Mastozoología Neotropical, 29(1):e0631, Mendoza, 2022
Versión on-line ISSN 1666-0536
https://doi.org/10.31687/saremMN.22.29.1.11.e0631

Copyright © SAREM, 2022
http://www.sarem.org.ar
http://www.sbmz.org

Artículo

PATRONES DE ACTIVIDAD DIARIA Y LUNAR DE *Cavia tschudii* (RODENTIA) EN UN HUMEDAL COSTERO TROPICAL

Manuel Quispe-López[1], Sue Barreda[1], Diego Marcelo-Carranza[2], Ricardo Mejía[3], Carlos Santana[3] & Dámaso W. Ramirez[4,5]

[1]División de Mastozoología, Centro de Ornitología y Biodiversidad (CORBIDI), Lima, Perú. [Correspondencia: Manuel Quispe-López <manuel.artq@gmail.com>]
[2]Departamento de Mastozoología, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
[3]Área de Biología e I+D de TEMA LITOCLEAN S.A.C.
[4]Facultad de Ciencias Ambientales, Coastal Ecosystems of Peru Research Group (COE-PERU), Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.
[5]Laboratorio de Florística, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

RESUMEN. *Cavia tschudii* es un roedor silvestre que habita pastizales y humedales andinos y costeros cuyos aspectos ecológicos han sido poco estudiados. En este estudio describimos sus patrones de actividad diaria y evaluamos el efecto de la luminosidad lunar sobre su actividad nocturna durante las temporadas húmeda de 2019 y seca de 2020 en un área de juncales de un humedal costero de Perú. Además, evaluamos el solapamiento de actividad de *C. tschudii* con las especies que co-ocurrieron con él. Utilizando seis estaciones de cámaras trampa y analizando las fechas y horas de registros encontramos que durante ambas temporadas *C. tschudii* fue mayormente nocturno, los perros, catemerales y *Rattus* sp., nocturno. La actividad de *C. tschudii* tuvo un solapamiento moderado con los perros y alto con *Rattus* sp. Durante ambas temporadas *C. tschudii* mostró dos picos de actividad cuando la luminosidad lunar era de 76-100 % y 1-25 %. Asimismo, en la estación seca su actividad nocturna tuvo correlación positiva con la luminosidad lunar. Este es el primer estudio que en condiciones naturales evalúa los patrones de actividad diaria y lunar de *C. tschudii*. Concluimos que la actividad diaria de *C. tschudii* es mayormente nocturna durante ambas temporadas, pero durante la temporada seca la actividad nocturna se incrementa; el mayor solapamiento de actividad con *Rattus* sp. sugiere una posible competencia; y la actividad nocturna de *C. tschudii* durante la temporada seca sugiere que aprovecha la luz de la luna para mejorar su búsqueda de alimento y detección de depredadores.

ABSTRACT. DAILY AND MOON ACTIVITY PATTERNS OF *Cavia tschudii* (RODENTIA) IN A TROPICAL COASTAL WETLAND. *Cavia tschudii* is a wild rodent that inhabits Andean and coastal grasslands and wetlands whose ecological aspects have been rarely studied. In this study we describe their daily activity patterns and evaluate the effect of lunar luminosity on their nocturnal activity during the 2019 wet and 2020 dry seasons in a bulrush community of a coastal wetland in Peru. Moreover, we evaluated the activity overlap of *C. tschudii* with the species that co-occurred with it. Using six camera trap stations and analyzing the dates and times of the recordings, we found that during both seasons *C. tschudii* was mainly nocturnal, the dogs were cathemeral and *Rattus* sp. was nocturnal. The activity of *C. tschudii* had a moderate overlap with the dogs and a high overlap with *Rattus* sp. During both seasons *C. tschudii* showed two peaks of activity when the lunar luminosity was 76-100 % and 1-25 %. Likewise, in the dry season, its nocturnal activity had a positive correlation with lunar luminosity. This is the first study that evaluates the daily and lunar activity patterns of *C. tschudii* under natural conditions. We conclude that the daily activity of *C. tschudii* is mostly nocturnal during both seasons, but during the dry season the nocturnal activity increases; the highest activity overlap with *Rattus* sp. suggests a possible competition; and the nocturnal activity of *C. tschudii* during

Recibido 29 julio 2021. Aceptado 11 abril 2022. Editor asociado: Dr. Aldo Iván Vassallo.

the dry season suggests that it takes advantage of moonlight to improve its foraging and predator detection.

Palabras clave: Cámaras trampa, conejillo de indias, fases lunares, ritmos circadianos, solapamiento de actividad.

Key words: Activity overlap, camera traps, circadian rhythms, guinea pig, moon phases.

Citar como: Quispe-López, M., S. Barreda, D. Marcelo-Carranza, R. Mejía, C. Santana & D. W. Ramirez. 2022. Patrones de actividad diaria y lunar de *Cavia tschudii* (Rodentia) en un humedal costero tropical. Mastozoología Neotropical, 29(1):e0631. https://doi.org/10.31687/saremMN.22.29.1.11.e0631

INTRODUCCIÓN

Cavia tschudii (cuy silvestre, cuis serrano o montane guinea pig) es un roedor de amplia distribución en el Neotrópico, ocurriendo en Perú, Chile, Bolivia y Argentina desde 0 a 4500 m s.n.m.; y es la especie silvestre que dio origen al conejillo de indias *Cavia porcellus* (Dunnum & Salazar-Bravo 2010). En Perú es posible encontrarlo en humedales costeros y andinos y en pastizales (Dunnum 2015). Sin embargo, sus aspectos ecológicos son aún poco conocidos. Estudios recientes en humedales costeros abarcan un reporte de amenaza por incendios (Ramirez et al. 2018), un caso de albinismo (Ramirez et al. 2019) e información sobre su selección de hábitat y cambios en su abundancia relativa (Quispe-López et al. 2021). Asimismo, se conoce que es herbívoro pero no hay estudios detallados de su dieta (Aguilar et al. 1977; Ramirez et al. 2007).

Un aspecto importante sobre su ecología son los patrones de actividad, pues son uno de los ejes más importantes del nicho ecológico al ser un componente de los modelos generales de uso del espacio y tiempo de las especies (Roth & Huber 1986). Durante la actividad, los animales realizan tareas esenciales para asegurar su supervivencia tales como forrajear, explorar, buscar pareja o defender su territorio; y esto implica gastos energéticos debido a la locomoción, el estrés y la termorregulación (Halle & Stenseth 2000). Estos patrones se ven afectados externamente por los depredadores, competidores, la calidad de hábitat y las condiciones climáticas (Donati & Borgognini-Tarli 2006), pudiendo provocar mayor riesgo de mortalidad (Halle & Stenseth 2000). Disponer de información sobre los patrones de actividad es necesario para el establecimiento adecuado de los planes de manejo y conservación de la especie, así como el abordaje de preguntas evolutivas y ecológicas que pueden estar relacionados a problemáticas en su conservación (Albanesi et al. 2016).

