



**APROXIMACIÓN ETOLÓGICA DE *Dactylomys dactylinus*
(RODENTIA: ECHIMYIDAE – DESMAREST, 1871) EN LA
UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS.**

MAYRA CRISTINA REYES DÍAZ

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA Y QUÍMICA
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
VILLAVICENCIO, COLOMBIA
2018**

AGRADECIMIENTOS

Ante todo, quiero dar las gracias a mi familia por su inmenso apoyo y paciencia.

A Franklin Lozano, Nataly Tejeiro, Diego Cadena, Camilo Reyes, Edison Herrera, Mónica Barrera, Natalie Gamboa, Laura Pastrana, Álvaro Velásquez, Angélica Toro, Paola Díaz, Yeisson Lombo y Karen Suarez por acompañarme en las largas noches de muestreo.

A la docente Mónica Medina y la ingeniera Ximena Londoño que me ayudaron con la identificación de las especies de plantas de bambú en el campus.

A los docentes Jorge Astwood, José Ariel Rodríguez que me guiaron y me apoyaron con la idea de este trabajo de grado, Daniel Rodríguez, Gabriel Pantoja, Jorge Avendaño, Jorge Pachón, Elizabeth Áya entre otros que aportaron en mi formación como bióloga.

A la Universidad de los Llanos por su campus y al museo por facilitarme el desarrollo de este trabajo.

Adicionalmente a las personas que empezamos esta hermosa carrera y que logramos la meta, con quienes se crearon grandes lazos de amistad.

Mil gracias a todos.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| CAPITULO 1: INFORME FINAL | 4 |
| CAPITULO 2: ARTICULO CIENTÍFICO | 79 |

CAPITULO 1: INFORME FINAL

**APROXIMACIÓN ETOLÓGICA DE *Dactylomys dactylinus* (RODENTIA:
ECHYMYIDAE – DESMAREST, 1871) EN LA UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS**

MAYRA CRISTINA REYES DÍAZ

Informe de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de Bióloga

Director:

Jorge Anthony Astwood Romero, Biólogo, M.Sc (c).,

Codirector:

José Ariel Rodríguez Pulido, Biólogo, Ph.D.(c).,

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA Y QUÍMICA
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
VILLAVICENCIO, COLOMBIA
2018**

RESUMEN

Este estudio tuvo como finalidad conocer las características del comportamiento de *Dactylomys dactylinus* en condiciones en el campus de la Universidad de los Llanos, sede Barcelona, que presenta parches de bambú (*Bambusa vulgaris*, *Bambusa vulgaris* var. *Vulgaris*, *Guadua* sp. y *Guadua angustifolia*), de los cuales se escogieron 17 para hacer recorridos entre las 1700 a 0600 horas, durante 3 días a la semana en los meses de enero a mayo de 2016, para un total de 27 días efectivos de muestreo. En los recorridos se registraron los comportamientos exhibidos por individuos de la especie en cuestión, mediante muestreo *ad libitum* y registro continuo en tres estratos definidos en el bambú (bajo, medio y alto), y adicionalmente se tuvo en cuenta las condiciones medio ambientales. Se estableció que el tiempo periodo estándar de muestreo fue de cuatro horas, y que el muestreo fue representativo y la cobertura de este completa. Para *D. dactylinus* se encontraron 3335 comportamientos, distribuidos en 39 unidades comportamentales y 10 categorías y finalmente organizadas en un catálogo de comportamientos. Las categorías que mayor frecuencia presentaron están relacionadas con la comunicación, alimentación y locomoción y las de menor frecuencia fueron social y cuidado parental. Se hallaron diferencias significativas entre la cantidad de comportamientos realizados por el roedor, y la nubosidad ($p < 0,05$), la fase lunar ($p=0,05$) y entre los estratos ($p < 0,05$). Mientras que hora ($p > 0,05$), temperatura ($p > 0,05$) y humedad relativa ($p= 0,5$) no presentaron diferencias. Se encontró que la rata de bambú exhibe más comportamientos en el estrato alto, lo que le permite protegerse de depredadores. Los comportamientos de esta especie en el campus son similares a los reportados en estudios realizados con otras especies especializadas en consumir de plantas de bambú. Se corroboró que la especie presenta cuidado parental y una vocalización característica en términos de duración, número de notas, intervalos de notas, entre otras. Los resultados sugieren que la rata del bambú exhibe un catálogo extenso de comportamiento en zonas alteradas a las que se encuentra bien adaptada. Estudios como este son importantes porque generan información base para soportar iniciativas y estrategias de conservación y manejo de vida silvestre en dichos ambientes intervenidos por el hombre.

PALABRAS CLAVE: Comportamiento, Etograma, Llanos Orientales, Estratos, Rata del Bambú.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the characteristics of *Dactylopsax dactylinus* behavior with *in situ* conditions on the campus of the University of Los Llanos, Barcelona, which has patches of bamboo (*Bambusa vulgaris*, *Bambusa vulgaris* var. *Vulgaris*, *Guadua* sp. And *Guadua angustifolia*), of which 17 were chosen to travel between 1700 and 0600 hours, for 3 days a week in the months of January to May 2016, for a total of 27 effective sampling days. In the tours the behaviors exhibited by individuals of the specie in question were registered, by means of sampling *ad libitum* and continuous recording in three strata defined in the bamboo (low, medium and high), and additionally the environmental conditions were taken into account. It was established that the standard sampling period time was four hours, and that the sampling was representative and the coverage was complete. For *D. dactylinus* 3335 behaviors were found, distributed in 39 behavioral units and classified into 10 categories and finally organized in a behavioral catalog. The categories that presented the highest frequency were related to communication, feeding and locomotion and those of less frequency were social and parental care. Significant differences were found between the number of behaviors performed by the rodent, and cloudiness ($p < 0.05$), the lunar phase ($p = 0.05$) and between the strata ($p < 0.05$). While hour ($p > 0.05$), temperature ($p > 0.05$) and relative humidity ($p = 0.5$) did not present differences. It was found that the bamboo rat exhibits more behaviors in the high stratum, which allows it to protect itself from predators. The behaviors of this species on campus are similar to those reported in studies conducted with other species specialized in consuming bamboo plants. It was corroborated that the species presents parental care and a characteristic vocalization in terms of duration, number of notes, intervals of notes, among others. The results suggest that the bamboo rat exhibits an extensive catalog of behavior in altered areas to which it is well adapted. Studies like this one are important because they generate base line information to support initiatives and strategies for conservation and management of wildlife in those environments intervened by man.

KEY WORDS: Bamboo Rat, Behavior, Eastern Plains, Ethogram, Strata.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| CAPITULO 1: INFORME FINAL | 4 |
| RESUMEN | 5 |
| ABSTRACT | 6 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 12 |
| HIPÓTESIS..... | 14 |
| Hipótesis 1:..... | 14 |
| Hipótesis 2:..... | 14 |
| OBJETIVOS | 15 |
| Objetivo general:..... | 15 |
| Objetivos específicos: | 15 |
| JUSTIFICACIÓN | 16 |
| MARCO TEÓRICO | 17 |
| Especie de Estudio | 17 |
| Etología | 18 |
| METODOLOGÍA..... | 20 |
| Área de estudio: | 20 |
| Fase de campo | 20 |
| Herramienta audiovisual | 23 |
| Análisis de datos | 24 |
| RESULTADOS | 25 |
| Comportamiento en condiciones <i>in situ</i> | 25 |
| Comportamiento relacionado con las condiciones ambientales | 37 |
| Comportamiento en los estratos del Bambú..... | 40 |
| Videoclip | 41 |
| DISCUSIÓN | 45 |
| Comportamiento | 45 |
| Condiciones ambientales..... | 48 |
| Comportamiento por estrato en el bambú | 49 |
| CONCLUSIONES..... | 50 |
| RECOMENDACIONES | 51 |

| | |
|---|-----------|
| BIBLIOGRAFÍA | 52 |
| ANEXOS | 57 |
| Anexo.1. <i>Dactylomys dactylinus</i> en el campus sede Barcelona. | 57 |
| Anexo.2. Formatos de registro variables medioambientales..... | 58 |
| Anexo 2.1. Formato de registro comportamental | 59 |
| Anexo 3. Ilustraciones del catálogo comportamental | 60 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Mapa del campus sede Barcelona, Universidad de los Llanos..... | 22 |
| Figura 2. Estructura de plantas de bambú-guadua en el campus Barcelona de Unillanos.. | 23 |
| Figura 3. Curva de acumulación de comportamiento de <i>Dactylomys dactylinus</i> en condiciones in situ en el campus Barcelona. | 25 |
| Figura 4. Frecuencias de categorías comportamentales de <i>Dactylomys dactylinus</i> | 32 |
| Figura 5. Comparación de frecuencias entre categorías comportamentales | 33 |
| Figura 6. Frecuencia de unidades comportamentales | 33 |
| Figura 7. Frecuencia de las unidades comportamentales por categoría. (Ag. Agonístico; Alim. Alimentario; Com. Comunicación; Conf. Confort; C.P. Cuidado Parental; Estát. Estático; Ev. Evacuación; Exp. Exploratorio; Loc. Locomoción; Soc. Social..... | 34 |
| Figura 8. Cantidad de comportamientos respecto a la hora | 37 |
| Figura 9. Cantidad de ocurrencias de comportamiento respecto a la temperatura..... | 38 |
| Figura 10. Cantidad de ocurrencias de comportamiento respecto a la humedad relativa... | 38 |
| Figura 11. Cantidad de ocurrencias de comportamiento respecto a la nubosidad..... | 39 |
| Figura 12. Cantidad de comportamientos respecto a la fase lunar | 40 |
| Figura 13. Cantidad de comportamientos de <i>Dactylomys dactylinus</i> con respecto al estrato | 41 |
| Figura 14. Capturas de la herramienta audiovisual videoclip. | 44 |
| Figura 15. Unidad comportamental: Huir | 60 |
| Figura 16. Unidad comportamental: Alarmarse | 60 |
| Figura 17. Unidad comportamental: Pelear..... | 61 |
| Figura 18. Unidad comportamental: Perseguir..... | 61 |
| Figura 19. Unidad comportamental: Comer..... | 62 |
| Figura 20. Unidad comportamental: Escoger Alimento | 62 |
| Figura 21. Unidad comportamental: Forrajear | 63 |
| Figura 22. Unidad comportamental: Roer..... | 63 |
| Figura 23. Unidad comportamental: Chascar..... | 64 |
| Figura 24. Unidad comportamental: Vocalizar | 64 |
| Figura 25. Unidad comportamental: Acicalar genitales | 65 |
| Figura 26. Unidad comportamental: Aloacicalar | 65 |
| Figura 27. Unidad comportamental: Autocicalar | 66 |
| Figura 28. Unidad comportamental: Bostezar..... | 66 |

