



Uso de dormitorios de un grupo de *Aotus zonalis* en Pajonal, Coclé, República de Panamá.

Pedro A. González-Hernández^{1,2} , Iris Gómez de Huertas¹ , Reynaldo Vargas¹ ,
 Karol M. Gutiérrez-Pineda²  & Pedro G. Méndez-Carvajal^{2,3} 

*¹Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Coclé, Licenciatura en Biología Animal, gonzalezpa@fcprimatespanama.org

²Fundación Pro-Conservación de los Primates Panameños (FCPP) mendezp@fcprimatespanama.org.

³Departamento de Fisiología y Comportamiento Animal, Escuela de Biología, Universidad de Panamá.

Fecha de Recepción: 27-VI-2019. **Fecha de Aceptación:** 18-XII-2019. **Fecha de Publicación:** 25-VI-2020.

RESUMEN

El éxito reproductivo y viabilidad de primates arborícolas dependerá de la selección correcta de sitios para anidar. El mono nocturno *Aotus zonalis*, presenta una adaptación interesante al no solo ser críptico arborícola, sino también nocturno. En este trabajo describimos parte de su comportamiento y analizamos variables que podrían estar influyendo en la selección de sus sitios para anidar. Se observó un grupo de *A. zonalis* en un bosque fragmentado al norte de la provincia de Coclé, Cerro Colorado, Pajonal, Panamá (N 08°34'44.8" O 80°13'42.0"). Utilizamos métodos *Ad libitum* y Transecto de Franja (768 hrs.), con luz roja y seguimiento nocturno, y Sistema de Cámaras Orión (SCO) (8,760 hrs.), desde mayo 2017 a mayo 2018. La estructura grupal fue una pareja adulta (macho/hembra) y un juvenil, conviviendo en un parche de bosque de 3 km². Se ubicaron tres dormitorios. Las entradas (Kruskal-Wallis: $p=3.161E^{-06}$; $p < 0.005$) y salidas por mes (Kruskal-Wallis: $P=0.001113$; $p < 0.005$), fueron no significativas y dependieron levemente de tres variables (luna, lluvia y temperatura), la temperatura es determinante. Se presentó un mayor uso del nido en estación lluviosa, cópula y cuidado parental masculino. Las plantas más utilizadas para nidos fueron *Bactris gasipaes* y *Cydista aequinoctialis*. *Diplomis labilis* se reporta como especie compartiendo hábitat. Estos trabajos iniciales darán pie a un monitoreo a largo plazo para estudios más robustos y programas de conservación de esta especie en Panamá.

Palabras Clave: *Aotus zonalis*, Actividad circadiana, Sistema de Cámaras Orión, Nocturnos, Panamá

Use of sleeping sites in a group of *Aotus zonalis* at Pajonal, Coclé, Republic of Panama

ABSTRACT

The reproductive success and viability of arboreal primates will depend on the correct selection of nesting sites. The night monkey *Aotus zonalis*, presents an interesting adaptation as it is not only cryptic and arboreal, but also nocturnal. In this work we describe part of their behavior and analyze variables that could be influencing the selection of nesting sites. A group of *A. zonalis* was observed in a fragmented forest in the north of Coclé province, Cerro Colorado, Pajonal, Panama (N 08°34'44.8" O 80°13'42.0"). We carried *Ad libitum* observations and Strip Transect (768 hrs.), using red light and nocturnal walks, and Orion Camera System (SCO) (8,760 hrs.), from May 2017 to May 2018. The group structure was a pair adults (male/female), and a juvenile, living together in a 3 km² patch of forest.

Three nests were located and with data on only one nest. The entrances (Kruskal-Wallis: $p=3.161E^{-06}$; $p < 0.005$) and exits (Kruskal-Wallis: $P=0.001113$; $p < 0.005$), were not significant and depend on three variables (moonlight, rain and temperature), the temperature is decisive. There was a main use of the nest in the rainy season, and we detected copulation and male parental care. The most used plants for nests were *Bactris gasipaes* and *Cydista aequinoctialis*. *Diplomis labilis* was reported as a species sharing habitat. These initial works will provide long-term monitoring for more robust studies and conservation programs for this species in Panama.

Keywords: *Aotus zonalis*, Circadian activity, Orion Camera System, Nocturnal, Panama

INTRODUCCIÓN

El estudio de sitios preferenciales en primates es de gran importancia para comprender comportamientos y estrategias de supervivencia (Savagian y Fernández-Duque, 2017). Los primates Neotropicales se consideran estrictamente arborícolas (Rowe y Jacobs, 2016), sin embargo, su preferencia en selección de sitios para dormir puede variar utilizando plantas trepadoras, parásitas, huecos y horquetas de árboles grandes, hasta hojas acumuladas entre ramas viejas en el dosel (Stevenson y Rylands, 1988). Los dormitorios pueden ser indicativo para determinar el uso de hábitat del animal, ya que depende de la frecuencia en que los utiliza, la relación con fuentes alimenticias y presencia de depredadores (Pozo, 2005; Kowalewski y Zunino, 2005). Normalmente estos sitios podrían definir contaminación por parásitos, en el caso de animales grupales (Kowalewski y Zunino, 2005). La estructura de hábitat podría ser específica dependiendo de la necesidad/preferencia de los organismos, con características particulares de su entorno, compartiendo o defendiendo los mismos ante una o varias especies; de este modo caracterizando condiciones para ocultarse, vigilar o acceder al nido (Morrison *et al.*, 1998; Storch, 2003; Álvarez, 2004). El uso de dormitorios varía por especies, por ejemplo; los monos aulladores (Atelidae), son primates de tamaño medio que prefieren dormir en ramas gruesas (Neville *et al.*, 1988; Kowalewski y Zunino, 2005). Se ha encontrado preferencias en árboles altos o cercanos a fuentes de alimento en monos de la familia Cebidae (*e.g.*, *Cebus spp.*) (De Bitteti *et al.*, 2000), mientras que en los monos de la familia Callitrichidae (*e.g.*, *Saguinus*, *Challithrix*) la tendencia es alternar en la construcción y uso de varios nidos para distraer depredadores (Snowdon y Soini, 1988; Day y Elwood, 1999). Se conoce que especies de la familia Aotidae utilizan troncos, huecos, ramas de árboles entrelazadas, sitios con acumulación de epífitas, plantas trepadoras y enredaderas (Aquino y Encarnación, 1986; Defler, 2010), y algunas veces viven refugiados entre las ramas de bambúes, siempre y cuando exista un bosque que ofrezca alimento cerca (Méndez-Carvajal, obs. pers.). Esta capacidad selectiva de dormitorios permite la protección contra depredadores, accesibilidad, refugio de la lluvia, humedad y la disponibilidad de espacio para socializar en su grupo familiar, pero podrían enfrentar usurpación en sus nidos por otras especies que interactúan en sus actividades diarias como el kinkajue (*Potos flavus*) (Méndez-Carvajal, 2014). La posición del dormitorio está relacionada con rutas de escape y acceso, y con suficiente nivel altitudinal y angular para realizar vigilancia (Aquino y Encarnación, 1986; 1994). Las ventajas y preferencias de uso de dormitorios en *Aotus sp.*, no son muy conocidas, pues se trata de animales crípticos y con hábitos nocturnos (Moynihan, 1964; Castaño y Cardona, 2005; Rylands *et al.*, 2006). Desde Panamá hasta Suramérica, *A. azarae* podría considerarse la especie más estudiada de este género (Svensson *et al.*, 2010), mientras que *A. zonalis* de Panamá y Colombia se mantiene hasta hace poco como Datos Deficientes (DD) (Defler y Bueno, 2007; Cuarón *et al.*, 2008; Svensson *et al.*, 2010; Méndez-Carvajal, 2014). El *A. zonalis* se distribuye en zonas de bosques en tierras bajas, zona del Canal de Panamá, y parte de Colombia (Hernández-Camacho y Cooper, 1976; Defler, 2004; Méndez-Carvajal *et al.*, 2016). En Panamá, este primate ha sido ampliamente estudiado en laboratorio por temas biomédicos (Obaldía III *et al.*, 2011). El *A. zonalis* ha sido expuesto a la caza para biomedicina, mascota y exportación en