Cavia tschudii ha sido registrada en el humedal los Pantanos de Villa, el único humedal costero del departamento de Lima con reportes de presencia de poblaciones para esta especie (Pacheco et al. 2015; Quispe-López et al. 2021). Este humedal es importante por la diversidad biológica que alberga, y por ser un lugar esencial en la ruta migratoria de numerosas especies de aves. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivos describir los patrones de actividad diaria de *C. tschudii* y evaluar el efecto de la luminosidad lunar sobre su actividad nocturna durante la temporada húmeda de 2019 y la temporada seca de 2020 en un área dominada por juncos (*Schoenoplectus americanus*) dentro del Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en el Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa (Pantanos de Villa), ubicado en el distrito de Chorrillos, departamento de Lima, Perú (12°12'39.9" S, 76°59'20.56" O, 5 m s.n.m.). El humedal comprende una superficie de 263 hectáreas (Ministerio de Agricultura 2006), seis espejos de agua de diferentes tamaños, canales alimentados por dos afloramientos de agua y zonas pantanosas con abundante materia orgánica (Ramirez & Cano 2010). Adicionalmente hay zonas de recuperación debido a incendios ocurridos entre los años 2006 al 2014 (Ramirez et al. 2018). El ecosistema se encuentra rodeado de zonas urbanas, un club campestre, un club hípico, una universidad y el océano Pacífico (**Fig**. 1). La temperatura anual promedio es de 18.7 °C y la precipitación anual promedio es de 16 mm, los meses más cálidos son de noviembre a abril y los más fríos de mayo a octubre, la variación en precipitación entre los meses más secos y más húmedos es 31 mm y la variación en temperatura anual es de 7.7 °C. (Climate-Data.org. 2020). El humedal es considerado un refugio de aves migratorias y fue reconocido internacionalmente a partir de 1997 como un humedal de importancia internacional o sitio RAMSAR.

La vegetación predominante es de tipo herbácea y está representada por comunidades vegetales como el Totoral, Juncal, Gramadal, Zona arbustiva y Acuáticas (Cano & Young 1998). El presente estudio se realizó en la comunidad de juncales (**Fig**. 1) que tiene una extensión de 52.2 ha y representa el 19.8 % de la superficie del humedal (Aponte

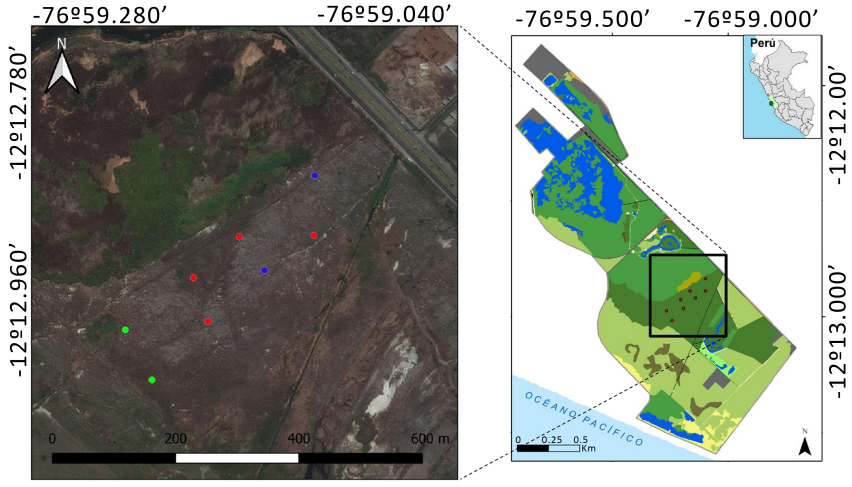


Fig. 1. Ubicación del Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa en Perú y comunidades vegetales que los componen (Aponte et al. 2018), indicando la distribución de cámaras trampa en el juncal.

et al. 2018). Evitamos otras áreas debido al riesgo de hurto existente observado durante muestreos pilotos. La vegetación se encuentra dominada por el junco *Schoenoplectus americanus* que alcanza alturas de 1-1.5 m y presenta coberturas entre el 80-100 %. El suelo donde se desarrolla la vegetación se encuentra húmedo a saturado y depende de la dinámica hídrica para su distribución en el humedal.

Diseño de muestreo

Los datos fueron colectados utilizando cámaras trampas durante la temporada húmeda de 2019 (desde junio hasta agosto) y la temporada seca del 2020 (desde diciembre hasta febrero). En cada temporada se realizó una evaluación de 37 días continuos usando seis estaciones de muestreo. Ubicamos las estaciones sistemáticamente en lugares con rastros de *C. tschudii*, separadas entre sí 70-120 m. Quispe-López et al. (2021) estudiaron la población de *C. tschudii* marcados individualmente en nuestra misma área de estudio y reportaron un valor promedio de distancias máximas de movimiento (mean maximum distance moved, MMDM) de 36.5 ± 15.7 m (promedio ± SD) y una distancia máxima entre sitios de captura de 54.8 m. Considerando la distancia máxima de captura registrada y el MMDM como un proxy del área de acción (Wilson & Anderson 1985; Karanth & Nichols 1998), el distanciamiento entre cámaras fue suficiente para que no exista dependencia espacial entre los registros.

Instalamos seis cámaras (Bushnell® Trophy Cam HD, Modelo 119874C; sensor infrarrojo pasivo, PIR) que permanecieron activas 24 h por día; dos cámaras fueron reubicadas a los 15 días de muestreo por ausencia de registros. Esto fue replicado durante ambas temporadas. Cada cámara fue programada para capturar 2 fotografías por evento con un intervalo de 10 minutos entre eventos; definiendo evento como la activación del sensor de la cámara por el paso de un animal (Swann et al. 2011). Debido a la naturaleza herbácea del junco, fijamos al suelo troncos (1 m de alto y 10 cm de diámetro) donde sujetamos las cámaras entre 20 y 40 cm sobre el nivel del suelo. Calculamos el esfuerzo de muestreo multiplicando el número de cámaras trampa por el número de días que estuvieron activas las cámaras (Srbek-Araujo & Garcia Chiarello 2005).