| | |
|--|----|
| Figura 29. Unidad comportamental: Cambio Postura | 67 |
| Figura 30. Unidad comportamental: Dormir | 67 |
| Figura 31. Unidad comportamental: Jugar | 68 |
| Figura 32. Unidad comportamental: Reposo | 68 |
| Figura 33. Unidad comportamental: Limpiar Dientes | 69 |
| Figura 34. Unidad comportamental: Rascarse | 69 |
| Figura 35. Unidad comportamental: Sacudirse | 70 |
| Figura 36. Unidad comportamental: Epimelético | 70 |
| Figura 37. Unidad comportamental: Estirar Cuerpo | 71 |
| Figura 38. Unidad comportamental: Inmóvil | 71 |
| Figura 39. Unidad comportamental: Parado | 72 |
| Figura 40. Unidad comportamental: Sentado | 72 |
| Figura 41. Unidad comportamental: Defecar | 73 |
| Figura 42. Unidad comportamental: Orinar | 73 |
| Figura 43. Unidad comportamental: Escuchar | 74 |
| Figura 44. Unidad comportamental: Olfatear | 74 |
| Figura 45. Unidad comportamental: Caminar | 75 |
| Figura 46. Unidad comportamental: Descender | 75 |
| Figura 47. Unidad comportamental: Equilibrio | 76 |
| Figura 48. Unidad comportamental: Saltar | 76 |
| Figura 49. Unidad comportamental: Transportar | 77 |
| Figura 50. Unidad comportamental: Trepar | 77 |
| Figura 51. Unidad comportamental: Aproximación | 78 |
| Figura 52. Unidad comportamental: Reconocer | 78 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Catálogo de comportamientos de <i>Dactylomys dactylinus</i> en condiciones <i>in situ</i> . | 26 |
| Tabla 2. Índice de cobertura de muestra para muestreos de comportamiento de <i>Dactylomys dactylinus</i> | 32 |
| Tabla 3. Frecuencia por unidades y categoría comportamental de <i>Dactylomys dactylinus</i> en campus Barcelona en condiciones <i>in situ</i> | 35 |

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La familia Echimyidae, es una categoría de roedores conocida como ratas espinosas y ratas de árbol, tienen tamaño moderado y peso corporal entre 200 y 1000 g (Lara *et al.*, 1996; Adler, 2008). Es el grupo más diverso del orden Rodentia en términos taxonómicos, ecológicos y morfológicos. Presentan hábitos semifosoriales, terrestres o arbóreos (Lara *et al.*, 1996) y se distribuyen en toda la región Neotropical desde América Central hasta Argentina (Leite y Patton, 2002).

Dentro de la familia Echimyidae, se encuentra la subfamilia Dactylomyinae, a la cual pertenece *Dactylomys dactylinus*, especie descrita en 1817 por Desmarest (Desmarest, 1820), que se caracteriza por ser un roedor nocturno, arborícola (Mares y Ojeda, 1982), que frecuenta parches de bambú y vegetación acompañante por lo general cerca a cuerpos de agua y con mayor abundancia en sitios perturbados (LaVal, 1976; Emmons, 1981; Ojasti *et al.*, 1992). Se distribuye en Brasil, Ecuador, Perú, Bolivia, Venezuela y Colombia (Ojasti *et al.*, 1992; Molina, *et al.*, 1995; Emmons *et al.*, 2015).

En Colombia, se distribuye en el piedemonte de la región de la Orinoquia (Anthony, 1920; Jentink, 1981; Cuervo *et al.*, 1986; Solari *et al.*, 2013; Patton y Marinho, 2016). Estos mamíferos arbóreos, a menudo son difíciles de estudiar debido a su pequeño tamaño y hábitos nocturnos; como resultado, el conocimiento de toda la fauna del dosel ha dependido del desarrollo de métodos de estudio adecuados (Graipel, 2003; Malcolm, 2004). Hasta el año 2017 solo se conocen dos estudios sobre el comportamiento de la especie, pero ninguno realizado en la Orinoquia colombiana. En estos, se realiza la descripción de la vocalización de un macho y se estudian las adaptaciones morfológicas, ecológicas y comportamentales de la especie en Ecuador y Perú (LaVal, 1976; Emmons, 1981).

En la región de la Orinoquia colombiana se han generado procesos de expansión de la frontera agropecuaria, exploración-explotación de hidrocarburos, minería y establecimiento monocultivos, entre otras, que generan cambio de coberturas, fragmentación de hábitat y alteración en los ecosistemas (Minorta y Rangel-Ch, 2014;), como consecuencia, el 61,8 % nacional acumulado de alertas tempranas de deforestación, se concentra en el departamento del Meta durante el primer trimestre de 2017 (IDEAM, 2017) y el campus Barcelona de la Universidad de los Llanos, ubicado en la ciudad de Villavicencio, no ha sido ajeno a esta tendencia.

Desde sus orígenes, en el territorio que hoy es este campus, los bosques, sabanas y humedales fueron transformados para dar paso a actividades de ganadería. En el año de 1974, estas tierras fueron donadas a la Universidad de Los Llanos que intensificó la perturbación para construir edificios y demás infraestructuras (Suarez L. y Quiñonez L. com. pers.). Además, varios actores de la comunidad, tanto universitaria como de las veredas Barcelona, Apiay y Cocuy, han propiciado la presencia descontrolada de caninos y felinos domésticos que depredan permanentemente ranas, lagartijas, serpientes, iguanas, aves de distintos tipos y algunas especies de marsupiales, murciélagos, roedores y primates (Rodríguez J. com. pers.).

Actualmente el campus de la universidad permanece en un contexto rural, cuenta con un cuerpo de agua que lo atraviesa en sentido oeste-este, y algunos actores de la comunidad han realizado procesos de reforestación con especies de flora nativa y exótica (Suarez L. y Quiñonez L. com. pers.), como algunas especies de bambú, guadua y árboles propios de la región. Paralelamente se ha producido un proceso de regeneración natural de bosques secundarios y áreas arbustivas donde especies de herpetos, aves y mamíferos como *Dactylomys dactylinus* han podido sobrevivir a pesar del mencionado aumento de infraestructura, vías, andenes y la presencia de especies domésticas invasoras.

Emmons, (1981) y Emmons, (2005) sugiere que el 95 % de individuos de *Dactylomys dactylinus* se encuentran o viven en hábitats de bambú, del cual proviene su mayor fuente de alimentación. Por tanto, la mayoría de los comportamientos y actividades de este roedor suceden allí. De acuerdo a la problemática descrita, surge el interés de conocer ¿Cuáles son las particularidades del comportamiento de *D. dactylinus* en el campus sede Barcelona de Unillanos?, como aporte a varias iniciativas que han generado conocimiento desde el Programa de Biología, referente a las especies de fauna silvestre del campus y que podrán ser utilizadas como información de línea base para tomar decisiones frente a la solución de las problemáticas expuestas.

HIPÓTESIS

Hipótesis 1:

Los herbívoros arbóreos son especies que están adaptadas para buscar alimento en los árboles e incluir predominantemente forraje en su dieta (Einsenberg, 1978). En roedores arbóreos, nocturnos y probablemente herbívoros como *Crateromys heaneyi*, se observan mayores frecuencias en comportamientos como trepar (25 %), descansar (17 %), alimentarse (16 %), forrajear (12 %) y auto- higiene (6 %) (Root-Gutteridge y Chatterjee, 2009). En roedores de la familia Echimyidae, exclusivamente herbívoros y arbóreos como *Kannabateomys amblyonyx*, que es otra especie de rata del bambú (Emmons y Feer, 1997; Adler, 2008), los estudios en condiciones naturales indican que su actividad es nocturna y que presenta comportamientos con valores de 38,27 % para alimentación, 31,64 % para reposo, 15,35% para auto-higiene y 14,73% para desplazamiento (Sarti *et al.*, 2012). Por lo tanto, *Dactylomys dactylinus* presentará mayor frecuencia en las actividades relacionadas con la alimentación, desplazamiento, descanso y de comunicación en el campus de Barcelona, debido a que es una rata arbórea, herbívora y especializada en bambú, además que presenta una vocalización característica que permite ubicarla en la vegetación (LaVal, 1976; Emmons, 1981; Salazar-Bravo *et al.*, 1994).

