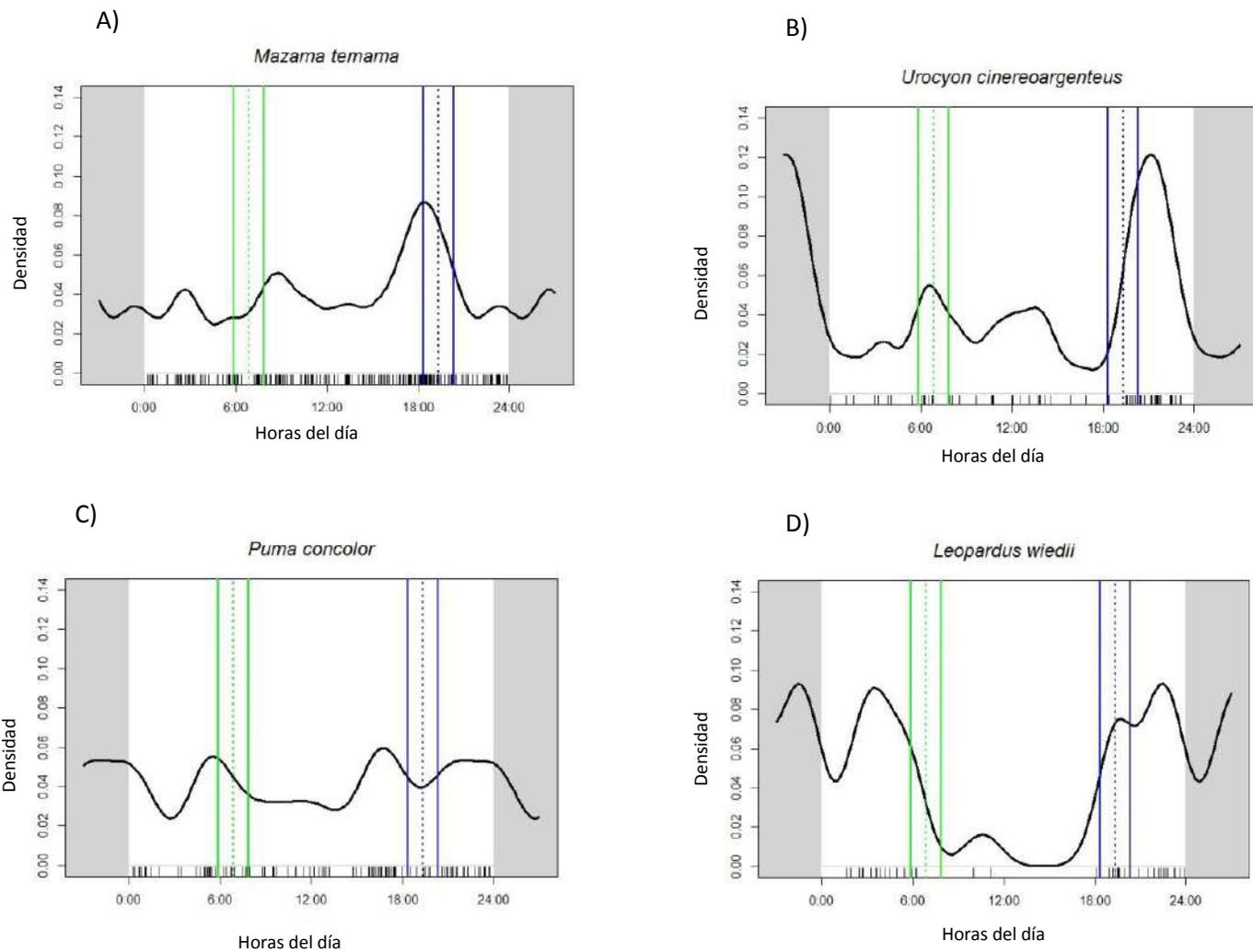
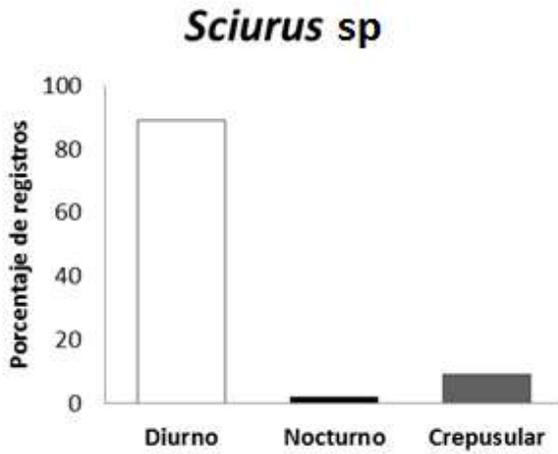
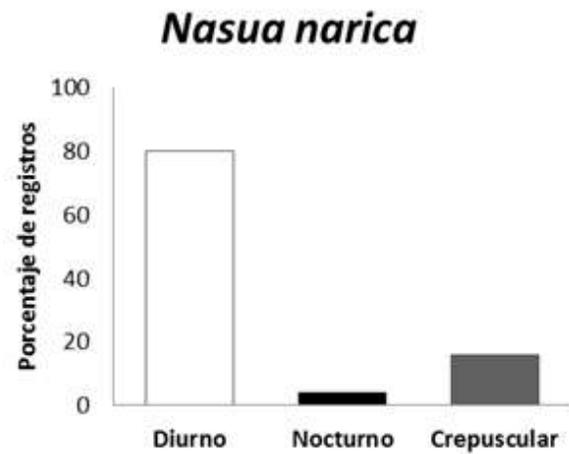


Figura 5. Especies con patrón de actividad multimodal. La línea punteada de color verde indica la hora del amanecer y la línea punteada morada indica la hora del anochecer. Las líneas enteras verdes y moradas representan las horas del crepúsculo.