ambos países de distribución, en Panamá con casi 3,000 reportes legales de extracción de esta especie (Svensson *et al.*, 2016). Los esfuerzos para comprender su estado de conservación están incrementando con estudios de Modelaje de Distribución de Especies MaxEnt y de población (Méndez-Carvajal, 2019). La falta de conocimiento en preferencia de hábitat, limita su conservación. Los tabúes negativos como ser nocturno plañidero provocan su estigmatización con creencias de espíritus malignos relacionadas o bien la relación depredatoria del kinkajue (*Potos flavus*) (simpátrico con *A. zonalis*) hacia aves de corral, implican al mono y con ello la destrucción de su entorno. Dado la pérdida de sus árboles de preferencia para anidar y alimentarse, es necesario conocer cuáles son los parámetros de anidación, preferencias o especies que *A. zonalis* utiliza para realizar sus nidos. Este estudio describe el uso de un nido por una familia de *A. zonalis* y su uso de hábitat, comportamiento circadiano y factores que podrían influir en la elaboración de dormideros en áreas fragmentadas donde la intervención humana suele provocar alteraciones en las actividades y disminución en su supervivencia. Algunas hipótesis relacionadas con el uso de nidos son: 1) menos presencia de depredadores, 2) mayor presencia de alimento, 3) mejor lugar de protección en base a aislamiento, y 4) Mejor material y espacio en torno a mantener la regulación de la temperatura corporal del animal (Kowalewski y Zunino, 2005; Savagian y Fernández-Duque, 2017), tomando en cuenta que el nido se encuentra cercano a factores antropogénicos, podremos observar tolerancias y patrones de comportamiento que podrían maximizar su seguridad, ubicando nidos altos, refugios de protección extrema, disminución de actividad en el sitio, cambios en la vocalización entre otras. Determinaremos la escogencia del lugar de nido basados en la poca presencia de depredadores y la significancia en uso del nido (entrada y salida del nido).

METODOLOGÍA

Aotus zonalis se distribuye desde el noroeste de Colombia hasta las provincias centrales de Panamá, y centro-norte de Veraguas (Rylands *et al.*, 2006; Méndez-Carvajal y Link, 2016; Spence-Aizenberg y Fernández-Duque, 2016). El estudio se llevó a cabo en Bosque Húmedo Tropical Pre-Montano, (Holdridge, 1977), a 325 msnm, en el poblado de Pajonal, Penonomé, provincia de Coclé, Panamá (Figura 1). El sitio corresponde a un parche de bosque que colinda con una población humana, ubicada en la comunidad de Cerro Colorado, corregimiento de Pajonal (N 08°34'44.8"; O 80°13'42.0"). La temperatura anual fluctúa entre los 17° a 24° C y un 68% de humedad relativa (Weather Spark, 2016). La precipitación media anual es de 2,000 a 3,000 mm (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2010). El área de muestreo es una zona intervenida de aproximadamente 3 km² donde podemos encontrar vegetación secundaria y de galería. El nivel de fragmentación no es alto, por lo que se mantiene una vegetación diversa con árboles nativos de la región. Algunos árboles representativos son: *Anacardium excelsum*, *Garcinia madruno*, *Manilkara sapota*, *Cecropia* spp., *Copaifera aromatica*, *Spondias mombin*, entre otros (López *et al.*, 2015).

Localización de los dormideros de *Aotus zonalis*

Se utilizó Transecto de Franja de 1 km con 20 m de ancho bilateral aproximadamente, con observaciones variadas en horario de 17:30 a 19:00 hrs. Una vez detectado un grupo, se tomó coordenadas geográficas con un GPS (Garmin eTrex 30) y se procedió a seguirlos a distancia prudente para no perturbar su comportamiento (x=20 m), utilizando una linterna de cabeza Nitro Max 255 L con halo de luz roja y blanca, esto hasta encontrar los dormideros, siguiendo lo establecido por Castaño y Cardona (2005) y Castaño *et al.* (2010). Luego de encontrar los dormideros se realizó observaciones *Ad-Libitum* para descripción del área, conteo y descripción de observaciones de comportamiento general (Altmann, 1974, Pozo 2005). Toda especie vegetal utilizada como

dormidero se colectó y llevó al Herbario de la Universidad de Panamá, donde especialistas botánicos hicieron las identificaciones taxonómicas.

Observación de la Frecuencia de uso del Nido 1 (*Bactris gasipaes*)

Para establecer la frecuencia del uso del Nido 1 se utilizó el método Sistema de Cámaras Orión (SCO) (Méndez-Carvajal, 2014). Se utilizó cámaras Bushnell Trophy Cam con sensor térmico y de movimiento al frente de la entrada del nido, desde mayo 2017 a mayo 2018. Luego de esto se examinó cada foto y se registró la fecha y hora de la entrada y salida de los grupos de *A. zonalis*. Para la clasificación de salida del nido se anotó salidas y entradas del hueco, presencia cuando pasaban por las ramas de los árboles cercanos, desplazamientos y cualquier otra actividad como bien especies de animales que aparecieran en el área. Se realizó un etograma y se estableció la tendencia del patrón circadiano para las especies que presentaban más de 10 registro fotográficos con intervalos de 30 min por registro.

Análisis de datos

Para comparar la actividad de uso del Nido 1, entrada y salida por mes durante todo el año de muestreo se estableció un gráfico de Columnas agrupadas 2-D con un 95% de confiabilidad utilizando el programa MS Excel 2016. Para los estadísticos univariante y multivariante se tomó solo los meses que presentaron más de 10 fotos entre entrada y salida, considerando que cualquiera de esta actividad debe tener un mínimo de tres fotos. Cada uno de los estadísticos presentados a continuación son enfocados en la entrada y salida del Nido 1, se utilizó el programa PAleontological STatistics (Past 4.02). Para los estadísticos univariante se calculó el número de eventos detectados (N), promedio (\bar{x}), Mediana, Máximo (Max) y Mínimo (Min), estos valores fueron establecidos en un gráfico de Parcela de violín con diagrama de caja, la parcela del violín muestra la densidad del núcleo, permitiendo observar donde se concentran las horas de entrada y salida. Se utilizó Kruskal-Wallis un ANOVA no-paramétrico para establecer si existe o no diferencia significativa en la entrada/mes y salida/mes del Nido 1 por el grupo de *A. zonalis*, la Hipótesis nula (H_0): No existe diferencia significativa en la entrada y salida por mes ($P > 0.05$) y la Hipótesis alterna (H_a): Existe diferencia significativa en la entrada y salida por mes ($P < 0.05$). Se utilizó Pruebas post-hoc por pares de Mann-Whitney (Mann-Whitney U) ya que la cantidad de datos era pequeña y es ideal para establecer si existe diferencia significativa entre la entrada y salida comparando cada mes, si $P < 0.05$ existe diferencia significativa. También se utilizó la prueba de Dunn's post-hoc para comprobar las variaciones de entradas y salida comparado con cada mes, después de obtener diferencia significativa en la prueba de Kruskal-Wallis y también para comparar con la prueba de Mann-Whitney U. Se utilizó un estadístico de Regresión Lineal Múltiple (1 dependiente n independiente), donde la variable dependiente era las horas de entrada y salida del nido, las variables independientes fueron temperatura, lluvia diaria (Litros/ m^2) del 2017 y la luna 2017. Los valores de temperatura fueron tomado de la foto de captura, los de lluvia diaria son de la data ETESA Hidrometeorología (data de Lluvia diaria mm) (http://www.hidromet.com.pa/datos_diarios.php?estacion=5&mes=12&ano=2017) y los de la luna de la página web IDEAL (<https://calendarios.ideal.es/calendario-lunar/fases-lunares/2017?ref=https:%2F%2Fwww.google.com%2F>). Esto para establecer si las variables independientes de manera conjunta y separada influyen sobre la variable dependiente. Si la significancia del valor Test-F, en este caso $P < 0.05$, es estadísticamente significativo las variables independientes de manera en conjunto explican el fenómeno de la variable dependiente. De manera individual la significancia del valor Test-t, $P < 0.05$, es estadísticamente significativo, lo que quiere decir que la variable independiente influye en la dependiente.