Predicción: *Dactylomys dactylinus* presentará menor frecuencia en las actividades comportamentales relacionadas a la alimentación, desplazamiento, descanso y comunicación.

Hipótesis 2:

Los roedores arbóreos prefieren el dosel por el acceso y facilidad de movimientos en la vegetación (Abreu y De Oliveira, 2014), además por la protección que este ofrece frente a predadores terrestres y ataques aéreos de aves rapaces (Sheehy y Lawton, 2015). Según Emmons (1981) y LaVal (1976) *Dactylomys dactylinus* se encuentra la mayor parte del tiempo en el dosel, donde tiene mayor disponibilidad de hojas y brotes que son su fuente principal de alimento (Emmons *et al.*, 2015).

Predicción: *Dactylomys dactylinus*, exhibirá una menor cantidad de comportamientos en el estrato alto de las plantas de bambú presentes en el campus Barcelona de la Universidad de Los Llanos.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Estudiar el comportamiento de *Dactylomys dactylinus* (Rodentia, Echimyidae) en condiciones *in situ* en el campus de la Universidad de los Llanos – sede Barcelona.

Objetivos específicos:

Establecer las frecuencias de categorías y unidades comportamentales de *Dactylomys dactylinus* en el campus Barcelona de la Universidad de Los Llanos.

Identificar el estrato (bajo, medio, alto) de las plantas de bambú en el que *Dactylomys dactylinus* exhibe la mayor cantidad de comportamientos.

Proporcionar a la comunidad universitaria de Unillanos, información básica sobre la biología y el comportamiento de *Dactylomys dactylinus* mediante una herramienta audiovisual.

JUSTIFICACIÓN

De las especies de mamíferos del Neotrópico, el 60% pertenecen al orden Rodentia, y el 12% a la familia Echimyidae, en la que se incluyen las ratas de bambú (Patterson, 2000). Los equímidos, ocupan una gran variedad de hábitats tales como pastizales, bosques nublados, tierras bajas, bosques montanos, zonas restringidas como la catinga (Brazil) (Upham *et al.*, 2013) y parches de guadua o bambú. La ausencia de competidores potenciales explica la variedad de hábitats utilizados por los equímidos (Mares y Ojeda, 1982).

Los roedores, por encontrarse en diferentes ecosistemas, cumplen un papel ecológico muy importante al permitir el desarrollo de la estructura, composición y dinámicas de las comunidades de flora y fauna (Baraibar, 2013), debido a que son dispersores de semillas, polinizadores (Aguilar *et al.*, 2014; Fleming y Nicolson, 2002), y recurso alimenticio para una gran variedad de animales.

Por consiguiente, los trabajos en el campo de la etología, que permiten explorar los orígenes de la conducta animal, explicar las adaptaciones que presentan las especies, conocer su evolución y entender como ha sido la supervivencia de la fauna silvestre en diferentes ecosistemas, son importantes porque generan conocimiento como línea base fundamental de información para la conservación de las especies (Sampedro, 2016; Cordero-Rivera y Galicia-Mendoza, 2017).

Como comunidad universitaria, la Universidad de Los Llanos tiene el deber ético y académico de generar conocimiento de la fauna que hay en el campus para proponer estrategias de manejo y mitigación de los efectos que las actividades antrópicas tienen sobre el entorno. Por lo tanto, este trabajo permitirá conocer la biología comportamental de *D. dactylinus* en la Orinoquia Colombiana y generar conocimiento de la especie en el país.

MARCO TEÓRICO

Especie de Estudio

Taxonómicamente, la rata de bambú se ubica en la Clase Mammalia, Orden Rodentia, Sub Orden Hystricomorpha, Infra Orden Hysticognathi, Familia Echimyidae, Subfamilia Dactylominae, Genero *Dactylomys* y especie *Dactylomys dactylinus* (Wilson and Reeder, 2005; Patton *et al.*, 2015) con tres subespecies *D. d. dactylinus*, *D. d. canescens* y *D. d. modestus* (Wilson y Reeder, 2005) pero para Emmons *et al.*, (2015) se considera como monotípica por falta de estudio de especímenes.

Según Emmons *et al.* (2015), *Dactylomys dactylinus*, es una rata de color oliva a amarillo. Cabeza: la cara presenta un color canela o marrón oscuro, sin bandas blancas en los pelos sobre los ojos; pelos que se extienden por encima y debajo de los ojos, nariz y el rostro que se oscurecen gradualmente entre negro, rojo o castaño entre las orejas y el cuello. Cuerpo: en la parte dorsal tiene una franja gris amarillenta a negruzca, pelos castaño o negros en la base con puntas amarillo (pálido), en los miembros posteriores un color naranja quemado fuerte; ventralmente la coloración del pelaje es claro, completamente blanco. La cola: en los primeros 60 mm de la base está cubierta de pelos posteriormente parece desnuda con escamas, anillada, pero con pelos muy cortos con color similar a las escamas. El dígito tercero y cuarto de las patas delanteras muy desarrolladas, con garras cortas (Oliveira y Bonvicino, 2006; Bonvicino *et al.*, 2008). Tiene vibrisas misticiales o bigotes largos, que se extienden más que la parte media de las vibrisas superciliares (Patton *et al.*, 2000; Dunnum y Salazar-Bravo, 2004). Y tiene una longitud de cuerpo a cabeza de 315 mm, con la cola más larga que la cabeza y el cuerpo, patas largas (>60mm), orejas cortas (Ver Anexo. 1).

Dactylomys dactylinus, está distribuida en Brasil, Ecuador, Perú, Bolivia, Venezuela y Colombia (Anthony, 1920; Jentink, 1981; Emmons, 1981; Ojasti *et al.*, 1992; Molina *et al.*, 1995; Oliveira, *et al.*, 2007; Solari *et al.*, 2013; Emmons *et al.*, 2015; Ramírez-Chaves *et al.*, 2016). Para Colombia, está en un rango altitudinal de 100 a 500 m; en el departamento del Meta, municipio de Villavicencio (Allen, 1916; Cuervo *et al.*, 1986; Alberico *et al.*, 2000; Solari *et al.*, 2013), en sitios asociados a plantas de bambú o guadua cercana a cuerpos de agua (LaVal, 1976; Emmons, 1981; Mares y Ojeda, 1982; Nowak, 1983; Stalling *et al.*, 1994; Salazar-Bravo, 1994; Voss y Emmons 1996; Patton *et al.*, 2000; Patterson, 2000; Dunnum y Salazar-Bravo, 2004; Upham *et al.*, 2013; Emmons *et al.*, 2015).

Con respecto de la historia natural de *Dactylomys dactylinus* o rata de bambú, es arbóreo y nocturno (Eisenberg, 1978; Nowak, 1983; Bonvicino *et al.*, 2008). Es una especie sociable y generalmente se encuentran de 1 a 2 adultos por bambú (Emmons, 1981; Ojeda *et al.*, 2016). LaVal (1976) reporta una vocalización con características como duración total de 27 segundos con 62 notas, inicialmente con una velocidad de 8 notas por segundo con una duración de 0,07 segundos y después de 10 segundos del comienzo de la llamada, la velocidad disminuye de 3 notas por segundo con una duración de 0,15 segundos; además cuando un individuo vocaliza, otro o dos individuos contestan a ese llamado a una distancia

considerable, por lo tanto, se sugiere la territorialidad para la especie. Emmons en 1981, menciona que las llamadas pueden variar dependiendo la localidad y confirma la contestación del llamado, pero como no se identificaron los sexos de los individuos cuando hacían las vocalizaciones entonces no se habla de territorialidad. Estos llamados se han registrado en ramas sobre el agua, en ríos y lagos estacionales (Alho *et al.*, 2015). *D. dactylomys*, realiza forrajeo, trepando en los bambús, pelando las hojas para alimentarse, también consume brotes de la planta. Además, presenta locomoción lenta y comportamiento anti depredador críptico, se presume que la adaptación de la pupila se debe a una actividad diurna ocasional. No se conoce de como son los sitios de descanso o nidos. En lo referente a los patrones de espaciamiento y sistemas de apareamiento, no están establecidos por falta información (Adler, 2008). Por lo tanto, sugiere que tiene requisitos de vegetación altamente específicos y gracias a las llamadas, que permiten identificarlas en la densa vegetación y a gran distancia, se pueden usar como índice de calidad del hábitat en la cuenca de las amazonas.

Etología

En el estudio del comportamiento se puede hacer de manera experimental (condiciones conocidas) y de manera natural, donde se realizan las observaciones como ocurren en la vida silvestre sin intervención humana (Zerda, 2004). La descripción del comportamiento se puede hacer referente a la estructura que es la forma física o el patron temporal del comportamiento. El comportamiento se describe en términos de la postura y los movimientos del sujeto. Y en términos de consecuencia, que son los efectos del comportamiento del sujeto sobre el medio ambiente, sobre otros individuos o sobre sí mismo (Martin & Bateson, 2007).

El etograma es un grupo de descripciones claras, concisas pero completas de los patrones de comportamiento característicos de una especie (Lehner, 2003), compuesto por unidades comportamentales y agrupadas en categorías.