A)



B)



C)

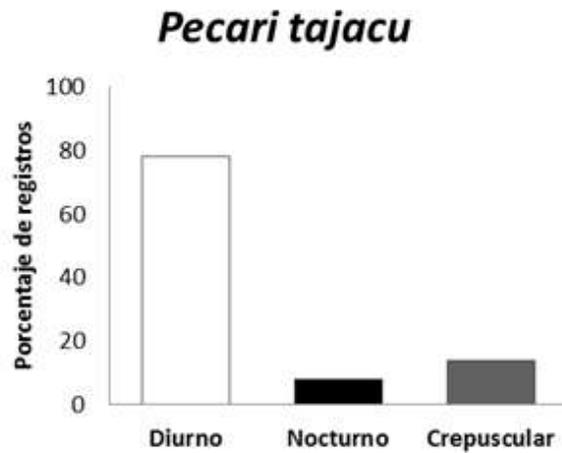
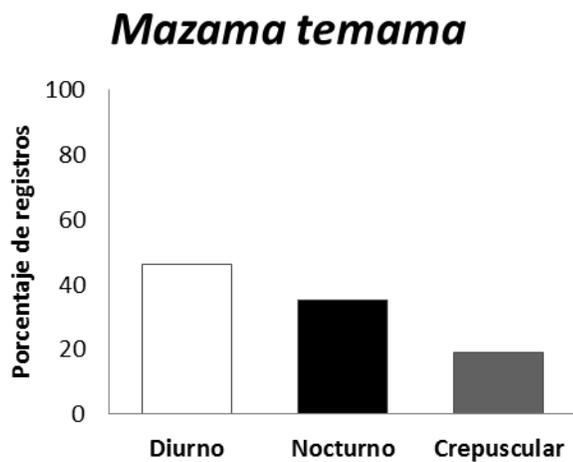
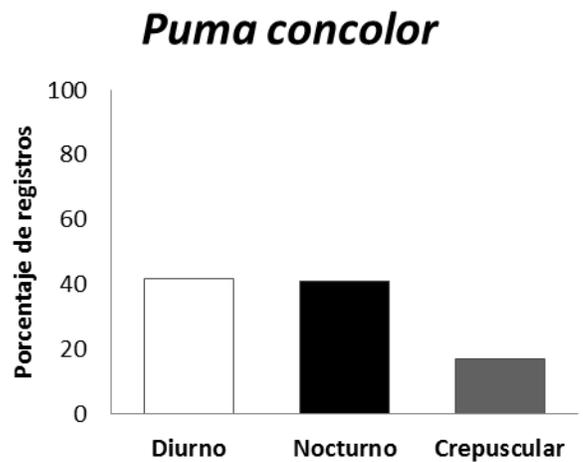


Figura 6. Frecuencia relativa de registros de las especies diurnas. A) *Sciurus sp*, B) *Nasua narica*, C) *Pecari tajacu*.

A)



B)



C)

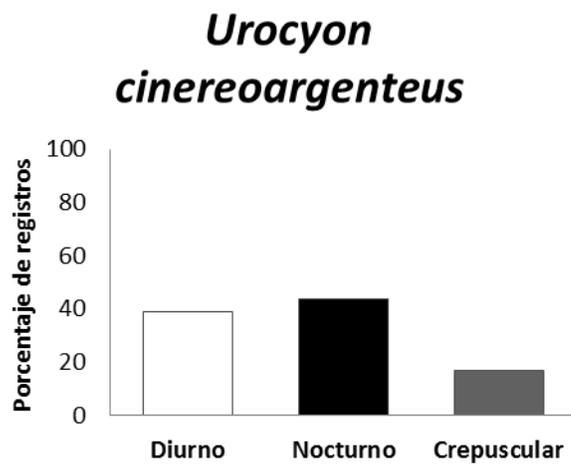
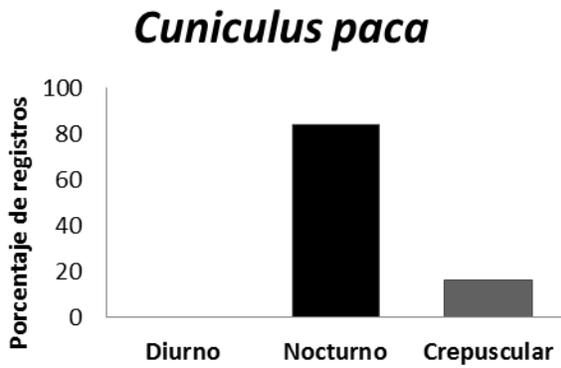
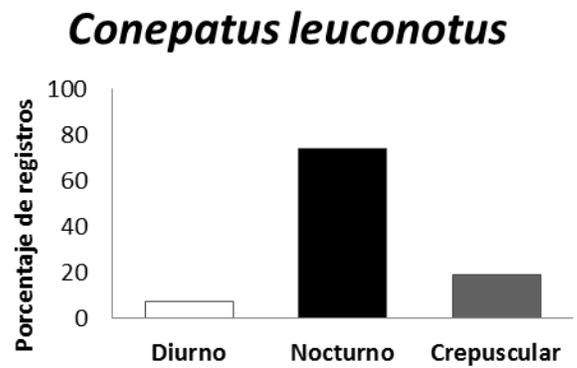