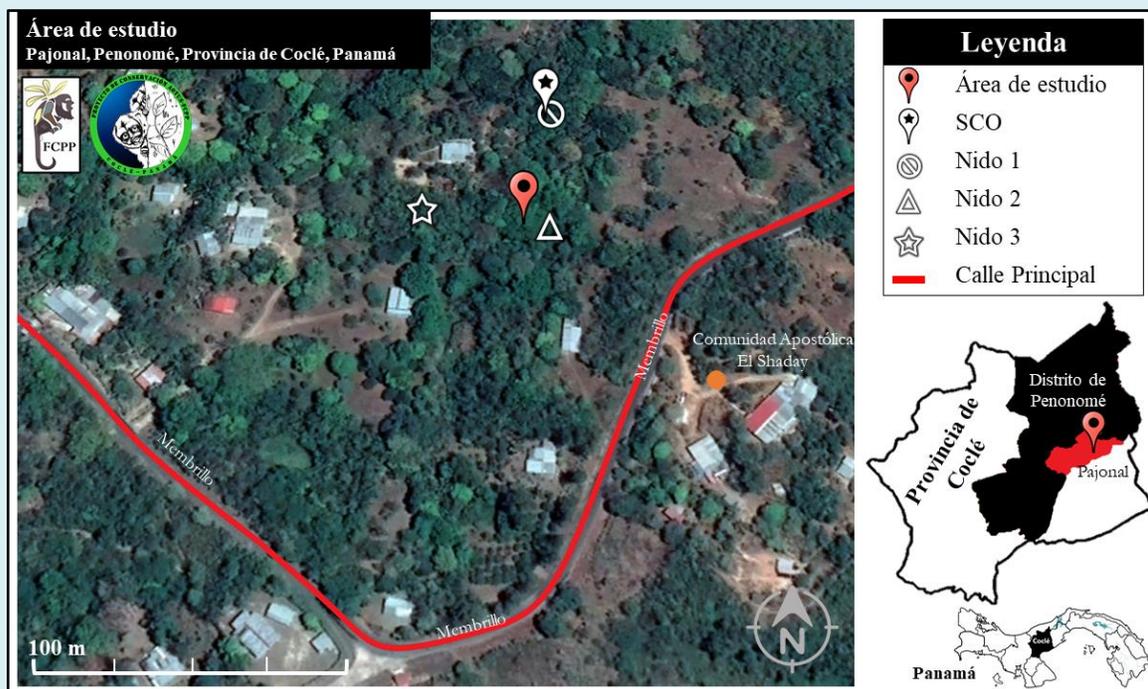


Figura 1. Mapa del área de estudio, poblado de Pajonal, Penonomé, provincia de Coclé, Panamá.

RESULTADOS

Con el método de *Ad-Libitum* se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 768 horas, donde se logró la localización de tres dormitorios para el grupo de *A. zonalis*. El Nido 1 fue utilizado un 69.5 %, era una palma (*Bactris gasipaes*), el Nido 2 (24 % de uso) también fue una palma (*Bactris gasipaes*) y el Nido 3 (6.25 % de uso) fue una liana (*Cydista aequinoctialis*) (Cuadro 1). Tanto el Nido 1 y el Nido 2 fueron palmas huecas y a su alrededor ramas de árboles de tamaño mediano que utilizaban los individuos del grupo para entrar y salir fácilmente del dormitorio. EL Nido 3 estaba ubicado en la cobertura más densa de la liana y aunque la vegetación era muy baja, prevalecían ramas de arbustos por las cuales podían llegar al nido, este nido fue menos utilizado que los anteriores. Los Nidos se encontraron en bosques de galería 93% (las palmas) y bosque secundario el 7% (la liana).

Cuadro 1. Características de las especies vegetales utilizadas como nido por el grupo de *A. zonalis* y del hábitat donde se encontraban en Pajonal, provincia de Coclé.

N	Familia	Especie de Planta	Altura (m)	Tipo	Bosque	Días de Uso	% de Uso
1	Arecaceae	<i>Bactris gasipaes</i>	5	P	G	266	69.5
2	Arecaceae	<i>Bactris gasipaes</i>	3	P	G	92	24
3	Bignoniaceae	<i>Cydista aequinoctialis</i>	4.5	L	F	25	6.25

Nota: N=Nido, P=Palma, L=Liana, G=Bosque de Galería, F=Bosque fragmentado.

Con el método del Sistema Cámara Orión (SCO) se realizó un esfuerzo de muestreo de un año (8,760 horas/cámara), logrando establecer un patrón de frecuencia de uso del Nido 1 (palma, *Bactris gasipaes*). El grupo de estudio utilizó el nido con mayor frecuencia los meses junio, julio, agosto con mayor presencia, también se logra observar el uso del Nido 1 de una manera esporádica en los meses de noviembre y diciembre del 2017, abril y mayo del 2018 (Figura 2). Los meses que no estuvieron presente en el Nido 1, se les observó de manera directa en los Nido 2 y 3.

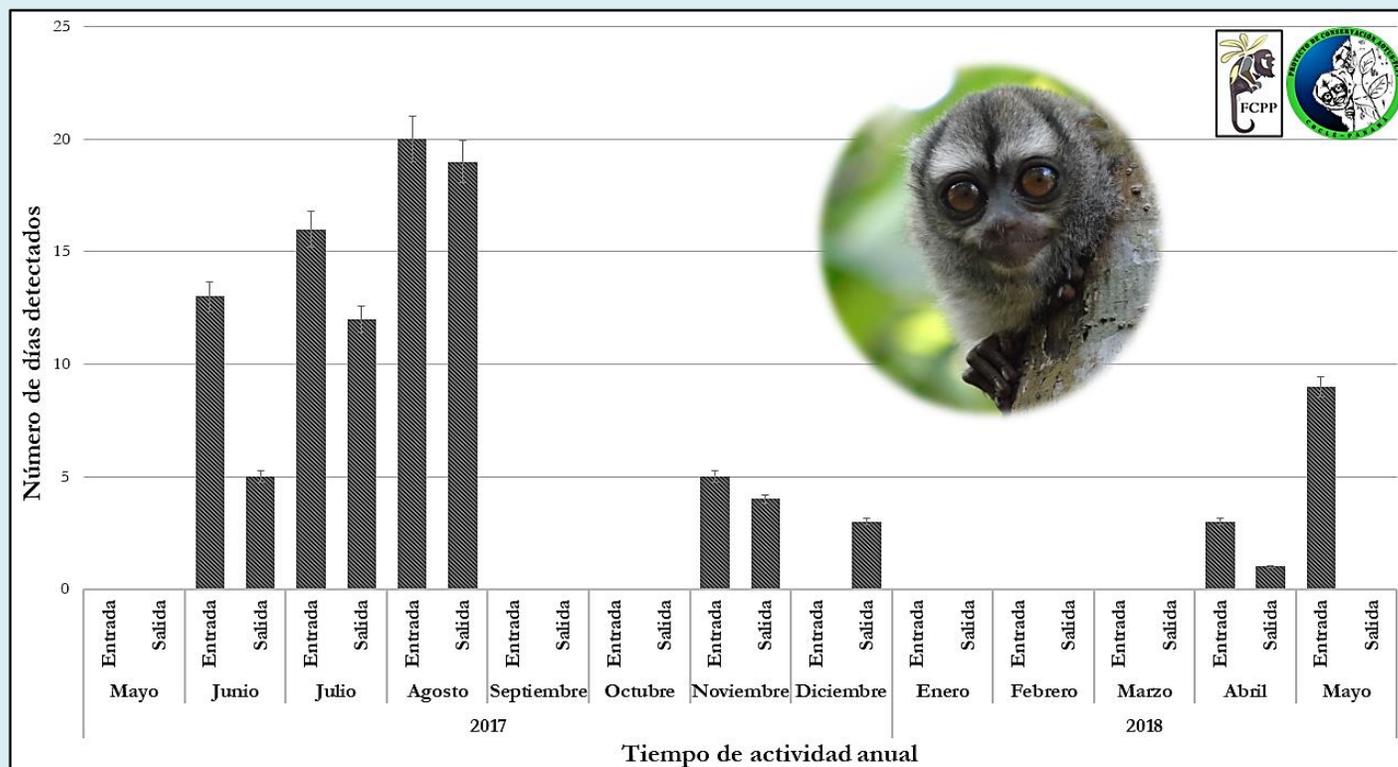


Figura 2. Número de días de detectabilidad del grupo de *A. zonalis*, entrando y saliendo del Nido 1 (palma, *Bactris gasipaes*) por mes, en el Pajonal, provincia de Coclé.