La selección y definición de las unidades varía de acuerdo con los objetivos y logística del estudio (Zerda, 2004):

Unidades simples de comportamiento: pueden ser individuales, de dos tipos, la primera, estáticas o posturales, se pueden definir por relaciones estáticas como dormir. La segunda, unidades dinámicas o gestuales, se identifican solamente por una secuencia de relaciones espaciales, por ejemplo, trepar una pared; que pueden localizadas (un solo sistema, ejemplo movimiento de la patas) o generalizadas (involucra cambio de posición de todo el sistema con relación a su ambiente, por ejemplo, caminar por el piso). También pueden ser sociales (estática, dormir en grupo o dinámicas, pelear con otro individuo).

Unidades complejas de comportamiento: hace referencia a si son simultaneas, secuenciales, sintéticas (unidad comportamental que puede variar con el contexto) y de papeles (activas o pasivas).

Categorías comportamentales: se definen con precisión, deben resumir la mayor cantidad posible de información relevante sobre el comportamiento, deben ser independientes entre sí e incluir las unidades con las mismas propiedades (Martin & Bateson, 2007).

Frecuencia: es el número de ocurrencias por unidad de tiempo (s^{-1} , min^{-1}).

Frecuencia: ocurrencia/unidad de tiempo (h)

Duración: periodo de tiempo que dura el patrón de comportamiento.

Tipo de muestreo *ad libitum*: no hay restricciones sistemáticas, el observador registra lo que sea visible y relevante en el momento.

Registro continuo: registro de todas las ocurrencias junto con su tiempo. Tiene como objetivo producir un registro exacto del comportamiento con los tiempos en los que ocurrió cada instancia del patrón de comportamientos.

Curva de acumulación de comportamientos: número acumulativo de comportamientos observados con respecto al tiempo y se representa en un gráfico que muestra cuando la curva de acumulación llega a la asíntota, lo que quiere decir que es el periodo estándar de muestreo.

Índice de cobertura de muestra: enfatiza la significancia de los comportamientos raros. Consiste en:

$$\Theta = 1 - N_i / I$$

Donde N_i es el número de comportamientos vistos solamente una vez y I es igual al número total de comportamientos observados. Si el resultado se aproxima a 1, indica que la cobertura de la muestra fue completa.

METODOLOGÍA

Área de estudio:

El área de estudio comprende el campus sede Barcelona de la Universidad de Los Llanos que cuenta con aproximadamente 41 ha, está ubicado en el departamento del Meta, municipio de Villavicencio, vereda Barcelona, sobre el kilómetro 12 de la vía que conduce hacia Puerto López, en las coordenadas 4°04'19.86" N y 73°34'54.09" O. La zona se encuentra a 420 m de altitud, presenta humedad relativa variable entre 47 y 75 %, temperatura media de 26° C y un régimen de precipitación anual monomodal de 4500 mm (IDEAM, 2017). El paisaje circundante hace parte del sistema fisiográfico de sabanas de piedemonte y consiste de una matriz predominantemente agropecuaria con algunas porciones de colonización suburbana y parches de bosque de galería, principalmente fragmentos de sucesión secundaria joven con altos niveles de actividad antrópica y transformación de la tierra.

El área de trabajo para la recolección de datos de comportamiento de *D. dactylinus*, se extendió a lo largo de los márgenes derecho e izquierdo de un drenaje artificial que atraviesa el campus en sentido oeste-este. Sobre estos márgenes algunos actores de la comunidad universitaria han realizado actividades de reforestación que se han fortalecido de forma natural mediante un proceso de colonización-regeneración. Se observan algunas especies sembradas como *Bambusa vulgaris*, *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris*, *Guadua* sp. y *Guadua angustifolia* (Ximena Londoño. com. pers), y algunas especies de árboles, arbustos y herbáceas pioneras y colonizadoras de los géneros *Siparuna*, *Mimosa*, *Ochroma*, *Costus*, *Erythrina*, *Cecropia*, *Alchornea*, *Bellucia*, *Miconia*, *Inga*, *Cestrum*, *Cissus*, *Clusia*, *Cochlospermum*, *Ficus*, entre otros, que forman una línea de vegetación con abundante cobertura inferior y estratos superiores que no sobrepasan los quince metros de altura. El corredor (puntos morados en el mapa) que se escogió para desarrollar los muestreos tiene una longitud aproximada de 600 metros, cuenta con iluminación artificial en la mayor parte del recorrido (postes de luz). A lo largo de este corredor se seleccionaron 17 puntos de muestreo o parches de bambú en los que se había registrado con anterioridad, la presencia de la especie en cuestión (Figura 1).

Fase de campo

Métodos de muestreo para comportamiento:

Para la recolección de datos de los comportamientos de *Dactylomys dactylinus*, se efectuó un muestreo preliminar para determinar el periodo estándar mínimo de muestreo que es el tiempo de muestreo donde una curva de acumulación de comportamientos alcanza la asíntota.

Para el muestreo definitivo, se realizaron recorridos en las 17 plantas de bambú escogidas, a las que se les midió la altura y la cobertura utilizando la aplicación Canopeo ® de circulación libre. Los recorridos se hicieron tres días a la semana entre las 1700 y 0600 horas, de acuerdo

al horario reportado por Emmons (1981), durante los meses de enero a mayo del 2016, con muestreo *ad libitum* y registro continuo según Lehner, 2003; Zerda, 2004; Martin y Batenson, 2007, en tres estratos en las plantas de bambú, establecidos a criterio propio que fueron a) estrato bajo entre 0 a 2 metros, b) estrato medio entre 2,1 a 4 metros y c) estrato alto \geq a 4 metros (Figura 2).

El estrato bajo de las plantas de bambú o guadua está conformado básicamente por los rebrotes del rizoma y la parte basal con mayor diámetro del culmo. Allí se observa una intrincada y densa estructura de ramas y hojas secas que se acumulan con el tiempo y no permiten el paso de la luz. A partir de allí, este se extiende hasta los dos metros de altura cubierto en su primer tercio de vainas que en ocasiones cubren todos los entrenudos, dependiendo de la edad y la especie. En este estrato se observan pocas ramas que brotan de los nudos y pocas hojas. En plantas adultas se presentan macollas que son especialmente densas en el primer metro de longitud y se separan a mayor altura.

En el estrato medio, los culmos presentan disminución en su diámetro. Por encima de los dos metros de altura se observa una separación de los culmos de la macolla, ya que estos tienden a inclinarse ligeramente hacia afuera y permiten una mayor entrada de luz, allí se acumulan pocos culmos, ramas y hojas caídas. Se observa un aumento en la cantidad de ramas que brotan de los nudos, pocas hojas y menos vainas que en el estrato inferior.

En el estrato alto se observa una disminución marcada en el diámetro de los culmos y brotan ramas de casi todos los nudos. Hacia el extremo distal de las ramas se presentan abundantes hojas. La inclinación de los culmos es notablemente más pronunciada y hacia la parte foliar se entrelazan formando un dosel que en las macollas con mayor cantidad de culmos es completamente cerrado y tupido. Debido a la inclinación del dicho dosel, las ramas de una macolla se entrelazan con las de las macollas circundantes e incluso con las ramas de algunos árboles que así confieren continuidad a la cobertura. Las plantas de bambú y guadua del campus presentan un promedio de altura de $8,86 \pm 1,91$ m y promedio de cobertura de $229,94 \pm 101,3$ m².

Para los recorridos se utilizó una linterna marca Fenix TK22 de máximo 920 lumens con tres intensidades, se utilizó un filtro rojo hecho con papel celofán para evitar modificar el comportamiento de los individuos. Los registros de los comportamientos se hicieron desde que se observaba el individuo hasta que se perdía en la vegetación, se diligenciaron formatos (ver anexos 2 y 2.1) para consignar los datos como la fecha, hora de inicio y hora final del muestro, así como las unidades comportamentales, tiempo de estas, número de bambú, estrato, y adicionalmente se tomaron datos de condiciones ambientales cada hora durante el muestreo. Para temperatura y humedad relativa, se utilizó una estación climatológica portátil Kestrel 3500 Delta, para la nubosidad, se dividió la bóveda celeste en ocho fragmentos iguales y se registró la cantidad de octavos tapados con nubes (Roldán y Ramírez, 2008), y para la fase lunar se usó la aplicación gratuita para Android Fase de la Luna que utiliza la simulación de la superficie Lunar creada por la NASA *Lunar Reconnaissance mission*.