Figura 7. Frecuencia relativa de registros de las especies catemerales. A) *Mazama temama*, B) *Puma concolor*, C) *Urocyon cinereoargenteus*.

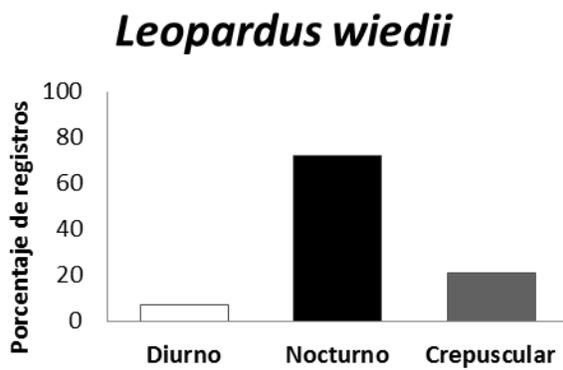
A)



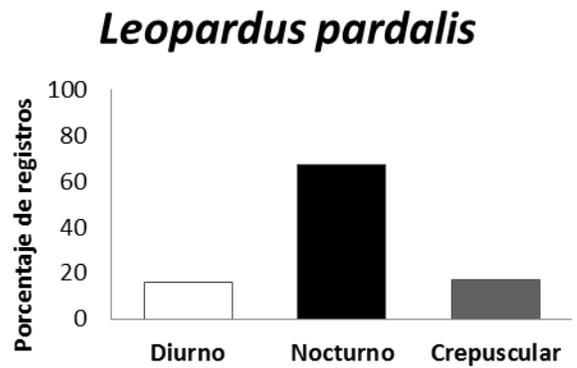
B)



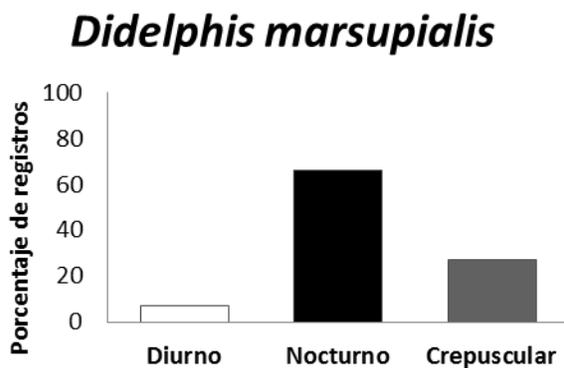
C)



D)



E)



F)

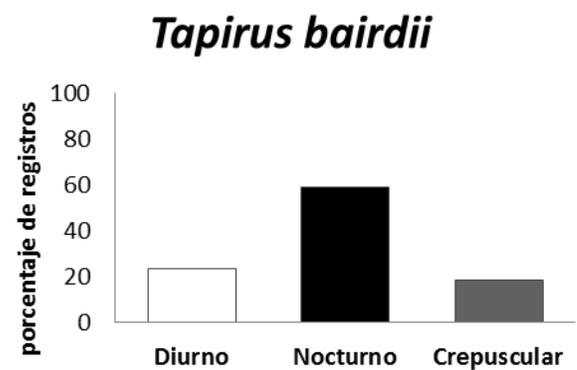


Figura 8. Frecuencia relativa de registros de las especies principalmente nocturnas. A) *Cuniculus paca*, B) *Conepatus leuconotus*, C) *Leopardus wiedii*, D) *L. pardalis*, E) *Didelphis marsupialis*, F) *Tapirus bairdii*.

Tabla 1. Registros nocturnos por especie en las temporadas de muestreo.