También se logró observar el patrón de entrada y salida para los meses junio, julio, agosto y noviembre del 2017 (Cuadro 2). De acuerdo con el estadístico de Kruskal-Wallis este grupo varió significativamente la entrada y salida del Nido 1 por mes en general. Con el estadístico de Mann-Whitney U y Dunn’s se logra determinar que para la entrada al Nido 1 sólo los meses julio-noviembre no muestran diferencia significativa, para la salida del Nido 1 no existe diferencia significativa entre los meses junio-julio y junio-agosto. Estas diferencias significativas pueden estar relacionadas con la temperatura, luna y lluvia, debido a que los resultados obtenidos con el valor de significancia del Test-F (P: 0.0025143) estas tres variables en conjunto explican la hora de salida y entrada del Nido 1 con 14% de variabilidad. Con los valores del Test-t podemos deducir que la variable independiente temperatura es la que más podría llegar a influir en la hora de entrada y salida (Cuadro 2). Según el gráfico de Parcela de Violín con Diagrama de Caja (Figura 3) las entradas y salidas del Nido 1 se agrupan principalmente cerca del valor de la Mediana de cada mes (Cuadro 2).

Cuadro 2. Estadísticos Univariantes, Multivariantes y de Regresión Lineal Múltiple para la entrada y salida por mes durante un año del grupo *A. zonalis*, en el Nido 1 (palma, *Bactris gasipaes*), en el Pajonal, provincia de Coclé.

Análisis de datos	Horario de Entrada 2017				Horario de Salida 2017			
	Junio	Julio	Agosto	Noviembre	Junio	Julio	Agosto	Noviembre
Estadístico univariante								
N	13	16	20	5	6	12	19	4
Min	5:41	5:42	5:52	5:49	18:40	18:40	18:35	18:01
Max	5:53	6:01	6:30	6:01	20:52	20:55	18:58	18:15
	5:46	5:52	5:58	5:55	19:12	19:01	18:45	18:08
Mediana	5:46	5:51	5:56	5:57	18:50	18:51	18:46	18:09
Estadísticos multivariante								
Kruskal-Wallis	P=3.161E-06 P<0.05, se rechaza la Ho Existe diferencia significativa en la hora de entrada entre los meses.				P=0.001113 P<0.05, se rechaza la Ho Existe diferencia significativa en la hora de entrada entre los meses.			
Mann-Whitney U								
Junio		0.002	2.48E-06	0.004		0.633	0.226	0.019
Julio			0.003	0.3833			0.011	0.004
Dunn's								
Junio		0.007	1.98E-07	0.003		0.615	0.253	0.004
Julio			0.01	0.269			0.022	0.0001
Regresión lineal múltiple (1 dependiente n independiente)								
R ² : 0.13915, Test-F: 5.1188; P:0.0025143								
P<0.05, las variables independientes en conjunto explican el fenómeno de la dependiente, con un 14% de variabilidad.								
Variables independientes		Test-t		P		R²		
Temperatura		3.8864		0.00002		0.1377		
Precipitación		0.1416		0.8877		0.0001		
Luna		0.3393		0.7352		0.0022		

*Leyenda: Los valores sombreados en gris para el estadístico de Mann-Whitney U y Dunn's muestra que entre esos meses existe diferencia significativa, ya sea para entra o salida del Nido 1. El valor sombreado en azul para la significancia del Test-t muestra que esta variable independiente influye de manera directa sobre la variable dependiente.

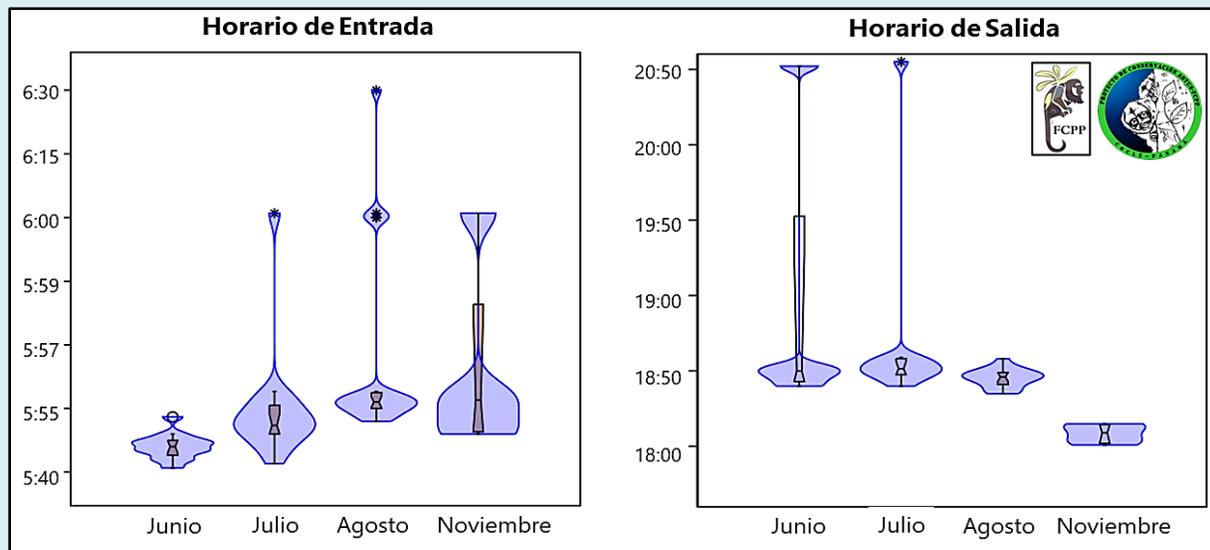


Figura 3. Gráfico de Parcela de Violín con Diagrama de Caja, la parcela del violín se muestra en azul, indicativo de donde se encuentra la densidad del núcleo o la mayor cantidad de datos. Los valores fuera de las cercas internas se muestran como círculo (o), los valores más allá de 3 veces la altura de la caja (las "cercas externas") se muestran con un asterisco (*).

Durante el muestreo con el SCO se logró observar que principalmente para el mes de junio 2017 el macho del grupo salía y entraba con la cría al Nido 1, para finales de junio y los meses siguientes se detectó que la cría se trasladaba sola. También se logró detectar cópula entre el macho y la hembra adulta, con dos posiciones, envite por detrás y de frente. Se logró la detección de cinco especies de mamíferos, principalmente arborícolas (Cuadro 3). Con el SCO se logró establecer una tendencia de patrón circadiano para las especies zarigüeya común (zorra) *Didelphis marsupialis* y rata arborícola (rata amarilla) *Diplomys labilis* (Figura 4), principalmente se detectaron dentro o relativamente cerca del dormitorio de los monos nocturnos (Figura 5).