Aproximación etológica de *Dactylomys dactylinus* (Rodentia: Echimyidae) en la Universidad de los Llanos

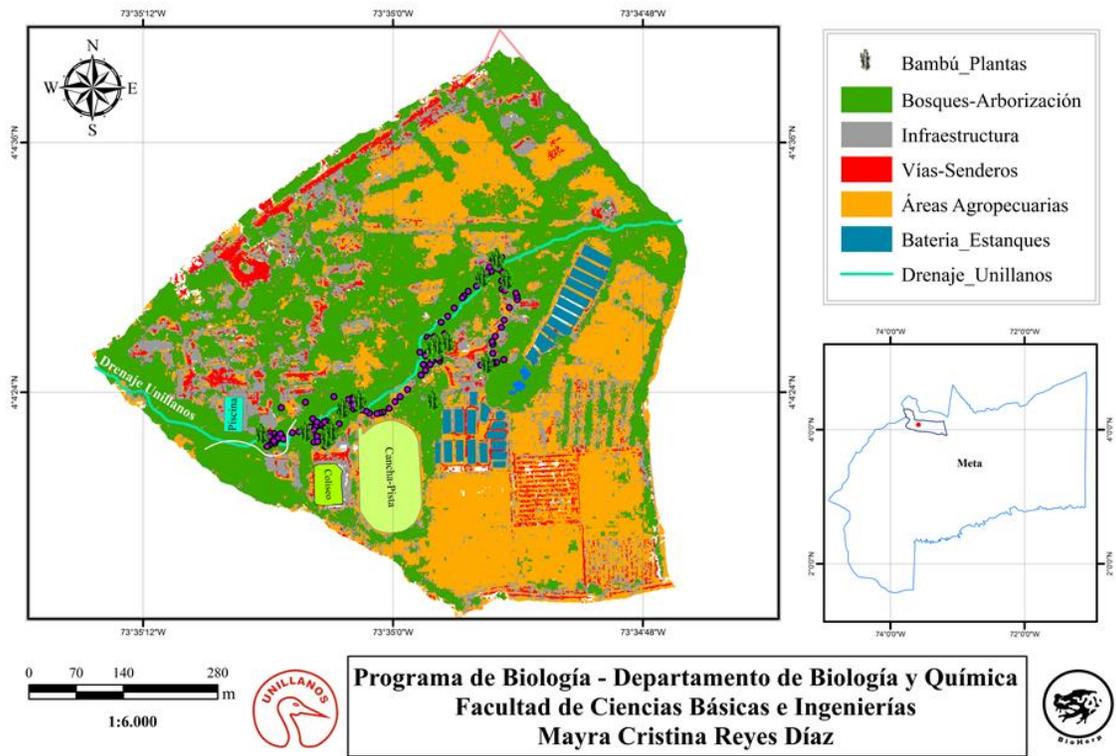


Figura 1. Mapa del campus sede Barcelona, Universidad de los Llanos

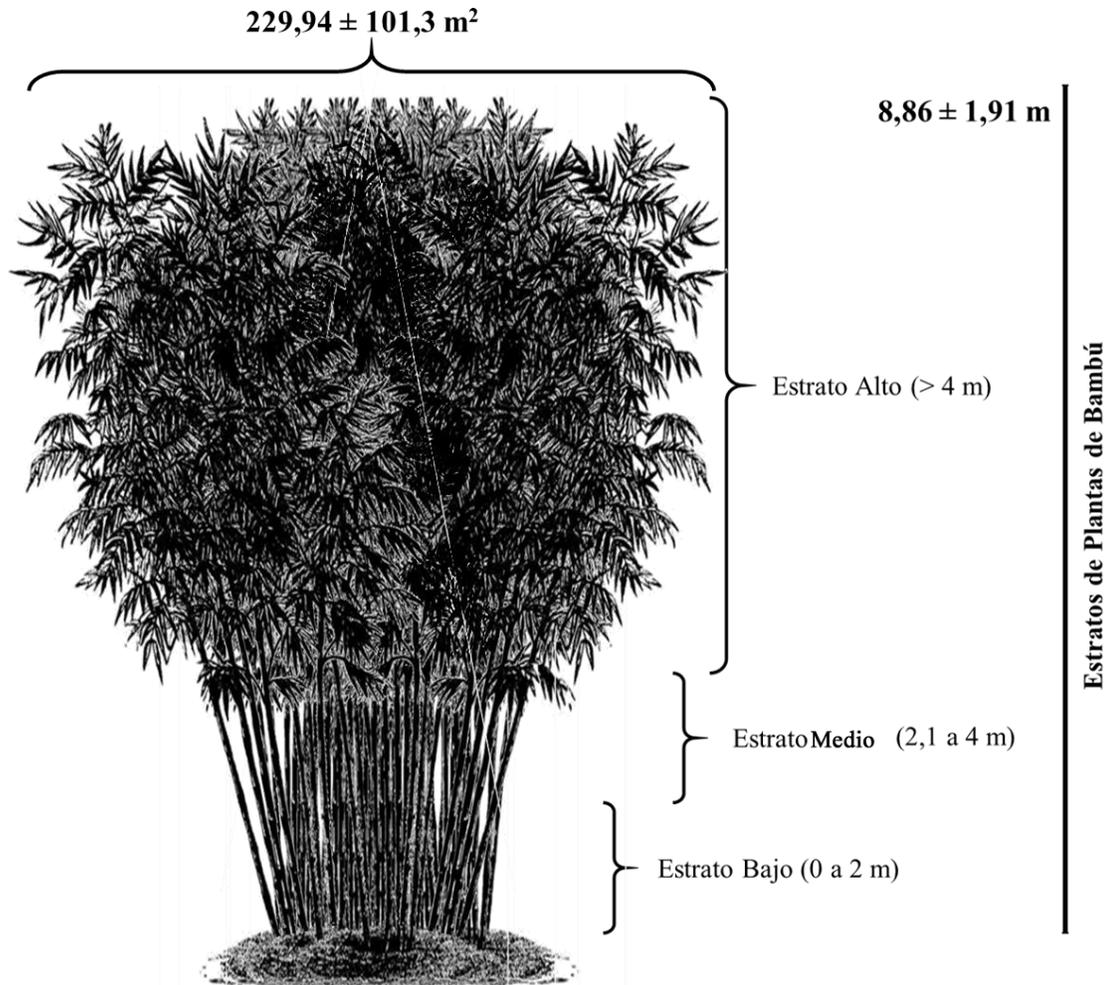


Figura 2. Estructura de plantas de bambú-guadua en el campus Barcelona de Unillanos

Además, se hizo registro fotográfico, audiovisual y grabaciones de voz de la actividad. Se usó una cámara profesional Cannon Rebel T5 EOS con lentes EFS 18-55 mm y EF 70-300 mm con estabilizador, una cámara semiprofesional Sony Cyber-short DSC-H200 y una Cannon PowerShot SX130 IS, por último, las vocalizaciones se registraron con una grabadora Sony ICD-PX440 y una grabadora digital Zoom H4n con micrófono incorporado y micrófono Boom Azden.

Herramienta audiovisual

Para la herramienta audiovisual, se hizo un recorrido con personal y equipo especializado de Cier-Oriente del programa de bilingüismo y biodiversidad quienes se encargaron de hacer tomas adecuadas (Cannon Xf305 y grabadora digital Zoom H4n con micrófono incorporado y un micrófono Boom Azden) y en conjunto se hizo la edición el video con ayuda de material grabado en el recorrido durante los muestreos. De acuerdo a la información recolectada, se elaboró un guion que contiene información básica de la especie en cuestión y aspectos

particulares en el campus para editar y producir un videoclip que servirá como herramienta para proporcionar información del comportamiento de la rata del bambú a la comunidad de Unillanos.

Análisis de datos

Representatividad y cobertura de muestra:

Para determinar si los resultados del muestreo fueron representativos se elaboró una curva de acumulación de comportamientos. Se comparó la cantidad de comportamientos acumulados observados a través del tiempo de esfuerzo con la cantidad de comportamientos acumulados esperados utilizando para ello el estimador Chao 1. Se asumió la representatividad del muestreo cuando los comportamientos observados estuvieron por encima de 70 % de los esperados (Colwell y Coddington, 1994).

Para determinar la cobertura de la muestra se utilizó el índice de cobertura de muestra (IC), propuesto por Zerda, 2004, que es un coeficiente que adquiere valores entre cero y uno donde valores cercanos a cero indican baja cobertura del muestreo.

Comportamiento:

De acuerdo con los métodos recomendados por Lehner, 2003; Zerda, 2004 y Martin y Batenson, 2007, durante las observaciones preliminares, las unidades fueron identificadas y descritas en términos de la posición de las estructuras corporales y de su relación con el entorno. Posteriormente, se clasificaron en un sistema de categorías elaborado desde cero con base en los caracteres afines de las unidades. Los autores citados sugieren generar las categorías estableciendo conjuntos de unidades comportamentales de acuerdo a características comunes de estas. Así, los nombres de las unidades comportamentales y categorías se definieron de acuerdo a los comportamientos registrados de *Dactylomys dactylinus* en el campus Barcelona. Las categorías y unidades comportamentales se usaron para construir el catálogo o etograma, organizado de la siguiente manera: categoría, unidad comportamental, código de la unidad comportamental y su descripción de acuerdo con los autores citados.

Por último, se realizó una prueba de Kruskal-Wallis con corrección de Bonferroni y se usó el paquete estadístico de *Statgraphic centurion* licencia de prueba, para establecer diferencias ($p \leq 0,05$) entre las frecuencias de las unidades comportamentales y categorías. También para comparar y establecer si hay diferencias significativas entre la cantidad de comportamientos respecto a los estratos mencionados, hora y condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa, nubosidad y fase lunar).

RESULTADOS

Comportamiento en condiciones *in situ*

En total fueron 27 días efectivos de muestreo durante los meses de enero a mayo del año 2016, donde se registró un total de 3334 ocurrencias, distribuidas en 10 categorías y 38 unidades comportamentales (Tabla 1).

En el estudio preliminar se muestrearon seis días efectivos, a partir de los cuales se estableció que el periodo estándar de muestreo fuera de 4 horas por día. La curva de acumulación de comportamientos de *Dactylomys dactylinus* muestra que el número de comportamientos observados representa el 100 % de los esperados según el estimador Chao 1. Lo que significa que el muestreo es representativo, además se observa que el esfuerzo mínimo de muestreo es de 204 horas/hombre (Figura 3). El índice de cobertura de muestra tuvo un valor de 0,96, lo que indica que la cobertura de la muestra fue completa y la probabilidad de encontrar nuevos comportamientos bajo las condiciones experimentales es baja (Tabla 2).