ESPECIE	NÚMERO DE TEMPORADAS	TOTAL DE REGISTROS	% REGISTROS NOCTURNOS
<i>Conepatus leuconotus</i>	1	30	74
<i>Cuniculus paca</i>	1	74	84
<i>Didelphis marsupialis</i>	3	109	66
<i>Leopardus pardalis</i>	5	25	67
<i>Leopardus wiedii</i>	2	35	72
<i>Mazama temama</i>	3	216	35
<i>Nasua narica</i>	2	53	4
<i>Pecari tajacu</i>	5	122	8
<i>Puma concolor</i>	3	90	41
<i>Sciurus sp</i>	5	883	2
<i>Tapirus bairdii</i>	5	187	59
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	2	61	44

7.3. Traslape de la actividad de las especies entre temporadas de muestreo

Los valores de traslape de actividad de las especies entre temporadas presentaron como valor mínimo 0.543 obtenido por *Leopardus wiedii* y máximo de 0.876 para *Sciurus sp*. El promedio general de traslape fue 0.685 con un error estándar de 0.158 (Tabla 2) indicando que los patrones de actividad de las especies tendieron a ser consistentes entre temporadas.

Tabla 2. Traslape de la actividad de las especies entre temporadas de muestreo.

ESPECIE	No. de TEMPORADAS	PROMEDIO DE TRASLAPE	ERROR ESTANDAR
<i>Didelphis marsupialis</i>	3	0.681	0.119
<i>Leopardus wiedii</i>	2	0.543	0.359
<i>Mazama temama</i>	3	0.686	0.091
<i>Nasua narica</i>	2	0.731	0.333
<i>Pecari tajacu</i>	5	0.677	0.032
<i>Puma concolor</i>	3	0.674	0.084
<i>Sciurus sp</i>	5	0.876	0.022
<i>Tapirus bairdii</i>	5	0.713	0.032
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	2	0.588	0.348

7.4. Patrones de actividad en relación al ciclo lunar

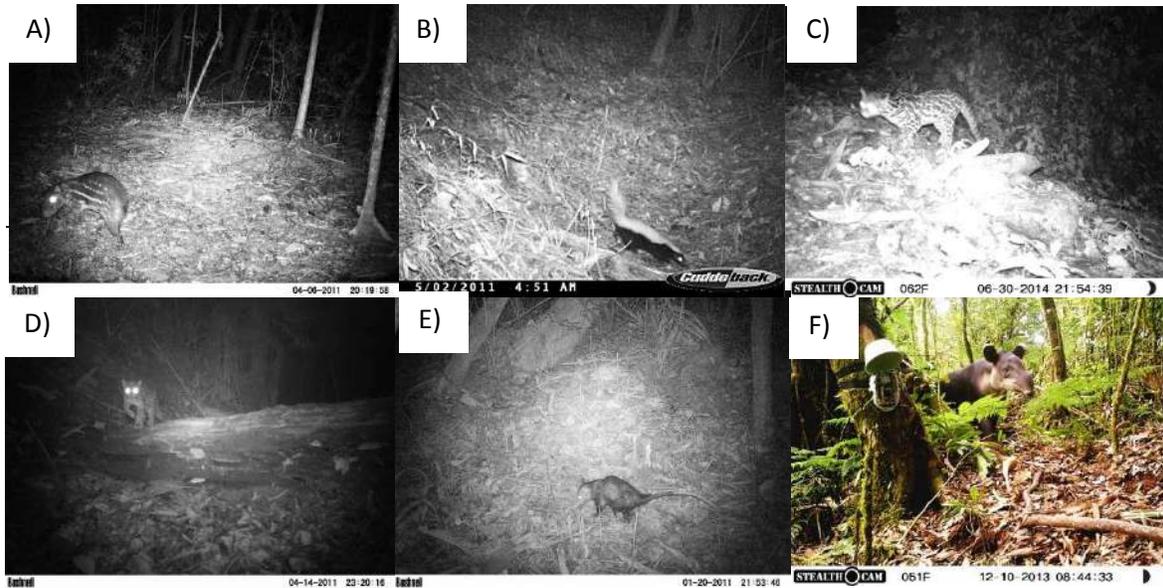


Figura 9. Especies de la REBITRI principalmente nocturnas. A) *Cuniculus paca*, B) *Conepatus leuconotus*, C) *Leopardus wiedii*, D) *L. pardalis*, E) *Didelphis marsupialis*, F) *Tapirus bairdii*.

Las especies *Nasua narica*, *Pecari tajacu* y *Sciurus* sp. fueron descartadas para el análisis de actividad en relación al ciclo lunar por su mínima actividad nocturna (Tabla 1). Los resultados de las regresiones lineares y regresiones polinómicas aplicadas para relacionar el éxito de captura de cada especie con los porcentajes de iluminación lunar no mostraron que existiera una relación entre dichas variables. Por otra parte, las tablas de contingencia realizadas para 9 especies (*Cuniculus paca*, *Conepatus leuconotus*, *Didelphis marsupialis*, *Leopardus wiedii*, *Leopardus pardalis*, *Mazama temama*, *Puma concolor*, *Tapirus bairdii*, *Urocyon cinereoargenteus*), mostraron que solamente en *C. paca* hay evidencia ($\chi^2=7.15$, $p= 0.007$) de la existencia de una relación negativa (fobia lunar) entre su actividad y la cantidad de luz lunar (Tabla 3).

Tabla 3. Registros de actividad de *Cuniculus paca* en función de la luminosidad lunar.