Cuadro 3. Listado de mamíferos detectados por el SCO y *Ad-Libitum* durante el muestreo.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estado de conservación UICN
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	♀ Zorra	LC
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Caluromys derbianus</i>	*Zarigüeya lanuda	LC
Rodentia	Echimyidae	<i>Diplomys labilis</i>	♀ Rata amarilla	LC
Pilosa	Megalonychidae	<i>Choloepus hoffmanni</i>	♀ Perezoso de dos garras	LC
Rodentia	Erethizontidae	<i>Coendou quichua</i>	*Puerco espín	DD/VU

*Leyenda: ♀ Detección por SCO y *Ad-Libitum*, *Detección *Ad-Libitum*

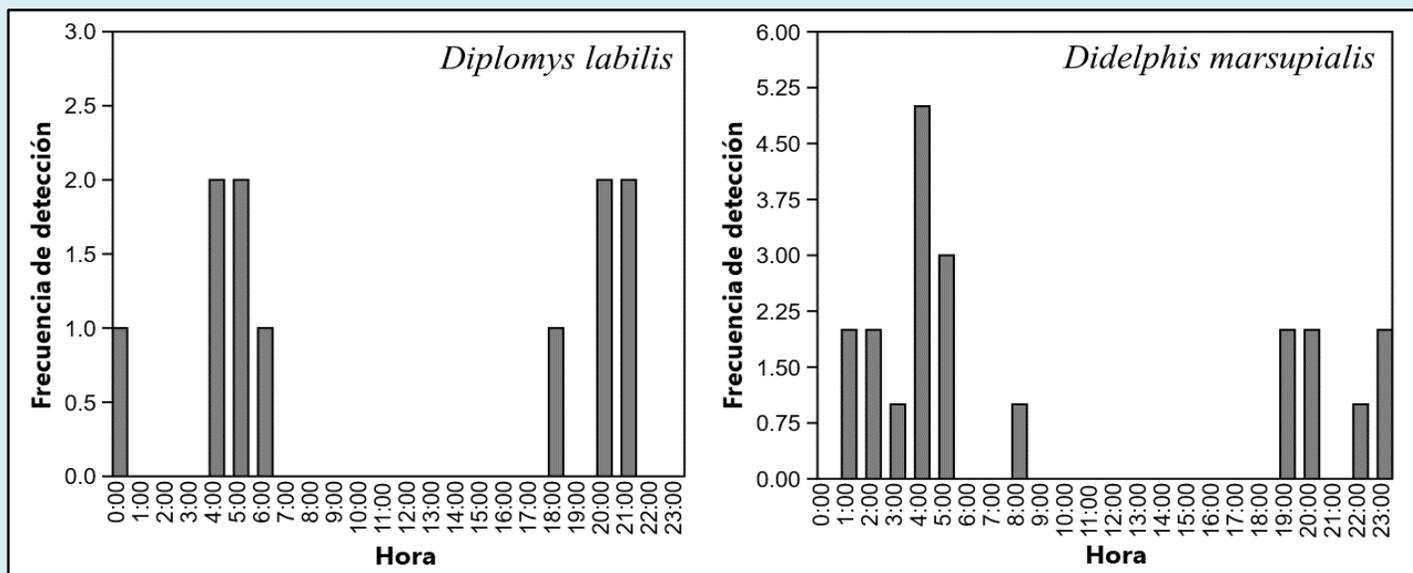


Figura 4. Gráfico de frecuencia de detección por hora para dos especies de mamíferos utilizando el SCO.

No fue posible contabilizar actividades suficientes pero si un breve etograma que consistió mayormente en las siguientes categorías dentro del nido: a) descansando: ojos abiertos, cuerpo extendido, relajación en extremidades posándose en ramas o en el nido; b) durmiendo: ojos cerrados, resto similar a “a”; c) cuidado parental: cargando cría en la espalda y amamantando; d) vigilando: observa detenidamente al entorno mientras no hay otros miembros activos, normalmente en horas no regulares de actividad donde hay perturbación cercana al nido, desde lo alto. Actividades fuera del nido como: f) traslado: movimiento a mayor distancia de un metro desde su nido; g) comiendo: ingiriendo algo que se lleva a su boca, lo mastica y traga; h) forrajeando: escudriñando con las manos entre su entorno, tratando de agarrar algo que vuele o llevándolo a la boca para prueba; i) copulando: hembra recibe envites del macho, falsos o bien verdaderos (Figura 5).

DISCUSIÓN

El uso de dormideros en el género *Aotus* ha sido documentado en varias especies a lo largo de Suramérica (Spence-Aizenberg y Fernández-Duque, 2016). En este estudio se detectó tres nidos de *A. zonalis* en el área de Pajonal, Penonomé, Coclé. Estos nidos fueron utilizados alternativamente por el mismo grupo de tres (pareja macho/hembra adultos y un infante), eventualmente creció a cuatro individuos. Otros grupos en observaciones eventuales para provincias como Colón, Chorrera y Panamá (Cerro Ancón) reportan similar estructura hasta 5 individuos (Méndez-Carvajal, 2019). Esta estructura es similar en monos nocturnos de Suramérica para otras especies, y podría variar según especie y de acuerdo al recurso alimentario presente (Rotundo *et al.*, 2002; Rowe y Jacobs, 2016). Nuestros resultados demostraron presencia de una sola pareja hembra-macho por la cría de la camada anterior, remarcando monogamia como bien se reporta para este género, así también, se logra observar un segundo infante y el anterior aun con los padres, por lo cual podría existir vínculo parental hasta más de un año. Se confirma cuidado parental masculino para *A. zonalis* al observarse al macho cargando la cría y a la hembra amamantando, conducta reportada para otras especies del

mismo género (Rotundo *et al.*, 2002; Fernández-Duque, 2007; Castaño *et al.*, 2010; Spence-Aizenberg y Fernández-Duque, 2016). Al evaluar conductas para construir un etograma, logramos observar categorías con poca frecuencia, por lo cual no pudieron sacarse proporciones. Sin embargo, estas actividades detectadas en Nido 1 implican que existe una confianza por el sitio y podríamos sugerir el área fue seleccionada por la pareja por oportunidad estructural (palma hueca), defensa estructural (palma con espinas), altitud (5 m), caracterizándose como el más alto de los tres nidos (Cuadro 1). Estas estrategias han sido reportadas válidas para evitar detectar evasión por presencia de depredadores en *Aotus* por Feilen y Marshall (2014). Sin embargo esta medida máxima obtenida sigue siendo aun la menor altura reportada según datos con *A. lemurinus*, *A. nancymaae*, *A. vociferans* cuyas alturas oscilan entre los 10-14 m de altura (Puertas *et al.*, 1995; Castaño *et al.*, 2010; Vargas, 2013).