Patrones de actividad diaria

Describimos los patrones de actividad de *C. tschudii* en base a la fecha y hora de la cámara trampa utilizando el paquete *circular* (Agostinelli & Lund 2017) en R v. 4.0.0 (R Core Team 2020). Para cada estación de muestreo, consideramos como registros independientes las capturas separadas por lapsos de al menos una hora (Oliveira-Santos et al. 2008). Usamos el mismo enfoque para los otros mamíferos registrados durante el estudio. Para los análisis solo incluimos especies con al menos 10 registros independientes en cada temporada (Ridout & Linkie 2009). Además, graficamos el patrón de actividad de *C. tschudii* mediante histogramas circulares de frecuencia; donde las clases fueron las 24 horas del día, y donde el radio de cada barra correspondió a la raíz cuadrada de la frecuencia relativa en cada hora del día; esto asegura que el área de cada barra sea proporcional a la frecuencia registrada en cada hora del día (Agostinelli & Lund 2017; Avendaño 2019).

Comparamos los patrones de actividad entre temporadas para cada especie usando la prueba de Watson de dos muestras (Watson's two-sample test of homogeneity) y evaluamos la uniformidad de los patrones usando la prueba de espaciado de Rao (Rao's spacing test) del paquete *circular* (Agostinelli & Lund 2017) en R.

Clasificamos los registros como diurnos (con luz solar), nocturnos (en oscuridad) o crepusculares (una hora antes o después de salir u ocultarse el sol) (Gómez et al. 2005). Los registros fueron agrupados por especie y el patrón de actividad que presentaron fue clasificado como: diurno (<10 % de observaciones en oscuridad), nocturno (>90 % de observaciones en oscuridad), mayormente diurno (entre 10 y 30 % de observaciones en la oscuridad), mayormente nocturno (entre 70 y 90 % de observaciones en oscuridad) y

crepuscular (50 % de observaciones durante el crepúsculo) (Gómez et al. 2005).

Solapamiento de actividad temporal

Utilizamos el paquete "Overlap" (Meredith & Ridout 2017) en R para comparar los patrones de actividad entre *C. tschudii* y las especies que co-ocurrieron con él mediante la función de densidad de kernel y el coeficiente de solapamiento (△) (Ridout & Linkie 2009). Estimamos △ utilizando el estimador △1. Dicho estimador es recomendado para comparar patrones de actividad donde el patrón con menor tamaño de muestra no tiene más de 50 registros (Ridout & Linkie 2009; López-Tello 2019). △ puede variar entre 0 (no hay solapamiento) y 1 (solapamiento completo) (Ridout & Linkie 2009). También utilizamos la prueba de Watson de dos muestras para hacer comparaciones pareadas entre especies, con el fin de respaldar o no los resultados obtenidos con el coeficiente de solapamiento.

Patrón de actividad lunar

Evaluamos el efecto de las fases lunares en la actividad nocturna de las especies aplicando una prueba de Chi-cuadrado al comparar la proporción de registros nocturnos independientes por cada fase lunar respecto a una proporción esperada entendida como la proporción de días de cada fase lunar considerando un ciclo lunar de 29.5 días multiplicados por el total de registros nocturnos independientes de la especie. Estas fases fueron clasificadas en 5 categorías de acuerdo a la luminosidad lunar (Mills 1986; Brigham & Barclay 1992): Luna nueva con el valor de 0 y cuatro clases definidas por un intervalo creciente (1-25 %, 26-50 %, 51-75 % y 76-100 %). Para determinar dicho porcentaje en cada fecha se utilizó el programa Moonphase SH v.3.3 (Tingstrom 2009). Asimismo, para evaluar la relación entre el porcentaje de luminosidad lunar y la actividad nocturna de cada especie, se calculó el coeficiente de correlación de Spearman con un intervalo de confianza del 95 % en el programa R v. 4.0.0 (R Core Team 2020).

RESULTADOS

Con un esfuerzo de muestreo de 444 cámaras-día obtuvimos 518 registros independientes de *C. tschudii* (**Fig**. 2), siendo 396 durante la temporada húmeda y 122 durante la temporada seca. Además, obtuvimos registros de dos especies introducidas: los perros (*Canis lupus familiaris*) obtuvieron 46 registros independientes durante la temporada húmeda y 15 durante la temporada seca; mientras que las ratas (*Rattus* sp.) obtuvieron 35 registros independientes durante la temporada húmeda y 11 en la temporada seca.

Patrones de actividad diaria

Encontramos diferencias significativas entre las temporadas húmeda y seca para los patrones de actividad de las tres especies (*C. tschudii*: $U^2 = 0.19$, $p < 0.01$; perro: $U^2 = 0.36$, $p < 0.01$; ratas: $U^2 = 0.19$, $p < 0.05$). Por ello evaluamos los patrones de actividad de cada temporada por separado para cada especie. *Cavia tschudii* mostró un patrón de actividad no uniforme tanto durante la temporada húmeda (Prueba de espaciado de Rao: r = 165.8, P <0.001) como en la temporada seca (r = 167.48, P <0.001) (**Fig**. 3). El mayor porcentaje de registros independientes se dio durante la noche. Se obtuvo un 68.7 % de registros en la noche durante la temporada húmeda (**Fig**. 4), lo que se consideró como un patrón mayormente nocturno debido a que es un valor cercano al límite de 70 % propuesto por Gómez et al. (2005) y por tener una distribución no uniforme. Durante la temporada seca el 79.5 % de los registros ocurrió durante la noche, siendo también un patrón mayormente nocturno.

Los perros mostraron un patrón catemeral en ambas temporadas debido a la distribución uniforme de su actividad (Temporada húmeda: r = 136.8, P >0.1; Temporada seca: r = 154.25, P >0.1). Las ratas (*Rattus* sp.) tuvieron patrones no uniformes en ambas temporadas (Temporada húmeda: r = 215.61, P <0.001; Temporada seca: r = 217.54, P <0.001), un patrón mayormente nocturno durante la temporada húmeda y un patrón nocturno durante la temporada seca (**Fig**. 4).

Solapamiento de actividad temporal

Cavia tschudii y los perros tuvieron un coeficiente de solapamiento moderado durante ambas temporadas, siendo mayor durante la temporada seca; dicho resultado es respaldado por la prueba de Watson de dos muestras que encontró diferencias significativas entre las actividades de estas dos especies en ambas temporadas (**Tabla** 1, **Fig**. 5). En el caso de *C. tschudii* y las ratas, el coeficiente de solapamiento fue moderado durante la temporada húmeda y alto durante la temporada seca; resultados también respaldados por la prueba de Watson de dos muestras, que encontró diferencias significativas entre estas especies durante la temporada húmeda, mas no las encontró durante la temporada seca (**Tabla** 1, **Fig**. 5).