	Días poca luz	Días mucha luz
Días sin registros	192	204
Días con registros	39	18

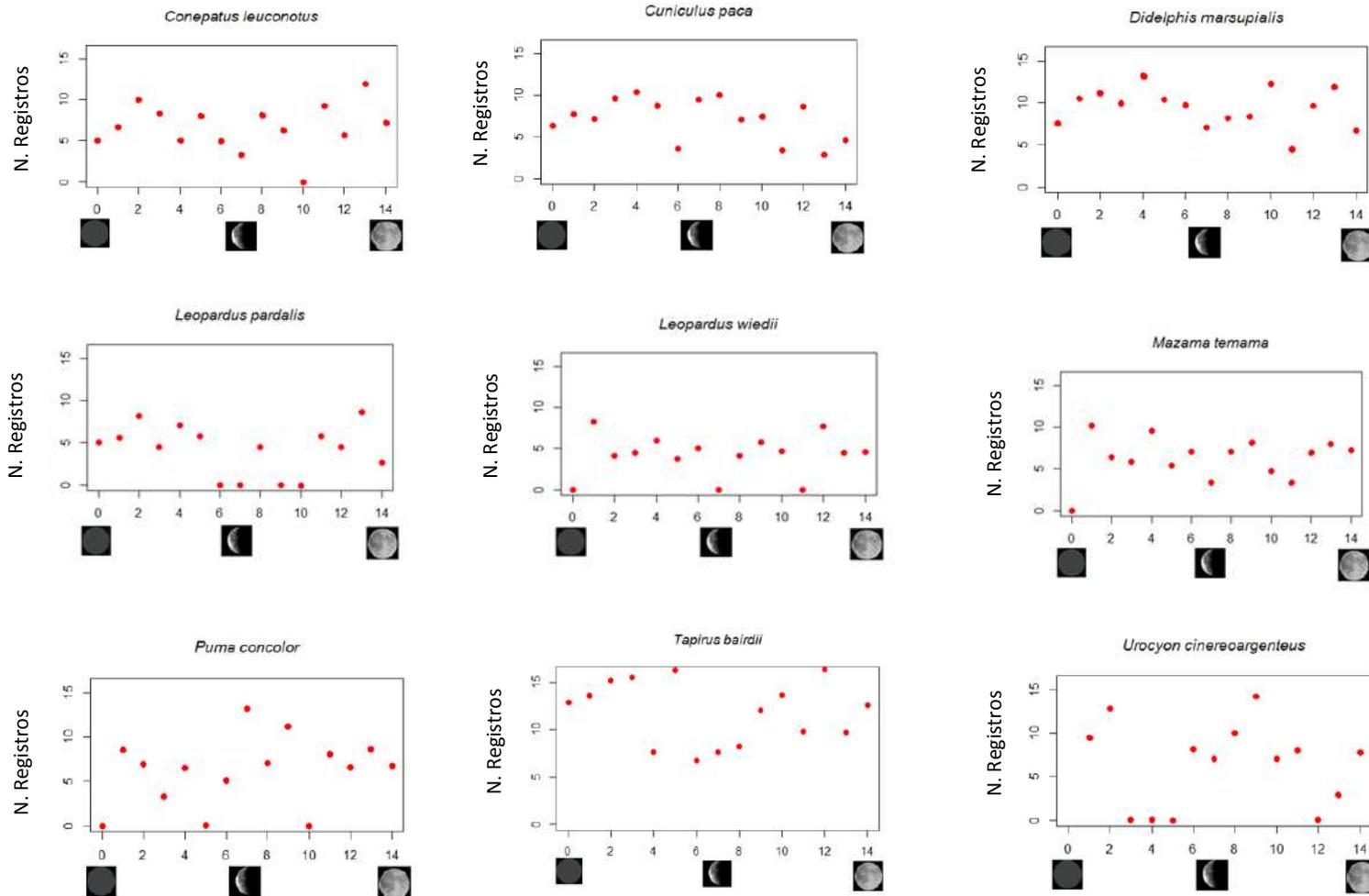


Figura 10. Frecuencia de registros en relación al porcentaje de iluminación lunar de las especies estudiadas.

8. DISCUSIÓN

8.1. Patrones de actividad a lo largo del día

Se obtuvieron patrones de actividad distintos entre las especies estudiadas, existiendo también cierto grado de variación entre temporadas. La variación entre temporadas puede estar asociada a diversos factores como cambios en la temperatura, disponibilidad de presas o en general del alimento, actividad de los depredadores y la intensidad de las lluvias (Lira Torres y Briones Salas 2012).