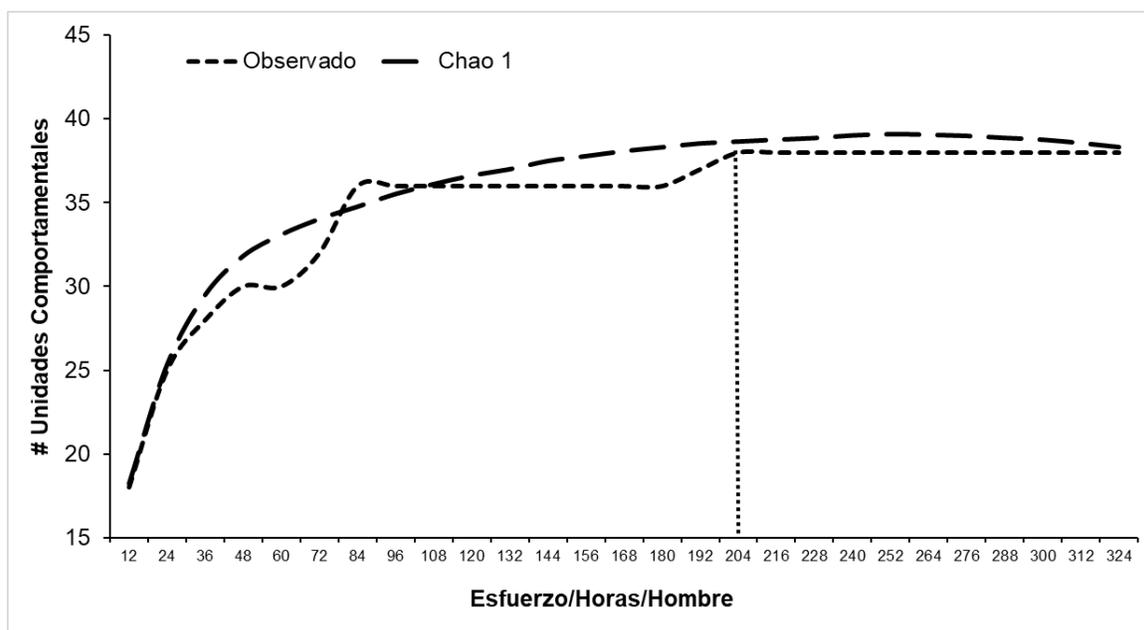


Figura 3. Curva de acumulación de comportamiento de *Dactylomys dactylinus* en condiciones *in situ* en el campus Barcelona.

Tabla 1. Catálogo de comportamientos de *Dactylomys dactylinus* en condiciones *in situ*.

| Categoría comportamental | Código | Unidad comportamental | Descripción | Figura (ver anexo 3) |
|--------------------------|--------|-----------------------|---|----------------------|
| Agonístico | ES | Huir | Al percibir sonidos fuertes, presencia humana o amenaza de depredadores, en posición sentado (SN) o en reposo (RP), olfatea (SF), hace una pausa de inmovilidad (IM) y luego camina (W) rápidamente y se refugia entre la vegetación. | 15 |
| | A | Alarmarse | Al percibir movimientos o sonidos muy fuertes el animal se desorienta, mueve la cabeza de un lado a otro y rápidamente huye a la zona más densa de la vegetación (ES). | 16 |
| | FI | Pelear | Se observan dos individuos en una persecución (CH), se acercan mucho (AP), se empujan uno al otro con el cuerpo y caen al suelo, luego se separan y se dirigen (W) a diferentes partes de la vegetación. | 17 |
| | CH | Perseguir | Se encuentran dos individuos en el mismo bambú o vegetación a corta distancia uno del otro, un individuo camina (W) rápidamente y el otro lo sigue insistentemente por la vegetación. Puede desencadenar en una pelea (FI) o los animales se alejan uno del otro. | 18 |
| Alimentación | E | Comer | Sentado (SN), corta con los dientes el bambú o alimento sujetándolo con ambas manos en posición horizontal con respecto al cuerpo, mueve las manos de izquierda a derecha y al tiempo roe (GN) a lo largo de la rama para quitarle la vaina y dejarla libre de tricómas, gira el alimento a posición vertical con respecto al cuerpo y lo sujeta con una o dos manos, roe (GN) y mastica varias veces hasta que deja caer la parte restante que no va a consumir. | 19 |

| | | | | |
|--------------|----|------------------|---|----|
| | CF | Escoger alimento | El individuo se encuentra caminando (W), olfatea (SF) diferentes partes de bambú, especialmente las ramas, las sostiene con uno o los dos miembros anteriores, hace lo mismo con varias hasta que finalmente corta una rama y la consume (E). | 20 |
| | F | Forrajear | El animal camina (W) en varias direcciones recorriendo el follaje del bambú y corta material vegetal para comer (E). | 21 |
| | GN | Roer | El animal se ubica en una guadua frente o arriba de un brote, se sujeta a esta con los miembros posteriores y la cola prensil, una vez asegurado se aferra al brote con los miembros anteriores mientras corta y pela con los incisivos la parte de la planta que va a consumir | 22 |
| Comunicación | C | Chascar | Un individuo juvenil o de un tamaño pequeño se encuentra en posición de reposo (RP) e intenta vocalizar (V) pero hace un chasquido muy suave. | 23 |
| | VO | Vocalizar | En reposo (RP), luego sentado (SN), las manos quedan juntas y pegadas al cuerpo, estira el cuerpo (SB) hacia adelante para dejar el cuello completamente extendido, realiza este movimiento, la primera vez suave y la segunda va acompañado con un movimiento bucal generando un sonido grave, la boca abierta un corto instante, mueve la mandíbula hacia abajo varias veces y con rapidez, esta rapidez disminuye progresivamente hasta que el individuo deja la boca completamente cerrada pero continua con el cuerpo estirado. Recoge el cuerpo, y queda sentado (SN). El individuo queda en posición sentado (SN), reposo (RP) o se desplaza (W) por el bambú. El sonido que genera es una vocalización que se caracteriza por tener como promedio de: 11 a 34 notas, con Duración total de 2,17 a 12,17 segundos, con una Frecuencia Menor de 120,598 a 214,764 Hz, Frecuencia Mayor 1320,979 a 1922,621 Hz y una amplitud máxima (U) entre 89994,054 y 10794,015 (ver capítulo 2). | 24 |

| | | | | |
|---------|----|--------------------|---|----|
| Confort | GG | Acicalar Genitales | Sentado (SN) en el bambú, el animal flexiona el cuerpo con las manos recogidas a altura del pecho, mete la cabeza entre las extremidades anteriores, dirige la boca hacia los genitales y los hala varias veces seguidas. | 25 |
| | AL | Aloacicalar | Un animal se acerca al otro caminando por una rama (AP) y con mordiscos suaves sucesivos de los incisivos, pasa el hocico por varias partes del cuerpo del otro animal. | 26 |
| | AU | Autoacicalar | El animal pasa la boca realizando mordiscos cortos y rápidos por diferentes partes del cuerpo. Gira la cabeza hacia atrás para alcanzar el dorso o hacia adelante y abajo para alcanzar el plano ventral. O, en posición sentado (SN), el animal toma las vibrisas con una mano y de forma intercalada retira restos de comida o elementos extraños de estas. | 27 |
| | Y | Bostezar | En posición de reposo (RP), el roedor mueve la mandíbula hacia abajo y el maxilar hacia arriba dejando la boca abierta por poco tiempo y luego la cierra. | 28 |
| | CP | Cambio postura | En posición de reposo (RP) hace movimientos muy lentos y cortos como moviendo la cabeza al lado contrario respecto a la posición inicial. | 29 |
| | S | Dormir | El roedor en posición de reposo (RP) permanece inmóvil (IM) con los ojos cerrados. | 30 |
| | P | Jugar | El individuo juvenil camina (W) lento o rápido en cualquier dirección, salta (J), trepa (CL), camina (W). Se detiene, persigue al individuo adulto cuando este camina (CH). | 31 |
| | RP | Reposo | Con el vientre apoyado sobre el sustrato donde se forma una V porque se ramifica el tallo, con las manos y patas pegadas al cuerpo se sostiene de este, la cola totalmente libre o recogida por debajo del cuerpo en forma de cero o p cuando deja una parte larga de la cola libre. | 32 |
| | CT | Limpiar Dientes | El animal corta trozos de corteza y ramas de árboles que son duros, los mastica y los bota al piso. | 33 |