Patrones de actividad lunar

Obtuvimos 401 registros nocturnos de *C. tschudii* de los cuales 296 fueron durante la temporada húmeda y 105 en la temporada seca. Para la especie introducida *Rattus* sp. fueron 32 y 11 registros en la temporada húmeda y seca, respectivamente. No se consideró la actividad nocturna de los perros en el análisis debido al bajo número de registros (13 durante la temporada húmeda y 11 en la temporada seca).

Encontramos diferencias significativas en la actividad nocturna observada para el cuy silvestre



Fig. 2. *Cavia tschudii* captado con cámara trampa en el Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa.

Tabla 1

Solapamiento de la actividad diaria entre *Cavia tschudii*, perros y ratas, basados en el coeficiente de solapamiento (△) con intervalos de confianza (CI inf = inferior y CI sup = superior) y Prueba de dos muestras de Watson (U^2 de dos muestras) evaluando comparaciones pareadas entre especies por temporada (**: p-valor <0.001; *: 0.01<p-valor<0.05; negrita: p-valor>0.05).

Especies	Temporada húmeda				Temporada seca			
	△	CI inf	CI sup	U^2 de dos muestras	△	CI inf	CI sup	U^2 de dos muestras
C. tschudii -perro	0.57	0.42	0.67	0.8598**	0.65	0.47	0.88	0.2013*
C. tschudii -rata	0.65	0.49	0.78	0.4021**	0.73	0.59	0.96	0.15

frente a lo esperado de acuerdo a las 5 fases lunares (χ^2_4=38.3; p <0.01). En general, el cuy silvestre mostró mayor y menor actividad de lo esperado cuando la luminosidad lunar era de 51-75 % y 26-50 %, respectivamente (31.7 % del total de registros). Al comparar los patrones lunares de cada temporada se observaron diferencias (**Fig**. 6a), las cuales resultaron significativas tras aplicar una prueba de Chi-cuadrado (χ^2_4=39.7; p <0.01). Durante la estación húmeda, *C. tschudii* realizó gran parte de sus actividades nocturnas cuando la luminosidad fue significativamente baja (37.8 % de los registros con luminosidad <25 %, sin incluir luna nueva). En esta temporada, la correlación entre el porcentaje de luminosidad lunar y la actividad nocturna no fue significativa (r_s = 0.11, p= 0.55). Sin embargo, en la estación seca, el cuy silvestre realizó sus actividades nocturnas en los días con alta luminosidad (41.9 % de los registros de la estación), mostrando una correlación significativa y positiva (r_s = 0.43, p <0.01). En cuanto a la especie introducida *Rattus* sp., las fases lunares no parecen afectar su actividad nocturna (χ^2_4 = 4.8; p = 0.31). Si bien la actividad nocturna de las ratas muestra diferencias entre temporadas (**Fig**. 6b), estas diferencias no son significativas a un nivel de significancia de 0.01 (χ^2_4 = 10.5; p =

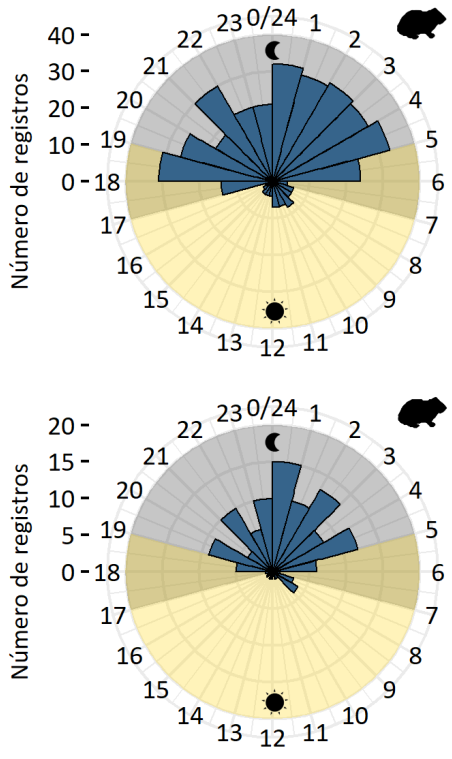


Fig. 3. Patrón de actividad diaria de *Cavia tschudii* durante a) la temporada húmeda de 2019 y b) la temporada seca de 2020 en el Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa.

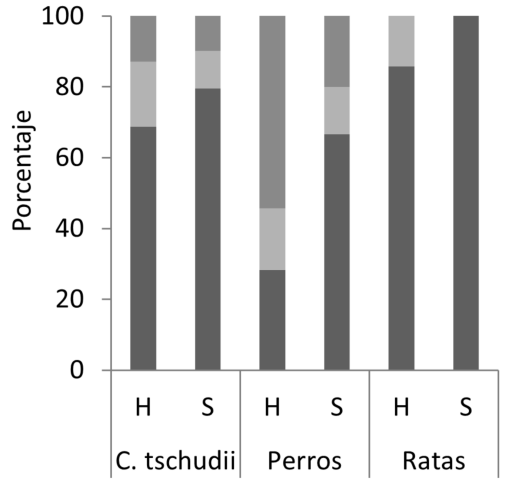


Fig. 4. Porcentajes de registros independientes de *Cavia tschudii*, perros y ratas clasificados como registros diurnos, crepusculares o nocturnos en el Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa. H: temporada húmeda, S: temporada seca.

0.03) ni tampoco se relaciona con el porcentaje de luminosidad lunar (temporada húmeda: r_s = 0.2, p <0.47, temporada seca: r_s = 0.58, p <0.17).

DISCUSIÓN

Patrones de actividad diaria

Hasta el momento, la información publicada sobre los patrones de actividad diaria de *C. tschudii* estaban limitados a observaciones oportunistas de campo y no se conocían detalles como sus picos de actividad o la distribución de su actividad a lo largo de las 24 horas; solo se mencionaba que esta especie presenta una actividad nocturna o crepuscular (Muñoz-Pedreros & Yáñez Valenzuela 2000; Lacher Jr. 2016). En el presente estudio encontramos que *C. tschudii* presenta patrones de actividad diaria mayormente nocturnos durante las temporadas seca y húmeda en el área de estudio, confirmando que tiene actividad en horas nocturnas y crepusculares, pero también una parte de su actividad, aunque menor, se da durante horas diurnas. El amplio rango de actividad horaria de *C. tschudii* va acorde a lo reportado para la familia Caviidae que, en general, suele presentar patrones de actividad intermitentes a lo largo del día (Lacher Jr. 2016). Asimismo, dentro del género *Cavia*, el único estudio que encontramos fue el de Vargas Díaz (2018), en donde de manera similar, los registros de *C. aperea* tienen un amplio rango a lo largo de las 24 horas pero sus picos ocurren durante los crepúsculos.