Las especies *Sciurus sp.*, *Nasua narica* y *Pecari tajacu* fueron clasificadas como principalmente diurnas. Esto coincide con estudios anteriores en donde se ha documentado la actividad primordialmente diurna de *Sciurus aureogaster* y *Sciurus deppei* (Lira Torres y Briones Salas 2012; Monroy-Vilchis et al. 2011, Valdés 2003) que son las especies de ardilla presentes en la REBITRI (Espinoza et al. 1998). Asimismo, se ha reportado que el coatí (*Nasua narica*) presenta actividad diurna en distintos tipos de hábitat bosque tropical perennifolio, bosque tropical caducifolio, bosques montano y selva baja caducifolia (Lira Torres y Briones Salas 2012, Balderas et al. 2014, González-Maya et al. 2009, Monroy-Vilchis et al. 2011) respectivamente y crepuscular en menor grado en bosque húmedo subtropical (Moreira et al. 2011). Por otra parte, se ha reportado que el *Pecarí de collar* es una especie principalmente diurna (Harmsen et al. 2011, Godínez 2014, Tobler et al. 2009). Sin embargo, otros autores han señalado que esta especie es activa durante el día y la noche (Monroy-Vilchis et al. 2011, Lira Torres Y Briones Salas 2012, Moreira et al. 2011). Esta diferencia en los patrones de actividad del pecarí pueden deberse a los diferentes hábitats y a las condiciones climatológicas donde se realizaron los estudios. Por ejemplo, Lira Torres y Briones Salas (2012), señalan que durante una de sus temporadas de muestreo se registró uno de los años con mayor precipitación en la zona, lo cual pudo haber influido en el patrón de actividad de la especie.

Las especies clasificadas como catemerales en este estudio fueron *Mazama temama*, *Puma concolor* y *Urocyon cinereoargenteus*. Godínez-Gómez (2014) señala que en general existen pocos estudios sobre el venado temazate (*Mazama temama*) y en particular sobre sus patrones de actividad. Sin embargo, la poca información que existe muestra que esta presenta amplia actividad a lo largo del día, como lo indica su estudio y el de Lira Torres y Briones Salas (2012).

La actividad del puma (*Puma concolor*) fue tanto diurna como nocturna, lo que coincide con estudios anteriores donde esta especie ha sido clasificada como catemeral teniendo preferencias en algunos casos hacia las horas de la noche y el crepúsculo (Estrada-Hernández 2008, Urgilés-Verdugo et al. 2011, Artavia et al. 2011). En esta especie se ha encontrado que la variación en su patrón de actividad puede estar asociado con la estacionalidad a Flores (2015).

Otra de las especies con patrón de actividad catemeral fue la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Este resultado contrasta con lo señalado en estudios anteriores (Lira Torres y Briones Salas 2012, Monroy-Vilchis et al. 2011) que señalan que la especie tiende a ser nocturna. Sin embargo, González et al. (1992) encontró que el patrón de actividad de la especie tiene influencia estacional, siendo más activa durante la temporada de otoño-invierno, debido a que durante este periodo disminuyen los recursos vegetales que utiliza, incrementando por lo tanto su actividad durante el día para la captura de presas.

El resto de las especies estudiadas presentaron un patrón de actividad principalmente nocturno (*Cuniculus paca*, *Conepatus leuconotus*, *Leopardus wiedii*, *L. pardalis*, *Didelphis marsupialis* y *Tapirus bairdii*), resultados que concuerdan con estudios anteriores (Lira Torres y Briones Salas 2012, Michalski y Norris 2011, Balderas et al. 2014, Vanderhoff et al. 2011, Norris et al. 2010, Moreira et al. 2011, Godínez 2014). De las pocas excepciones es el caso de *Leopardus pardalis* que de acuerdo a Flores (2015) tiene variación en su patrón de actividad entre las estaciones del año, presentando un patrón catemeral durante la temporada de secas mientras que en la temporada de lluvias su actividad tiende a ser principalmente nocturna.

8.2. Patrones de actividad en relación al ciclo lunar

En general, los patrones de actividad de la mayoría de las especies estudiadas, no mostraron una relación con los porcentajes de iluminación lunar. Una posibilidad es que esto se relacione con las características del sitio de estudio. La vegetación en la REBITRI presenta en general un dosel cerrado, que limita en gran medida el paso de la luz hasta el sotobosque. Otra posible explicación puede relacionarse con el clima local el cual se caracteriza por la frecuente presencia de nubosidad.

En el caso de cuatro de las especies analizadas en este estudio (*Cuniculus paca*, *Didelphis marsupialis*, *Leopardus pardalis* y *Puma concolor*) existe alguna información sobre el efecto de la luminosidad lunar sobre su actividad. En la zarigüeya (*Didelphis marsupialis*), Norris et al. (2010), obtuvieron evidencia de la existencia de filia lunar ya que encontraron que las zarigüeyas fueron activas mayor tiempo cuando los niveles de iluminación lunar eran más altos. Sin embargo, en este caso el sistema de estudio fueron fragmentos de selva de tamaños contrastantes. Es posible que en estos fragmentos la incidencia de la luz haya sido mayor en contraste con el presente estudio, que como se mencionó anteriormente, presenta un dosel denso y continuo.

Por otra parte, los resultados de presente estudio concuerdan con lo determinado por Artavia et al. (2011) en un bosque tropical, donde no se detectó una influencia de las fases lunares sobre el patrón de actividad del ocelote (*Leopardus pardalis*). Lo mismo ocurrió en el caso del puma (*Puma concolor*), concordando con lo observado por Urgilés-Verdugo et al. 2011, que la especie se encuentra activa en la mayoría de las fases lunares. Sin embargo también menciona que la especie disminuye su actividad durante la luna llena.