| | | | | |
|------------------|----|----------------|---|----|
| | SC | Rascarse | En posición de reposo (RP) mueve el cuerpo suave y levemente hacia la izquierda o la derecha, sube y estira el miembro posterior derecho o izquierdo sutilmente para usar las uñas realizando entre tres a veinte movimientos rápidos repetitivos de arriba hacia abajo sobre el dorso a la altura del hombro, detiene los movimientos, posteriormente extiende el miembro hasta la boca. Distiende el miembro y lo posa sobre el bambú. Utiliza los miembros posteriores para friccionar el rostro inclinando la cabeza hacia abajo dependiendo del lado. Para el pecho, estira uno de los miembros anteriores y con el miembro posterior contrario hace la fricción. Sentado (SN), usa los miembros anteriores para frotar diferentes partes del cuerpo. Con la boca, gira la cabeza hacia atrás ya sea hacia el lado derecho o izquierdo, o con la cabeza inclinada hacia adelante para la parte ventral del cuerpo. Siempre al terminar pasa los miembros anteriores por el hocico. | 34 |
| | SH | Sacudirse | Cuando llueve, el individuo camina (W) por la vegetación, detiene la marcha y sentado (SN) mueve todo el cuerpo intensamente de un lado a otro para expulsar gotas de agua del cuerpo, luego retoma la marcha (W). | 35 |
| Cuidado parental | EP | Epimelético | El individuo parental, sentado (SN) en el bambú, observa desde una altura mayor a la cría, que se desplaza por todas partes, cuando esta se acerca la acicala (AL). | 36 |
| Estático | SB | Estirar cuerpo | Mientras camina (W) o trepa (CL) se sostiene con las extremidades posteriores, la cola colgante y el cuerpo extendido hacia adelante, el miembro anterior derecho estirado hacia arriba para aferrar una rama y el miembro posterior izquierdo hacia abajo aferra otra rama. | 37 |
| | IM | Inmóvil | El individuo se encuentra quieto en posición de reposo (RP) durante un largo tiempo. | 38 |
| | SU | Parado | El individuo se encuentra en el bambú sujetado y estático sobre las extremidades posteriores con la cola libre y los miembros anteriores apoyado al bambú o recogidos sobre el pecho. | 39 |

| | | | | |
|--------------|----|-----------|--|----|
| | SN | Sentado | En una rama horizontal, el individuo tiene el cuerpo en posición perpendicular a esta y se sostiene únicamente con los miembros posteriores flexionados agarrando el bambú, los miembros anteriores quedan libres al igual que la zona genital y la cola. | 40 |
| Evacuación | D | Defecar | El individuo se encuentra en posición de reposo (RP) o caminando (W) en el bambú, levanta el tercio posterior del cuerpo y la cola libre hacia arriba para expulsar el excremento. | 41 |
| | U | Orinar | El individuo camina (W) y se queda quieto ubicando el cuerpo con dirección al suelo. Eleva el tercio posterior del cuerpo, la cola esta libre con dirección hacia arriba para expeler la orina y posteriormente sigue caminando (W). | 42 |
| Exploratorio | L | Escuchar | El animal se encuentra en reposo (RP) o de pie (SU), mueve las orejas y rota ligeramente la cabeza para percibir algún sonido. | 43 |
| | SF | Olfatear | El animal se encuentra en posición de reposo (RP) o caminando (W), estira el hocico hacia adelante, moviendo la nariz de arriba hacia abajo oliendo rápidamente partes del entorno. | 44 |
| Locomoción | W | Caminar | El individuo se desplaza hacia adelante, usa al tiempo la mano izquierda y la pata derecha y luego la mano derecha y la pata izquierda, siempre pisa con la patas el mismo lugar donde piso con las manos anteriormente. La cola se mueve libremente de un lado a otro para mantener el equilibrio, el desplazamiento puede ser lento o muy rápido pero siempre silencioso. | 45 |
| | DE | Descender | Con la cabeza en dirección al suelo, el animal se sostiene al tallo con la cola prensil enrollada sobre este. Con los miembros posteriores abiertos aferra el tallo, las manos juntas a altura del hocico apoyadas sobre el bambú, intercambia sucesivamente el apoyo de la cola, miembros anteriores y miembros posteriores para resbalar de forma controlada utilizando la gravedad. | 46 |

| | | | | |
|--------|----|--------------|--|----|
| | EQ | Equilibrio | Al pasar caminando (W) sobre una liana, tronco delgado o cable se sujeta, rodeando con los dedos de las cuatro extremidades la estructura, para caminar lenta o rápidamente sobre esta y con la cola erecta hacer movimientos para compensar el peso de un lado o del otro. | 47 |
| | J | Saltar | De pie (SU) sobre el tallo con el cuerpo estirado hacia adelante (SB), los miembros anteriores libres recogidos en puño a la altura del pecho, la cola recta hacia el suelo y libre. El individuo sostiene al tallo con los miembros posteriores, mueve solamente la parte superior de cuerpo recogiendo y luego estirándolo para impulsarlo con los miembros posteriores, alcanza otro tallo con los miembros anteriores y luego con los miembros posteriores, ya en el nuevo tallo camina (W). | 48 |
| | TR | Transportar | El individuo corta una rama y camina (W) por la vegetación con la rama en la boca para llevarla a otro sitio. | 49 |
| | CL | Trepar | El individuo de pie (SU) frente al tallo, sujeta este a manera de abrazo con los miembros anteriores y posteriores. Con el pecho pegado al tronco y el abdomen separado, los miembros posteriores están casi a la altura del diafragma agarrando el bambú sin rodearlo. Empuja el cuerpo con los miembros posteriores hacia arriba, desliza los miembros anteriores de arriba hacia abajo y la cola para desplazarse. La punta de la cola la enrolla en el tallo para asegurarse. | 50 |
| Social | AP | Aproximación | Mientras un individuo se encuentra sentado (SN) e inmóvil (IM), otro camina (W) por las ramas con dirección a este, se detiene cuando hace contacto visual con el individuo inmóvil (IM). | 51 |
| | RE | Reconocer | Dos individuos se mueven en el mismo parche de vegetación, uno detrás del otro (CH), se detienen y el que se encuentra en un tallo inferior, gira la cabeza hacia arriba para olfatear la parte genital del otro individuo. Posteriormente caminan (W) por la vegetación sin ningún enfrentamiento y en diferente dirección. | 52 |

Tabla 2. Índice de cobertura de muestra para muestreos de comportamiento de *Dactylomys dactilynus*

| Índice de Cobertura | |
|---------------------|---------------------|
| Promedio | Desviación Estándar |
| 0,963883138 | 0,005008711 |

Frecuencias de las categorías y unidades comportamentales

En total registraron 3334 ocurrencias para las 38 unidades comportamentales, teniendo en cuenta el número total de ocurrencias de estas, con un tiempo total de 324 horas de muestreo, se halló la frecuencia tanto para las unidades comportamentales como para las categorías de *Dactylomys dactilynus* en condiciones *in situ* (Tabla No. 3).

Categorías comportamentales

Las categorías con mayor frecuencia fueron comunicación (4.60 h⁻¹), locomoción (1,60 h⁻¹), alimentación (1,48 h⁻¹) y confort (1,26 h⁻¹), las de menor frecuencia son: social (0,11 h⁻¹) y cuidado parental (0,05 h⁻¹). Las frecuencias entre las categorías comportamentales presentaron diferencias significativas $p < 0,01$ (Figuras 4 y 5).