Durante ambas temporadas el patrón de *C. tschudii* fue mayormente nocturno. Sin embargo, se encontraron diferencias debidas principalmente a un mayor uso de horas nocturnas y menor uso de horas crepusculares durante la temporada seca. Esto podría estar relacionado a la disminución de la cobertura vegetal de los juncos (*Schoenoplectus americanus*) durante la temporada seca en el humedal Pantanos de Villa. Si bien no hay estudios de cómo cambia la cobertura de los juncos temporalmente, otras especies dominantes de humedales disminuyen su biomasa durante las temporadas secas (Mitsch & Gosselink 2009; López-Rosas & Moreno-Casasola 2012). Por otro lado, el aumento de temperatura durante las horas diurnas también podría estar provocando que *C. tschudii* utilice menos estos horarios durante la temporada seca.

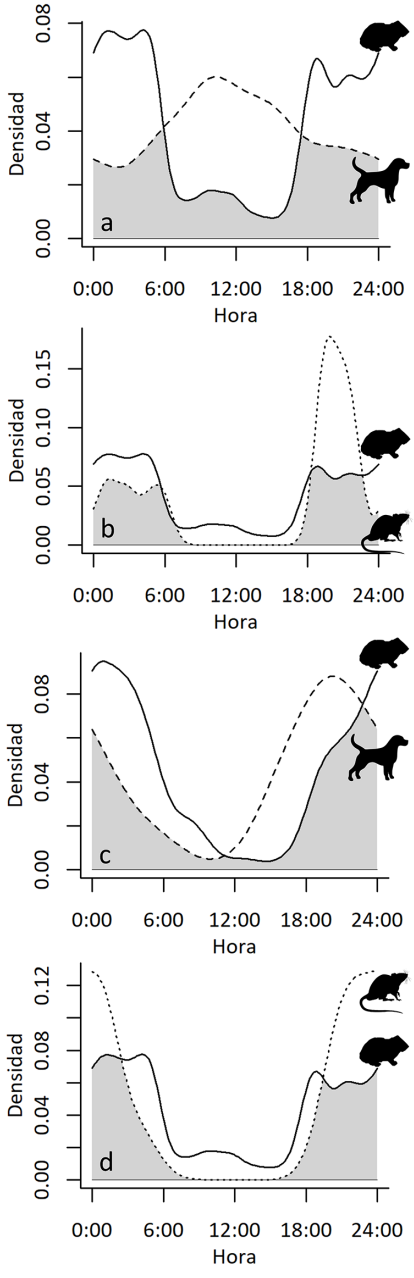


Fig. 5. Estimaciones de densidad de kernel de la actividad entre *Cavia tschudii* y perros, y entre *C. tschudii* y ratas, por temporadas. El área gris corresponde a las horas donde existe solapamiento de actividades entre las especies.

Solapamiento de actividad temporal

Los perros tuvieron patrones de actividad catemeral que solaparon moderadamente la actividad de *C.*

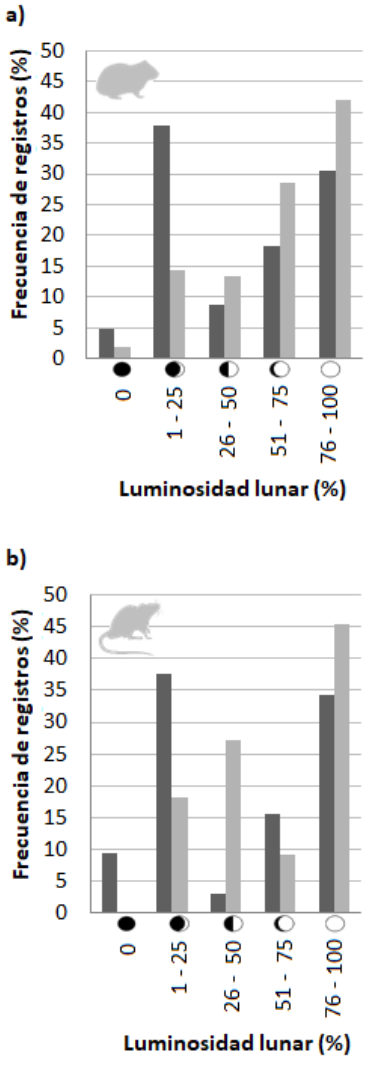


Fig. 6. Actividad nocturna de acuerdo al porcentaje de luminosidad lunar por temporada de a) *C. tschudii* y b) *Rattus* sp.

tschudii en ambas temporadas. Teniendo en cuenta que otra especie de *Cavia* fue susceptible a extinción local por depredación de un mamífero (Kraus & Rödel 2004), la depredación de *C. tschudii* ejercida por los perros (Quispe-López et al. 2021) podría ser suficiente para poner en riesgo a la población de Pantanos de Villa, único humedal de la región Lima donde ocurre esta especie (Pacheco et al. 2015).

El solapamiento de actividad de *C. tschudii* con las ratas fue mayor que con los perros, posiblemente porque, al ser mamíferos menores, ambas especies

tienden a un comportamiento nocturno (Halle & Stenseth 2000). Asimismo, el mayor solapamiento durante la temporada seca podría deberse, como se mencionó anteriormente, a que *C. tschudii* evadiría las horas diurnas por el aumento de temperatura o a la menor disponibilidad de refugios por la disminución de la cobertura de los juncos. Además, es posible la existencia de una interacción negativa por competencia entre *C. tschudii* y las ratas, puesto que el primero es un herbívoro obligado (Lacher Jr. 2016), mientras que las segundas han sido reportadas con dietas herbívoras en otros ecosistemas naturales (Shiels et al. 2014).