Especies como el *A. lemurinus* han sido observados anidando en árboles de *Theobroma cacao*, en árboles con follaje denso, cualidades encontradas en otros grupos de *Aotus* por Defler (2010). Otros dormitorios se han reportado en árboles de *Beliocarpus popayanensis*, con acceso de lianas y ramas de árboles, características también reportadas en dormitorios de *A. nancymaae* en Perú (Vargas, 2013). Estos reportes coinciden con cantidad de nidos alternativos para *A. zonalis* y con estructura y uso de lianas para nidos en este trabajo. Los *A. zonalis* mantienen nidos tanto dentro de tronco como en camas de hojas, algo común en este género (Thorington *et al.*, 1976; Wright, 1981; Aquino y Encarnación, 1994; Defler, 2003; 2010), excepto *A. azarae* (Savagian y Fernández-Duque, 2017). Sin embargo *A. zonalis* utilizó huecos o cavidades, pero no de árboles viejos sino de palmas viejas, estas plantas fueron las de mayor preferencia en un 93.5 % de muestreo. Otros estudios para *A. vociferans* y *A. trivirgatus* los reportan durmiendo en huecos de árboles viejos (Aquino y Encarnación, 1986, 1994; Defler, 2010). Otras especies de primates Neotropicales diurnas como *Callicebus ornatus*, *Saguinus nigricollis* y *Saguinus oedipus*, muestran similar preferencia para nidos, donde el grupo pasa la noche en árboles o bejucos y generalmente la vegetación es densa (Neyman, 1978; Vargas, 1992; 1994). Estos nidos podrían facilitar la socialización manteniendo un íntimo contacto entre sí con sus colas enroscadas una con la otra (Kinzey, 1981). Estas observaciones implican área de acicalamiento y socialización, pero podría significar zonas de termorregulación por traspaso de calor entre individuos, una estrategia utilizada comúnmente cuando la temperatura es baja. Los nidos con mayor propiedad de protección a vientos fríos y bajas temperaturas, podrían ser los de cobertura fuerte, espinas, tal cual la palma ofrece en Nido 1. Al contrastar las hipótesis con significancia entre las entradas y salidas del Nido 1, encontramos un valor de diferencia significativa con las pruebas de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney U, indicando que existe un factor que interviene en el horario de entradas y salidas (entradas promedio: 05:46-05:57 hrs) y salidas (18:09-18:50; N=13-20). Actividad circadiana en este estudio fueron parecidas a las obtenidas en otros estudios, con variaciones leves por minutos. Otros rangos reportados para *A. zonalis* son: entradas 05:50-06:00 hrs., y rango de salidas de 17:00 y 18:15 hrs. (Thorington *et al.*, 1976; Vargas 2013), otras especies muestran similitud con *A. vociferans* con entradas de 05:00-05:50 hrs. y salidas de 18:00 a 18:35 hrs. (Aquino y Encarnación, 1986), y *A. nancymaae*, saliendo a las 17:55 hrs., y entrando entre 05:25 a 06:30 hrs. (Wright, 1985). Estos datos confirman que tanto *A. zonalis* como las demás especies que se han estudiado son estrictamente nocturnas, a excepción de *A. azarae* del Gran Chaco de Suramérica, que es catameral (Fernández-Duque, 2007; 2012). Otros factores que pudieran ser influyentes en base a nuestra hipótesis, sería la presencia de depredadores, pero de las 8,760 hrs cámaras solo se detectaron especies que no se reportan como amenaza para *A. zonalis*, sino como especies arbóricolas crípticas, que buscan similares lugares de refugio, en este caso *Diplomis labilis* (Goldman, 1914; Martínez-Fonseca et al., 2018). Esta rata escaladora fue detectada olfateando y entrando al nido de *A. zonalis*, pero solo cuando *A. zonalis* no se encontraba en el área. Potenciales depredadores para *Aotus* spp., según observaciones directas pueden ser mayormente representadas por especies de aves rapaces, puesto que la reacción observada en las actividades de vigilancia de *A. zonalis* en horas crepusculares era con mayor atención a la parte superior de los árboles (P. González-Hernández pers.

obs.). Por otro lado, *Didelphis marsupialis* incursionó de igual forma en el Nido 1 a manera de exploración, pero tampoco coincidió con la presencia de los monos en el sitio. La ausencia de especies reportadas en el área como depredadores potenciales (serpientes, felinos, tayras, rapaces) (Wright, 1985; Pérez-Iríneo y Santos-Moreno, 2014), confirma que el Nido 1 era bastante seguro, tomando en cuenta que el grupo se mantuvo frecuentemente utilizándolo para dormir con un acumulado anual de junio a agosto (estación lluviosa) del 2017, y una ausencia en el mismo para enero a marzo (estación seca) de 2018 (Figura 2).

CONCLUSIONES

Tomando en cuenta las posibilidades de preferencia de hábitat en uso de nidos, siendo conservadores por la poca replica en el muestreo, nuestros resultados demuestran diferencias significativas en los valores de entradas y salidas de los nidos, influyendo tres variables; el efecto lunar (fases de la luna), la precipitación pluvial, y la temperatura. Los resultados demostraron en base a regresión múltiple que aunque las tres variables modifican la selección de uso de un nido, la temperatura es determinante cuando se evalúa por sí sola, por lo que esta sería una variable importante para la selección de los nidos, afirmando ausencia de depredador y temperaturas como modificadores de los patrones de entradas y salidas, en uso de nidos de *A. zonalis*. Algunos mamíferos que compartieron hábitat con *A. zonalis* (Cuadro 3), coinciden con fauna nocturna arborícola reportada en otros estudios como *Potos flavus*, *Coendou bicolor*, *Isothrix bistrhiatus* y *Caluromys lanatus* (Aquino y Encarnación, 1986; 1994; Puertas et al., 1995). Los patrones circadianos de *D. marsupialis* y *D. labilis* coincidieron para su pico de actividad atardecer-noche, pero no coincidieron en su primer pico de actividad, quizá el más importante de forrajeo en horas de madrugada, ambas especies si logran traslaparse entre sí en sus ciclos circadianos con *A. zonalis*, sin embargo, no se encontró conflicto o presencia de ambos por lo que se asume estas dos especies de mamíferos tienden a evadir a *A. zonalis* (Figura 3). Sin embargo, este es el primer trabajo con cámaras trampa en estrato medio de bosque donde se pudo obtener data de *A. zonalis* comparado a un estudio de 13 puntos de muestreo con SCO por un año a lo largo del istmo de Panamá (Méndez-Carvajal, 2014), demostrando que, para detectar a estos primates nocturnos, la mejor manera de hacerlo es por observación, vocalización, o por sus nidos enfocando cámaras en potenciales huecos. Dada la similitud en patrones circadianos de la familia de *A. zonalis* estudiada respecto a otras especies del mismo género, es evidente que *A. zonalis*, es una especie tolerante a zonas intervenidas, pero la proximidad humana los puede perturbar en sus hábitos de evasión de depredadores, exposición por vigilancia diurna, sobre todo en lugares donde un turismo mal dirigido podría incitar la visita regular de personas a sus nidos. Se observó que prefieren las palmas huecas a una altura mediana en base a un promedio de 12 m aproximadamente de dosel. El hábitat utilizado por *A. zonalis* depende de las interacciones de este con el medio, los dormitorios son parte esencial para su desarrollo, éste debe estar en un lugar céntrico donde pueda conseguir alimento, refugiarse y a la vez establecer una relación estrecha con la vegetación existente y otras especies de animales. La mayor tasa de actividad en esta especie se registra desde las primeras horas de la noche hasta el amanecer, este periodo de actividad permite comprobar que al igual que otras especies de monos nocturnos, el *A. zonalis* es un animal estrictamente nocturno. Según reporte de los lugareños, esta especie es común en estas áreas, por lo que estaremos realizando más estudios sobre su densidad y ecología, para establecer medidas comparativas y de conservación para esta especie a largo plazo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a Cristeily Ibarra, Karla Reyes, Angélica Ortiz, Brenda Sánchez y María I. González por su colaboración en la colocación de cámaras trampa y observaciones diurnas y nocturnas. Al Herbario de la Universidad de Panamá, al Lic. Marcos Peñafiel por la identificación de la rata arborícola, a Samuel Valdés por la colaboración con la casa en Mariposario Cerro La Vieja y a Yostin

Añino por evaluaciones preliminares en los estadísticos. Parte del proyecto fue financiado por fondos de la Sociedad Primatológica Internacional (IPS) 2018 IPS Conservation Mohamed bin Zayed Species Conservation Fund (Grant 152511388), y Second Rufford Booster Grant (18309-B) de Fundación Pro-Conservación de los Primates Panameños (FCPP).

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores presentes declaran que no existe intereses de conflicto.