En el caso de la paca (*Cuniculus paca*) se observó que su actividad tiende disminuir durante los días de mayor luz lunar. Este resultado concuerda con lo encontrado por Harmsen et al. (2011). Sin embargo, contrasta con lo encontrado por Michalski y Norris (2011) que no encontraron evidencia de que la actividad de esta especie disminuya significativamente durante las fases de mayor luz lunar. Estas diferencias pueden deberse a los tipos de vegetación existentes en las distintas zonas de estudio, ya que el trabajo de

Harmsen et al. (2011) fue realizado en bosque secundario mientras que el de Michalski y Norris, (2011) se realizó en bosque con vegetación primaria. Prugh y Golden (2014) realizaron un meta análisis integrando varios factores que pueden afectar la actividad de algunas especies nocturnas en respuesta a la iluminación lunar, concluyendo que el efecto supresor de la luz de la luna es más fuerte en los hábitats más abiertos.

La importancia de la cobertura vegetal sobre los patrones de actividad también queda puesta en evidencia en el caso de *Tapirus pinchaque*, una especie cercanamente relacionada con la analizada en este estudio *T. bairdii*. En un estudio realizado por Santacruz (2010) se encontró que mientras que la actividad de esta especie en saladeros en zonas abiertas varió con distintas fases lunares en el bosque montano, donde la vegetación era más densa, no se observó variación en su actividad.

9. CONCLUSIONES

En este estudio se generó información muy detallada sobre los patrones de actividad diaria de un conjunto de especies de mamíferos tropicales en una zona de gran importancia para su conservación. Además de la utilidad que estas descripciones tienen para los fines de este estudio pueden servir con fines comparativos en la medida que este tipo de información se genere para otras regiones. Por otra parte la información generada en este estudio tiene gran valor en términos de favorecer el entendimiento de los factores que afectan los patrones de actividad de los mamíferos. En particular esta información proporcionó las bases para analizar la relación entre la actividad de la fauna y las fases lunares. Resulta de gran interés el realizar estudios como el presente en hábitats de características contrastantes de manera que se puede alcanzar una visión general de la importancia que las fases lunares tienen sobre los patrones de actividad de la fauna silvestre.

10. LITERATURA CITADA

- Artavia A., R. Moreno y A. Bustamante. 2011. **Efectos de la luna en mamíferos de la península de Osa, Costa Rica: resultados preliminares.** Mesoamericana 15 (2):136.
- Balderas A. S., Cruz H. A., Barrón V. D., Muñiz D. E. 2014. **Plan de manejo tipo para la conservación y aprovechamiento sustentable de carnívoros pequeños modalidad extensivo.** SEMARNAT.
- Carbajal-Borges, J. P., Godínez-Gómez, O. y Mendoza E. 2014. **Density, abundance and activity patterns of the endangered *Tapirus bairdii* in one of its last strongholds in southern Mexico.** Tropical Conservation Science 7 (1): 100-114.
- CONABIO. 2010. **El bosque mesófilo de montaña en México: amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible.** Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F., México.
- Esbérard L. C. E. 2007. **Influencia del ciclo lunar en captura de murciélagos *Phyllostomidae*.** Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, 97(1): 81-85.
- Espinoza Medinilla E., A. Anzures D. y E. Cruz A. 1998. **Mamíferos de la reserva de la biosfera El Triunfo, Chiapas.** Revista Mexicana de Mastozoología 3: 79-94.
- Estrada H. C. G. 2008. **Dieta, uso de hábitat y patrones de actividad del puma (*Puma concolor*) y el jaguar (*Panthera onca*) en la Selva Maya, Centroamérica.** Revista Mexicana de Mastozoología 12:113-130.
- Flores Z. 2015. **Análisis de la comunidad de felinos en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas.** Tesis maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. Michoacán, México. 69 pp.
- Godínez G. O. 2014. **Patrones de actividad espacio temporal de los ungulados de la reserva de la biosfera El Triunfo, Chiapas, México.** Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 94 pp.

González, G., V. Sánchez, L. Íñiguez, E. Santana y T. Fuller. 1992. **Patrones de actividad de coyote (*Canis latrans*), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el tlacuache (*Didelphis virginiana*) en la Sierra de Manantlán, Jalisco**. Anales. Inst. Biol. Univ. Nac. Auton. Mexico, ser. Zool. 63 (2): 293-299.

González-Maya J. F., Schipper J. y Benítez A. 2009. **Activity patterns and community ecology of small carnivores in the Talamanca region, Costa Rica**. Small Carnivore Conservation, 41: 9–14.

Gursky S. 2003. **Lunar philia in a nocturnal primate**. International Journal of Primatology, 2 (24): 351-367.

Harmsen, B.J., R.J. Foster, S.C. Silver, L.E.T. Ostro y C.P. Doncaster. 2011. **Jaguar and puma activity patterns in relation to their main prey**. Mamm. Biol. 76: 320–324.

Holland, R.A., Meyer, C.F.J., Kalko, E.K.V., Kays, R., Wikelski, M., 2011. **Emergence time and foraging activity in Pallas' mastiff bat, *Molossus molossus* (Chiroptera: Molossidae) in relation to sunset/sunrise and phase of the moon**. Acta Chiroptero. 13, 399–404.