Patrones de actividad lunar

Este es el primer estudio que en condiciones naturales evalúa los patrones de actividad lunar de *C. tschudii*. En general, el comportamiento de muchos mamíferos nocturnos está influenciado por la intensidad de la luz de la luna (Erkert 1974). Para algunos roedores, la luz nocturna y la nubosidad son variables que influyen en su actividad nocturna (Ashby 1972), como es el caso del cuy silvestre para la luz nocturna. Durante la temporada seca, esta especie evita noches muy oscuras (luna nueva, 0 % de luminosidad lunar) y gran parte de sus actividades las realiza en las noches con mucha luz (76-100 % de luminosidad lunar), presentando una correlación positiva entre su actividad nocturna y la intensidad de luz lunar. En estos casos, el sistema visual de la especie puede ser un factor determinante sobre sus patrones de actividad. Prugh & Golden (2014) reportaron que la luz de la luna aumentó la actividad de especies de presa que utilizaban la visión como su sistema sensorial principal. Desafortunadamente, no se conocen investigaciones fisiológicas o etológicas que evalúen la capacidad visual de las especies silvestres del género *Cavia*. En cuanto a su pariente doméstico, *C. porcellus*, se sabe que están adaptados para la actividad nocturna al tener un cristalino claro, una considerable cantidad de células fotorreceptoras tipo bastón (Vaidya 1965) y la capacidad de diferenciar colores (Noonan 1994; Sachser et al. 2007). Al ser *C. tschudii* la especie ancestro de *C. porcellus* (Spotorno et al. 2004; Dunnum & Salazar-Bravo 2010), es posible que presente similitudes en este aspecto; pero se necesitan estudios que evalúen las capacidades sensoriales de *C. tschudii* para confirmar si este aspecto explica su patrón de actividad lunar.

Existen otros factores relacionados al incremento de actividad en noches con mayor luminosidad como una mejor eficiencia visual para detectar a los depredadores y un mayor éxito en la obtención de alimentos (Gursky 2003; Wilson & Watts 2006). Este comportamiento antidepredatorio ha sido documentado en marsupiales y roedores de pequeño y gran tamaño (Di Bitetti et al. 2006; Matos Dias et al. 2018; Bhatt et al. 2021). Prugh & Golden (2014) indican que la agudeza visual y la cobertura del hábitat moderan conjuntamente el efecto de la luz de la luna sobre el riesgo de depredación durante las actividades de una especie de presa. En este sentido, nuestros resultados sugieren que *C. tschudii* aprovecha la luz de la luna para mejorar su búsqueda de alimento y detección de predadores y que al seleccionar hábitats caracterizados por su densa cobertura (Quispe-López et al. 2021), contrarresta el riesgo de depredación.

Durante la temporada húmeda, la actividad nocturna de *C. tschudii* no se vio correlacionada significativamente con la luminosidad lunar e incluso mostró dos picos de actividad durante las noches con poca luz (1-25 % de luminosidad lunar) y mucha luz (76-100 % de luminosidad lunar). Quispe-López et al. (2021) indican que la población de *C. tschudii* en Pantanos de Villa presenta fluctuaciones estacionales en su abundancia relativa, lo que podría sugerir que los cambios en la cobertura vegetal de la temporada húmeda (invierno) afectarían predominantemente en su actividad nocturna a diferencia de la luminosidad lunar. En *C. aperea*, se ha observado que responden al aumento de la cobertura, extendiendo sus principales áreas de distribución (Asher et al. 2004); una tendencia que podría trasladarse al plano temporal en *C. tschudii*. Al estar más protegido por el aumento de cobertura vegetal, aprovecha la luminosidad lunar alta y baja para realizar sus actividades nocturnas.

Otros factores que producen cambios temporales estacionales son la disponibilidad de recursos, la presión predatoria y las interacciones sociales (Sánchez-Vázquez et al. 1996; Bégout Anras et al. 1997; Kronfeld-Schor & Dayan 2003). En cuanto a las ratas, la luna no tuvo ningún efecto aparente, estando activas independientemente de la fase lunar en ambas temporadas. Estos resultados son similares a los encontrados en otros estudios donde los hábitats presentaban una cobertura densa (Hooker & Innes 1995; Tobin et al. 1996).

CONCLUSIONES

En el presente estudio encontramos que *C. tschudii* presentó patrones de actividad mayormente nocturnos durante la temporada húmeda y seca; sin embargo, ambos patrones se diferenciaron por una mayor actividad nocturna durante la temporada seca. Sugerimos que esta diferencia se debería a cambios

temporales en la cobertura vegetal o al aumento de temperaturas durante la temporada seca. Se muestra que junto a *C. tschudii* co-ocurrieron especies introducidas como perros y ratas; las ratas durante la temporada seca fueron las que presentaron mayor solapamiento con la actividad de *C. tschudii*. En cuanto a los patrones de actividad lunar, *C. tschudii* evita noches muy oscuras (luna nueva, 0 % de luminosidad lunar) y gran parte de sus actividades las realiza en noches con mucha luz (76-100 % de luminosidad lunar), presentando una correlación positiva entre su actividad nocturna y la intensidad de luz lunar durante la temporada seca. *Cavia tschudii* podría aprovechar la luz de la luna para mejorar su búsqueda de alimento y detección de predadores; mientras que en la temporada húmeda tuvo un comportamiento diferente debido al aumento de cobertura vegetal, extendiendo su actividad lunar en noches con mucha luz (76-100 % de luminosidad lunar) y poca luz (1-25 % de luminosidad lunar). La actividad nocturna de las ratas fue independiente de la fase lunar en ambas temporadas.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue posible gracias al financiamiento de la Dirección General de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Universidad Científica del Sur (código de proyecto: 009-2019-PRO99) y a la colaboración de TEMA LITOCLEAN S.A.C. con los equipos necesarios para el trabajo de campo. Agradecemos a la Jefatura del Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa del SERNANP y la Autoridad Municipal de los Pantanos de Villa - PROHVILLA por los permisos otorgados, así como a todo su personal por las facilidades logísticas brindadas. Además, agradecemos al revisor anónimo cuyas sugerencias mejoraron sustancialmente este manuscrito.

LITERATURA CITADA

Agostinelli, C., & C. Lund. 2017. R package circular: Circular Statistics (versión 0.4-93).

Aguilar, P., O. Beingolea, A. Brack, & I. Ceballos. 1977. Vertebrados importantes en la agricultura peruana. Revista Peruana de Entomología 20:25–32.