REFERENCIAS CITADAS

- ALTMANN, S.A. 1974.** Observational study of behaviour: sampling methods. *Behavior*, 49:227-267.
- ÁLVAREZ, S. 2004.** Uso del hábitat por el borrego cimarrón *Ovis canadensis weemsi* en la Sierra del Mechudo, Baja California Sur, México. Tesis de Doctorado. Fac. de Ciencias, UNAM, México.
- AQUINO, R. & ENCARNACIÓN, F. 1994.** Owl monkey populations in Latin America: field work and conservation. In: Baer, J. F., Weller, R. E., Kakoma, I., (edt). *Aotus: the owl monkey*. San Diego, Academic Press, pp 59-95.
- AQUINO, R. & ENCARNACIÓN, F. 1986.** Characteristics and use of sleeping sites in *Aotus* (Cebidae, Primates) in the Amazonian lowland of Peru. *Am J Primatol*, 11: 319-331.
- CASTAÑO, H., CARDONA-RAMÍREZ, D. & BOTERO, J. 2010.** Ecología de mono nocturno en fragmentos de bosque subandino. Primatología. En Colombia: Avances Al Principio Del Milenio. Primera edición. Fundación Universitaria San Martín. 258 pp.
- CASTAÑO, J.H. & CARDONA, D.M. 2005.** Presencia del mono nocturno andino (*Aotus lemurinus* i. *Geoffroy-st. Hilaire*, 1843) en fragmentos de bosque de la cuenca media del río cauca. *Museo de Historia Natural*, 9:111-117.
- CUARÓN, A.D., PALACIOS, E., MORALES, A., RODRÍGUEZ-LUNA, E., & GRAMMONT, P.C. 2008.** *Aotus zonalis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T39953A10297100. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T39953A10297100.en>. Downloaded on 22 June 2020.
- DAY, R.T. & ELWOOD, R.W. 1999.** Sleeping Sites Selection by the Golden-handed Tamarin *Saguinus midas midas*: The Role of Predation Risk, Proximity to Feeding Sites, and Territorial Defence. *Ethology*, 105(12):1035-1051.
- DEFLER T.R. 2003.** Primates de Colombia. Conservación Internacional Colombia. Panamericana formas e impresos, Colombia, pp. 543.
- DEFLER, T. & BUENO, M.L. 2007.** *Aotus* diversity and the species problem. *Primate Conservation*, 22: 55-70.
- DEFLER, T.R. 2004.** Primates of Colombia. Conservación Internacional Colombia, Bogotá.
- DEFLER, T.R. 2010.** Historia Natural de los Primates Colombianos. Conservación Internacional Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Biología. Bogotá, Colombia, pp. 612.
- DEFLER, T.R., BUENO, M.L. & HERNÁNDEZ-CAMACHO, J.I. 2001.** Taxonomic status of *Aotus hershkovitzi*: its relationship to *Aotus lemurinus lemurinus*. *Neotropical Primates*, 9: 37-52.
- DI BITETTI, M.S., VIDAL, E.M.L., BALDOVINO, M.C. & BENESOVSKY, V. 2000.** Sleeping site preference in tufted capuchin monkeys (*Cebus apella nigritus*). *American Journal of Primatology*, 50, 257-274.
- DUNN, O.J. 1964.** Multiple comparisons using rank sums. *Technometrics* 6:241-252.

- FEILEN, K.L., & MARSHALL, A.J. 2014.** Sleeping site selection by proboscis monkeys (*Nasalis larvatus*) in West Kalimantan, Indonesia. *American Journal of Primatology*, 76(12), 1127–1139.
- FERNÁNDEZ-DUQUE, E. 2007.** Aotinae: Social monogamy in the only nocturnal haplorhines. In: Campbell, C. J., Fuentes, A., Mackinnon, K. C., Panger, M., Bearder, S. K., (edt). *Primates in Perspective*. Oxford (UK), Oxford University Press, pp. 139–154.
- FERNÁNDEZ-DUQUE, E. 2012.** Owl monkeys *Aotus* spp in the wild and in captivity. *Int. Zoo Yb*, 46: 80–94.
- GOLDMAN, E.A. 1914.** Description of five new mammals from Panama. *Smithson Misc Coll*, 63: 1–7.
- HOLDRIDGE, L.R. 1977.** The world life zone classification system and forestry research. Congreso Forestal.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSO. 2010.** Contraloría Nacional de la República de Panamá. Sección Clima (121-Meteorología). Recuperado de <http://www.contraloria.gob.pa/INEC/>
- KINZEY, W.G. 1981.** The titi monkeys, genus *Callicebus*. *Ecology and behavior of neotropical primates*, 1, 241–276.
- KOWALEWSKI, M. ZUNINO, G.E. 2005.** The parasite behavior hypothesis and the use of sleeping sites by black howler monkeys (*Alouatta caraya*) in a discontinuous forest. *Neotropical Primates*, 13(1): 22–27.
- LÓPEZ, O.R., PÉREZ, R., & MARISCAL, E. 2015.** Diversidad de árboles y arbustos en fragmentos de bosque seco tropical en río Hato, Panamá. *Colombia forestal*, 18(1), 105–115.
- MARTÍNEZ-FONSECA, J.G., REID, F.A., LOZA, J., GUTIÉRREZ-LÓPEZ, L., SUNVER, J. 2018.** New records of *Diplomys labilis* (Bangs, 1901) (Mammalia, Rodentia, Echimyidae) from Nicaragua. *Check List* 14 (3): 555–558. <https://doi.org/10.15560/14.3.555>
- MÉNDEZ-CARVAJAL, P.G. 2014.** El sistema de cámaras orión, un método nuevo para instalar cámaras trampa en el dosel para el estudio de primates y otros mamíferos: un caso de estudio en Panamá. *Mesoamericana*, 18(1), 9–23.
- MÉNDEZ-CARVAJAL, P.G. SETCHELL, J.M. & HILL, R. 2016.** Factors limiting the distribution of Panamanian primates: An ecological nice modelling approach. International Primatological Society, and American Society of Primatologists, Conference. Chicago, USA.
- MÉNDEZ-CARVAJAL, P.G. 2019.** A long term monitoring study to evaluate the primate conservation status in Panama using species distribution modelling and complementary information (Doctoral dissertation, Durham University).
- MOYNIHAN, M.H. 1964.** Some behavior patterns of platyrrhine monkeys: I. The night monkey (*Aotus trivirgatus*). *Smithsonian Miscellaneous Collections*.
- MORRISON, M.L., MARCOT, B.G. & MANNAN, R.W. 1998.** *Wildlife habitat relationships: concepts and applications* (2a. ed.). The University of Wisconsin Press. Madison, Wisconsin.
- NEVILLE, M.K., GLANDER, K.E., BRAZA, F. & RYLANDS, A.B. 1988.** The howling monkeys, genus *Alouatta*. World Wildlife Fund, Washington, DC, pp. 349–453.
- NEYMAN, P.F. 1978.** Ecology and social organization of the cotton-top tamarin (*Saguinus oedipus*). Tesis de grado. University of California. Berkley.