INE/ SEMARNAP. 1999. **Programa de manejo de la reserva de la biósfera El Triunfo, México**. INE-SEMARNAP. México D.F. 109 pp.

Karlsson, B.L., Eklöf, J., Rydell, J., 2002. **No lunar phobia in swarming insectivorous bats (family Vespertilionidae)**. J. Zool. 256, 473–477.

Kay, S. y Du Croz, T., 2008. **Sun Times**. Version 7.1. <http://www.apl72.dsl.pipex.com/suntimes.htm>

Lang, A.B., Kalko, E.K.V., Romer, H., Bockholdt, C., Dechmann, D. 2006. **Activ-ity levels of bats and katydids in relation to the lunar cycle**. Oecologia 146, 659–666.

Lira Torres I., E. J. Naranjo P., D. M. Güiris A., E. Cruz A. 2004. **Ecología de *Tapirus bairdii* (perissodactyla: tapiridae) en la reserva de la biosfera El Triunfo (Polígono i), Chiapas, México**. Acta Zoológica Mexicana, 20 (1): 1-21.

Lira-Torres, I. y M. Briones-Salas. 2012. **Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México.** Acta Zoológica Mexicana, **28**: 566-585.

Michalski F. y D. Norris. 2011. **Activity pattern of Cuniculus paca (Rodentia: Cuniculidae) in relation to lunar illumination and other abiotic variables in the southern Brazilian Amazon.** ZOOLOGIA 28 (6): 701–708.

Monroy-Vilchis O., Zarco-González M. M., Rodríguez-Soto C., Soria-Díaz L. y Urios V. 2011. **Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad.** Rev. Biol. Trop. 59 (1): 373-383.

Moreira J., García R., Balas M. R, Ruano G., Ponce G., Mérida M., Tut K., Díaz P., González E., Córdova M., Centeno E., López C., Vanegas A., Vanegas Y., Córdova F., Kay J., Polanco G. y Barnes M. 2011. **Abundancia de jaguares y presas asociadas al fototrampeo en el sector oeste del parque nacional mirador - Río Azul, reserva de biosfera Maya.** Guatemala.

Muñoz Delgado J. 2008. **A propósito de los ritmos de la luna.** Ciencia, 48-56.

Navara, K.J., Nelson, R.J., 2007. **The dark side of light at night: physiological, epidemiological, and ecological consequences.** J. Pineal Res. 43, 215–224.

Norris D., Michalski F. y Peres C. A. 2010. **Habitat patch size modulates terrestrial mammal activity patterns in Amazonian forest fragments.** Journal of Mammalogy, 91(3): 551-560.

Prugh R. y Golden D. 2014. **Does moonlight increase predation risk? meta-analysis reveals divergent responses of nocturnal mammals to lunar cycles.** Journal of Animal Ecology, 83: 504–514.

Russo, D., Jones, G., 2003. **Use of foraging habitats by bats in a Mediterranean area determined by acoustic surveys: conservation implications.** Ecography 26, 197–209.

Saldaña-Vázquez, R.A., Munguía-Rosas, M.A. 2012. **Lunar phobia in bats and its ecological correlates: A meta-analysis.** Mammal. Biol. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mambio.2012.08.004>

- Santacruz S. L. J., .2010.**Patrones de actividad de Tapirus pinchaque en distintos hábitats y fases lunares, en la hacienda san Antonio, flanco oriental del volcán Tungurahua.** Tesis de licenciatura. Facultad de filosofía, letras y ciencias de la educación. Universidad central de ecuador. Instituto superior de investigación y posgrado ISIFF. Ecuador.
- Starr C., K. A. I. Nekaris, Leung L. 2012. **Hiding from the moonlight: luminosity and temperature affect activity of asian nocturnal primates in a highly seasonal forest.** PLoS ONE 7(4).
- Urgilés-Verdugo, C., G. Zapata-Ríos, R. Borman, & F. Gallo. 2011. **Estimación de la densidad poblacional del tapir de montaña en el Parque Nacional Cayambe Coca y Reserva Ecológica Antisana, informe de avance.** *Resumen XXXV Jornadas Nacionales de Biología, I Congreso Ecuatoriano de Mastozoología, I Simposio Sobre Investigación y Conservación de Tapires.* Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. 214-215.
- Valdés A. M. 2003. **Las ardillas de México.** Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 8 (51).
- Vanderhoff E. N., Anne-Marie Hodge, Arbogast B. S., Nilsson J. y W. Knowles T. 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):271-279.
- Volchan E., Domingues V. C., Guedes D. F. J. Pereira A. Jr. y Rocha-Miranda E D. 2004. **Tooled for the task:vision in the opossum.** *BioScience* 54 (3).
- W. Tobler M., Samia E. Carrillo-Percastegui y Powell G. 2009. **Habitat use, activity patterns and use of mineral licks by five species of ungulate in south-eastern Peru.** *Journal of Tropical Ecology* 25:261–270.