Albanesi, S. A., J. P. Jayat, & A. D. Brown. 2016. Patrones de actividad de mamíferos de medio y gran porte en el pedemonte de yungas del noroeste Argentino. Mastozoología Neotropical 23:335–358. https://doi.org/10.31687/saremmn.19.26.2.0.11

Aponte, H., D. W. Ramirez, G. Lértora, & F. Gil. 2018. Mapa de cobertura vegetal del Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa. Disponible en haponte@cientifica.edu.pe - https://doi.org/10.46476/ra.vi1.20

Ashby, K. R. 1972. Patterns of daily activity in mammals. Mammal Review 1:171–185. https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.1972.tb00088.x.

Asher, M., E. Spinelli De Oliveira, & N. Sachser. 2004. Social System and Spatial Organization of Wild Guinea Pigs (*Cavia aperea*) in a Natural Population. Journal of Mammalogy 85:788–796. https://doi.org/10.1644/BNS-012.

Avendaño, M. 2019. Análisis de la actividad: circular. Fototrampeo en R. Volumen I (S. Mandujano & L. Pérez-Solano, eds.). INECOL, Xalapa.

Bégout Anras, M. L., J. P. Lagardére, & J. Y. Lafaye. 1997. Diel activity rhythm of seabass tracked in a natural environment: group effects on swimming patterns and amplitudes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 54:162–168. https://doi.org/10.1139/f96-253.https://doi.org/10.1139/f96-253

Bhatt, U., B. Singh Adhikari, B. Habib, & S. Lyngdoh. 2021. Temporal interactions and moon illumination effect on mammals in a tropical semievergreen forest of Manas National Park, Assam, India. Biotropica 53:831–845. https://doi.org/10.1111/btp.12917.

Di Bitetti, M. S., A. Paviolo, & C. De Angelo. 2006. Density, habitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina. Journal of Zoology 270:153–163. https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2006.00102.x.

Brigham, R. M., & R. M. R. Barclay. 1992. Influence on Foraging and Nesting Activity of Common Poorwills (*Phalaenoptilus nuttallii*). The Auk 109:315–320. https://doi.org/10.2307/4088200

Cano, A., & K. Young (eds.). 1998. Los Pantanos de Villa: Biología y Conservación. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. https://doi.org/10.24016/2017.v3n1.43

Climate-Data.org. 2020. Clima Lima: temperatura, climograma y tabla climática para Lima. (Consultado el 7 julio de 2021).

Donati, G., & S. M. Borgognini-Tarli. 2006. Influence of abiotic factors on cathemeral activity: the case of *Eulemur fulvus collaris* in the littoral forest of Madagascar. Folia primatologica 77:104–122. https://doi.org/10.1159/000089698.

Dunnum, J. L. 2015. Family Caviidae Fisher, 1817. Mammals of South America Volume 2: Rodents (J. L. Patton, U. F. J. Pardiñas & G. D'Elía, eds.). The University of Chicago Press, Chicago. https://doi.org/10.7208/chicago/9780226169606.001.0001

Dunnum, J. L., & J. Salazar-Bravo. 2010. Molecular systematics, taxonomy and biogeography of the genus *Cavia* (Rodentia: Caviidae). Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research 48:376–388. https://doi.org/10.1111/j.1439-0469.2009.00561.x.

Erkert, H. G. 1974. Der Einfluß des Mondlichtes auf die Aktivitätsperiodik nachtaktiver Säugetiere. Oecologia 14:269–287. https://doi.org/10.1007/bf01039797

Gómez, H., R. Wallace, G. Ayala, & R. Tejada. 2005. Dry season activity periods of some Amazonian mammals. Studies on Neotropical Fauna and Environment 40:91–95. https://doi.org/10.1080/01650520500129638.

Gursky, S. 2003. Lunar Philia in a Nocturnal Primate. International Journal of Primatology 24:351–367. https://doi.org/10.1023/A:1023053301059.

Halle, S., & N. Stenseth. 2000. Activity Patterns in Small Mammals: An Ecological Approach. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York. https://doi.org/10.4098/at.arch.01-37

Hooker, S., & J. Innes. 1995. Ranging behaviour of forest-dwelling ship rats, *Rattus rattus*, and effects of poisoning with brodifacoum. New Zealand Journal of Zoology 22:291–304. https://doi.org/10.1080/03014223.1995.9518044.

Karanth, K. U., & J. D. Nichols. 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. Ecology 79:2852–2862. https://doi.org/10.1890/0012-9658(1998)079[2852:eotdii]2.0.co;2

Kraus, C., & H. G. Rödel. 2004. Where have all the cavies gone? Causes and consequences of predation by the minor grison on a wild cavy population. Oikos 105:489–500. https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2004.12941.x.

Kronfeld-Schor, N., & T. Dayan. 2003. Partitioning of Time as an Ecological Resource. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 34:153–181. https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132435

Lacher Jr., T. 2016. Family Caviidae (cavies, capybaras and maras). Handbook of the Mammals of the World, Volume 6: Lagomorphs

and Rodents I (D. E. Wilson, T. E. Lacher Jr. & R. A. Mittermeier, eds.). Lynx Edicions. https://doi.org/10.25225/fozo.v66.i4.a1.2017

López-Rosas, H., & P. Moreno-Casasola. 2012. Invader versus natives: Effects of hydroperiod on competition between hydrophytes in a tropical freshwater marsh. Basic and Applied Ecology 13:40–49. https://doi.org/10.1016/j.baae.2011.10.004.

López-Tello, E. 2019. Análisis de actividad y traslape: overlap. Fototrampeo en R: Organización y análisis de datos, Volumen I (S. Mandujano & L. Pérez-Solano, eds.). Instituto de Ecología A.C., Xalapa. https://doi.org/10.22201/ie.20074484e.2020.10.1.302

Matos Dias, D., C. B. De Campos, & F. H. Guimarães Rodrigues. 2018. Behavioural ecology in a predator-prey system. Mammalian Biology 92:30–36. https://doi.org/10.1016/j.mambio.2018.04.005

Meredith, M., & M. Ridout. 2017. overlap: Estimates of coefficient of overlapping for animal activity patterns. R package version 0.3.0.

Mills, A. M. 1986. The Influence of Moonlight on the Behavior of Goatsuckers (Caprimulgidae). The Auk 103:370–378. https://doi.org/10.1093/auk/103.2.370

Ministerio De Agricultura. 2006. Decreto Supremo N°055-2006-AG, Que dispone la categorización de la Zona Reservada Los Pantanos de Villa. Boletín oficial de normas legales de El Peruano. Perú. https://doi.org/10.21142/ss-0202-2021-e002

Mitsch, W., & J. Gosselink. 2009. Wetland Ecosystems. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.