- OBALDÍA, N.III. OTERO, W., MARÍN C., APARICIO, J. & CISNEROS G. 2011.** Life history traits of laboratory bred *Aotus zonalis* (Panamanian owl monkey): An animal model for malaria research, *J. Med Primatol*, 40(6): 383-91.
- PÉREZ-IRÍNEO, G., & SANTOS-MORENO, A. 2014.** Density, distribution, and activity of the ocelot *Leopardus pardalis* (Carnivora: Felidae) in southeast Mexican rainforests. *Revista de Biología Tropical*, 62(4), 1421–1432.
- POZO, W.E. 2005.** Caracterización de los dormideros usados por *Ateles beltzebuth* en el Parque Nacional Yasuní, Ecuador. *Neotropical Primates*, 13(3): 27-34.
- PUERTAS, P.E., AQUINO R. & ENCARNACIÓN F. 1995.** Sharing of sleeping between *Aotus vociferans* with other mammals in the Peruvian Amazon. *Primates*, 36(2):281-287.
- ROTUNDO, M., FERNÁNDEZ-DUQUE, E., GIMÉNEZ, M. 2002.** Cuidado biparental en el mono de noche (*Aotus azarai*), de Formosa, Argentina. *Neotropical Primates J.* 10(2):70-72.
- ROWE, N. & JACOBS, M. 2016.** Night Monkeys. In: Todos los primates del Mundo. Eds. N. Rowe y M. Myers. *La Enciclopedia Internacional de Primatología*. pp. 313-328.
- RYLANDS, A.B., GROVES, C.P., MITTERMEIER, R.A., CORTES-ORTIZ, L., HINES, J.J.H. 2006.** Taxonomy and distributions of Mesoamerican primates. In A. Estrada, PA Garber, M. Pavelka, L. Luecke (Eds.), *New Perspectives in the Study of Mesoamerican Primates: Distribution, Ecology, Behavior, and Conservation* (pp. 29–79). New York: Springer Science+Business Media, Inc.
- SAVAGIAN, J. & FERNANDEZ-DUQUE, E. 2017.** Do predators and thermoregulation influence choice of sleeping sites and sleeping behavior in Azara's Owl Monkeys (*Aotus azarae azarae*) in Northern Argentina?. *International Journal of Primatology*, 38(1), 80-99.
- SNOWDON, C. T. & SOINI, P. 1988.** The tamarins, genus *Saguinus*. Ecology and Behavior of Neotropical Primates. World Wildlife Fund, Washington, DC. pp. 223–298.
- SETEVENSON, M.F., RYLANDS, A.B. 1988.** The marmosets, genus *Callithrix*. In: Ecology and Behavior of Neotropical Primates. Second Edition, pp. 131–222. Mittermeier, R.A., Rylands, A.B., Coimbra-Filho, A.C., Fonseca, G.B., Eds., Washington, D.C., USA, World Wildlife Fund.
- SPENCE, AIZENBERG, A., FERNÁNDEZ-DUQUE, E. 2016.** Panamanian Night Monkey *Aotus zonalis*. In: *Todos los primates del Mundo*. Eds. N. Rowe y M. Myers. *La Enciclopedia Internacional de Primatología*. pp. 327-328.
- STORCH, I. 2003.** Linking a multiscale habitat concept to species conservation. pp. 303–320.
- SVENSSON, M.S., SAMUDIO, R., BEARDER, S.K., ANNE-ISOLA, N. 2010.** Density Estimates of Panamanian Owl Monkeys (*Aotus zonalis*) in Three Habitat Types. *American Journal of Primatology*, 72: 187–192.
- SVENSSON, M.S., SHANEE, S., N. BANNISTER, F.B., CERVERA, L., DONATI, G.... & MÉNDEZ-CARVAJAL, P.G. 2016.** Disappearing in the night: an overview on trade and legislation of night monkeys in South and Central America. *Folia Primatologica*, 87(5), 332-348.
- THORINGTON, R.W., MUCKENHIRN, N. A. & MOTGOMERY, G.G. 1976.** Movements of a wild night monkey (*Aotus trivirgatus*). *Neotropical primates: Field studies and conservation Proceedings of a symposium on the distribution and abundance of Neotropical primates*. Washington, DC: National Academic of Sciences, pp. 32-34.
- VARGAS, T.N. 1992.** Patrones de actividad diaria de *Saguinus nigricollis hernandezii* Hershkovitz, 1982 (Primates: Callitrichidae), Parque Nacional Natural Tinigua, Departamento del Meta. Colombia. Unpublished bachelor's thesis, Pontificia Universidad Javeriana, Bogota.

VARGAS, T. 1994. Activity patterns of *Saguinus nigricollis hernandezi* at the Tinigua National Park, Colombia. Field Studies of New World Monkeys. La Macarena Colombia 9:23-32.

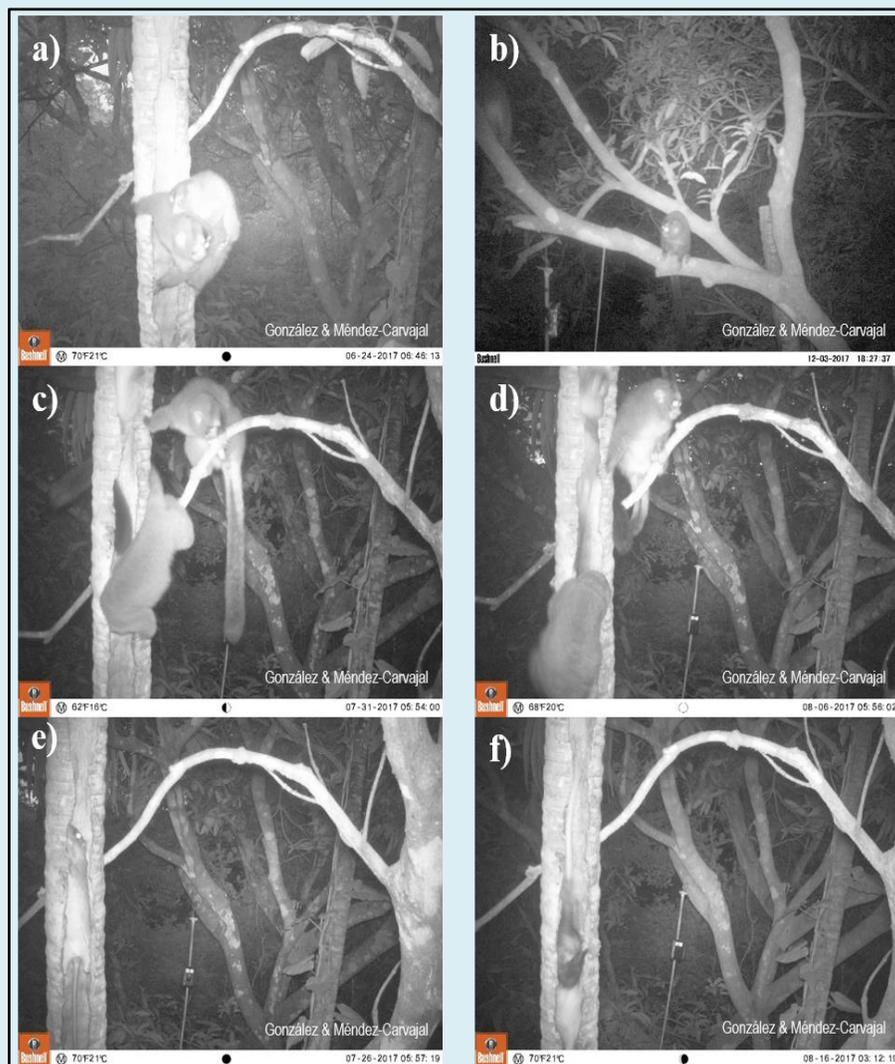
VARGAS, M. 2013. Evaluación de la población de monos Nocturnos (*Aotus* spp.) En la región de Frontera Colombia-Perú: Densidad poblacional y conservación de *Aotus nancymae* en Loreto, Perú. Manejo y Conservación de Vida Silvestre. Departamento de Biología. Bogotá, Colombia, pp. 72.

WEATHER S. 2016. Página de análisis estadístico de informes climatológicos. [En línea], Disponible en <http://es.weatherspark.com/clima> de Penonomé. [Consultado el 10 de enero de 2019].

WRIGHT, P.C. 1981. The night Monkeys, Genus *Aotus*. In: Coimbra-Filho AF, Mittermeier RA. *Ecology and Behavior of Neotropical Primates*. Vol I. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciencias, pp. 211-239.

ANEXOS

Figura 5. Interacciones de mono nocturno con otra fauna arborícola dentro o en alrededores de su nido: a) adulto y cría, b) *A. zonalis* saliendo del nido, c y d) grupo familiar: cría, macho y hembra, entrando al nido, e) Rata arborícola (*Diplomys labilis*) saliendo del dormidero, f) *Didelphis marsupialis* entrando al dormidero de *A. zonalis*.



Citar como: González-Hernández, P., Gómez, I., Vargas, R., Gutiérrez-Pineda, K. & Méndez-Carvajal, P. 2020. Uso de dormideros de un grupo de *Aotus zonalis* en Pajonal, Coclé, República de Panamá. Mesoamericana 24(1): 7-21.