Muñoz-Pedreros, A., & J. Yáñez Valenzuela. 2000. Mamíferos de Chile. CEA Ediciones, Valdivia. https://doi.org/10.4067/s0716-078x2001000300021

Noonan, D. 1994. The guinea pig (*Cavia porcellus*). Anzccart News 7:1–7.

Oliveira-Santos, L. G. R., M. A. Tortato, & M. E. Graipel. 2008. Activity pattern of Atlantic Forest small arboreal mammals as revealed by camera traps. Journal of Tropical Ecology 24:563–567. https://doi.org/10.1017/S0266467408005324

Pacheco, V., A. Zevallos, K. Cervantes, J. Pacheco, & J. Salvador. 2015. Mamíferos del Refugio de Vida Silvestre los Pantanos de Villa, Lima-Perú. Científica 12:26–41. https://doi.org/10.21142/cient.v12i1.163.https://doi.org/10.31381/biotempo.v17i2.3319

Prugh, L. R., & C. D. Golden. 2014. Does moonlight increase predation risk? Meta-analysis reveals divergent responses of nocturnal mammals to lunar cycles. Journal of Animal Ecology 83:504–514. https://doi.org/10.1111/1365-2656.12148

Quispe-López, M., S. Barreda, D. Marcelo-Carranza, V. Pacheco, H. Aponte, & D. Ramirez. 2021. Relative abundance and habitat selection of the montane guinea pig *Cavia tschudii* in a wetland at coastal desert with comments on its predators. Therya 12:423–433. https://doi.org/10.12933/therya-21-1096

R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Ramirez, D., M. Quispe-López, D. Marcelo-Carranza, & V. Pacheco. 2019. Primer reporte de albinismo para el cuy silvestre *Cavia tschudii* (Mammalia: Rodentia). Revista Peruana de Biología 26:521–524. https://doi.org/10.15381/rpb.v26i4.17218.

Ramirez, D. W., H. Aponte, G. Lertora, & F. Gil. 2018. Incendios en el humedal Ramsar Los Pantanos de Villa (Lima-Perú): Avances en su conocimiento y perspectivas futuras. Revista de Investigaciones Altoandinas 20:347–360. http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.398.

Ramirez, D. W., & A. Cano. 2010. Estado de la diversidad de la flora vascular de los Pantanos de Villa (Lima - Perú). Revista Peruana de Biología 17:111–114. https://doi.org/10.15381/rpb.v17i1.58.

Ramirez, O., M. Arana, E. Bazán, A. Ramirez, & A. Cano. 2007. Assemblages of bird and mammal communities in two major Ecological Units of the andean highland plateau of southern Peru. Ecología Aplicada 6:139–148. https://doi.org/10.21704/rea.v6i1-2.350.

Ridout, M. S., & M. Linkie. 2009. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics 14:322–337. https://doi.org/10.1198/jabes.2009.08038.

Roth, H. U., & D. Huber. 1986. Diel Activity of Brown Bears in Plitvice Lakes National Park, Yugoslavia. Bears: Their Biology and Management 6:177–181. https://doi.org/10.2307/3872822.

Sachser, N., C. Künzl, & S. Kaiser. 2007. The welfare of laboratory guinea pigs. The Welfare of Laboratory Animals. (E. Kaliste, ed.). Springer Netherlands, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2271-5_9

Sánchez-Vázquez, F. J., J. A. Madrid, S. Zamora, M. Iigo, & M. Tabata. 1996. Demand feeding and locomotor circadian rhythms in the goldfish, *Carassius auratus*: Dual and independent phasing. Physiology & Behavior 60:665–674. https://doi.org/10.1016/S0031-9384(96)80046-1.

Shiels, A. B., W. C. Pitt, R. T. Sugihara, & G. W. Witmer. 2014. Biology and Impacts of Pacific Island Invasive Species. 11. *Rattus rattus*, the Black Rat (Rodentia: Muridae). Pacific Science 68:145–184. https://doi.org/10.2984/68.2.1

Spotorno, A., P. Valladares, J. Marin, & H. Zeballos. 2004. Molecular diversity among domestic guinea-pigs (*Cavia porcellus*) and their close phylogenetic relationship with the Andean wild species *Cavia tschudii*. Revista Chilena de Historia Natural 77:243–250. https://doi.org/10.4067/s0716-078x2004000200004

Srbek-Araujo, A. C., & A. Garcia Chiarello. 2005. Is camera-trapping an efficient method for surveying mammals in Neotropical forests? A case study in south-eastern Brazil. Journal of Tropical Ecology 21:121–125. https://doi.org/10.1017/S0266467404001956

Swann, D. E., K. Kawanishi, & J. Palmer. 2011. Evaluating Types and Features of Camera Traps in Ecological Studies: A Guide for Researchers. Camera Traps in Animal Ecology - Methods and Analyses (A. F. O'Connell, J. D. Nichols & K. U. Karanth, eds.). Springer, New York. https://doi.org/10.1007/978-4-431-99495-4_3

Tingstrom, H. 2009. Moonphase 3.3. Tingan's Homepage. (Consultado el 7 de Mayo de 2015).

Tobin, M. E., R. T. Sugihara, A. E. Koehler, & G. R. Ueunten. 1996. Seasonal activity and movements of *Rattus rattus* (Rodentia, Muridae) in a Hawaiian macadamia orchard. Mammalia 60:3–14. https://doi.org/10.1515/mamm.1996.60.1.3

Vaidya, P. G. 1965. A comparative study of the visual system in the diurnal ground squirrel, *Citellus tridecemlineatus tridecemlineatus* and in the nocturnal guinea pig, *Cavia cobaya*. Zeitschrift fur Anatomie und Entwicklungsgeschichte 124:505–521. https://doi.org/10.1007/BF00520843

Vargas Díaz, L. A. 2018. Identificación de los patrones de actividad de *Cavia aperea*, un roedor vinculado con el retamo espinoso (*Ulex europea*) en el sector de Chapinero - Parque Forestal Embalse del Neusa, Departamento de Cundinamarca, Colombia. Tesis de grado. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. https://doi.org/10.18273/revbol.v39n2-2017004

Wilson, K. R., & D. R. Anderson. 1985. Evaluation of Two Density Estimators of Small Mammal Population Size. Journal of Mammalogy 66:13–21. https://doi.org/10.2307/1380951

Wilson, M. D., & B. D. Watts. 2006. Effect of Moonlight on Detection of Whip-Poor-Wills: Implications for Long-Term Monitoring Strategies. Journal of Field Ornithology 77:207–211. https://doi.org/10.1111/j.1557-9263.2006.00042.x