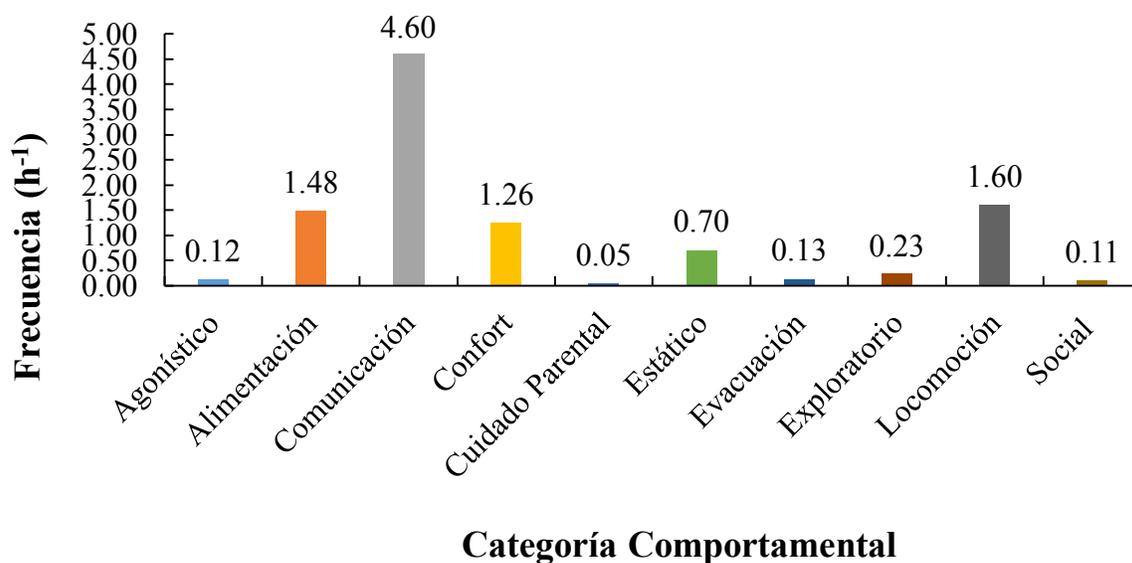


Figura 4. Frecuencias de categorías comportamentales de *Dactylomys dactilynus*

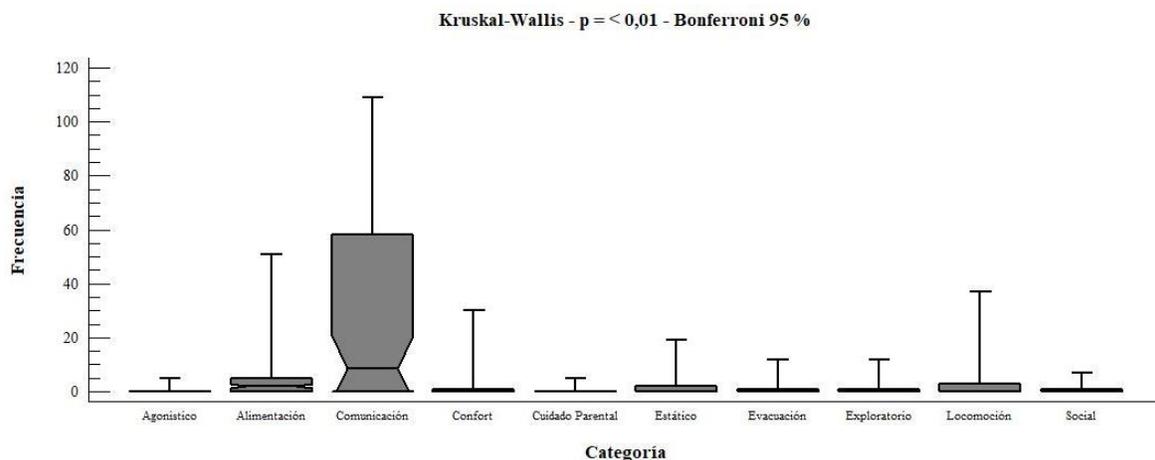


Figura 5. Comparación de frecuencias entre categorías comportamentales

Unidades comportamentales

Se hallaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en las frecuencias de las unidades comportamentales exhibidas por *D. dactylinus*. La mayor frecuencia se observó en vocalización (4,593 h-1), caminar (1,133 h-1), comer (1,040 h-1), rascarse (0,543h-1), e inmóvil (0,414h-1); la menor frecuencia se obtuvo en alarmarse y parado (0,006 h-1), pelear y transportar con 0,003 h-1 (Figuras 6 y 7).

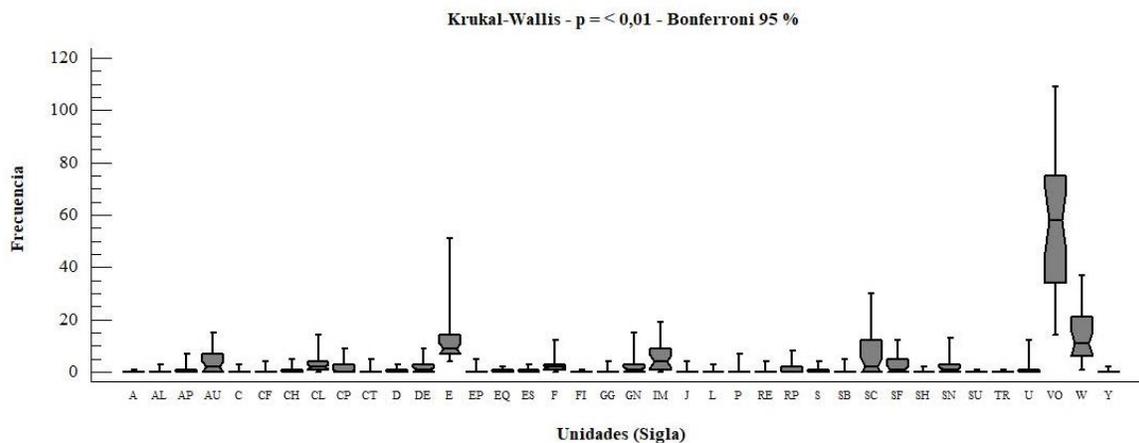


Figura 6. Frecuencia de unidades comportamentales

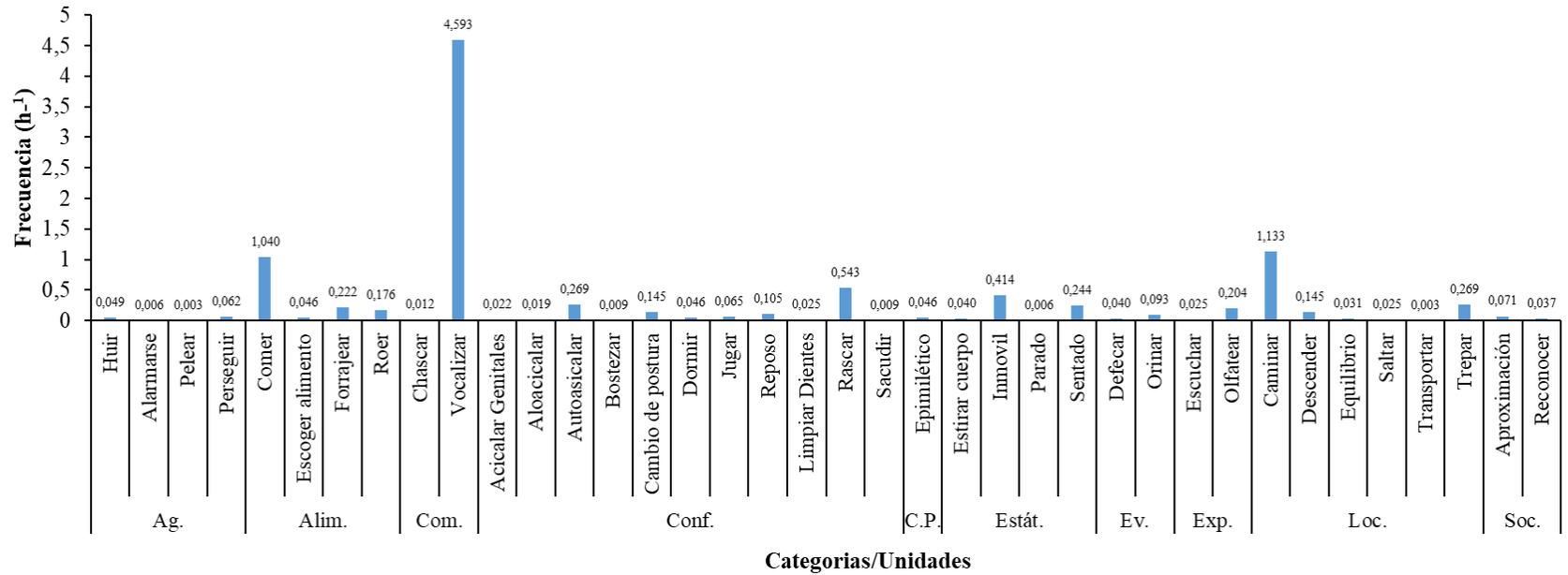


Figura 7. Frecuencia de las unidades comportamentales por categoría. (Ag. Agonístico; Alim. Alimentario; Com. Comunicación; Conf. Confort; C.P. Cuidado Parental; Estát. Estático; Ev. Evacuación; Exp. Exploratorio; Loc. Locomoción; Soc. Social.

Tabla 3. Frecuencia por unidades y categoría comportamental de *Dactylomys dactylinus* en campus Barcelona en condiciones *in situ*.

| # Categoría | Categoría | Unidad comportamental | Total de Comportamientos por unidad comportamental | Frecuencia por unidad comportamental (h ⁻¹) | Total Comportamientos por categoría | Frecuencia por Categoría (h ⁻¹) |
|-------------|--------------|-----------------------|--|---|-------------------------------------|---|
| 1 | Agonístico | Huir | 16 | 0,049 | 39 | 0,120 |
| | | Alarmarse | 2 | 0,006 | | |
| | | Pelear | 1 | 0,003 | | |
| | | Perseguir | 20 | 0,062 | | |
| 2 | Alimentación | Comer | 337 | 1,040 | 481 | 1,485 |
| | | Escoger alimento | 15 | 0,046 | | |
| | | Forrajear | 72 | 0,222 | | |
| | | Roer | 57 | 0,176 | | |
| 3 | Comunicación | Chascar | 4 | 0,012 | 1492 | 4,605 |
| | | Vocalizar | 1488 | 4,593 | | |
| 4 | Confort | Acicalar Genitales | 7 | 0,022 | 407 | 1,256 |
| | | Aloacicalar | 6 | 0,019 | | |
| | | Autoasicalar | 87 | 0,269 | | |
| | | Bostezar | 3 | 0,009 | | |
| | | Cambio de postura | 47 | 0,145 | | |
| | | Dormir | 15 | 0,046 | | |
| | | Jugar | 21 | 0,065 | | |
| | | Reposo | 34 | 0,105 | | |

| | | | | | | |
|-----------|-------------------------|------------------|-----|-------|-----|-------|
| | | Limpia r Dientes | 8 | 0,025 | | |
| | | Rascar | 176 | 0,543 | | |
| | | Sacudir | 3 | 0,009 | | |
| 5 | Cuidado Parental | Epimilético | 15 | 0,046 | 15 | 0,046 |
| 6 | Estático | Estirar cuerpo | 13 | 0,040 | 228 | 0,704 |
| | | Inmovil | 134 | 0,414 | | |
| | | Parado | 2 | 0,006 | | |
| | | Sentado | 79 | 0,244 | | |
| 7 | Evacuación | Defecar | 13 | 0,040 | 43 | 0,133 |
| | | Orinar | 30 | 0,093 | | |
| 8 | Exploratorio | Escuchar | 8 | 0,025 | 74 | 0,228 |
| | | Olfatear | 66 | 0,204 | | |
| 9 | Locomoción | Caminar | 367 | 1,133 | 520 | 1,605 |
| | | Descender | 47 | 0,145 | | |
| | | Equilibrio | 10 | 0,031 | | |
| | | Saltar | 8 | 0,025 | | |
| | | Transportar | 1 | 0,003 | | |
| | | Trepar | 87 | 0,269 | | |
| 10 | Social | Aproximación | 23 | 0,071 | 35 | 0,108 |
| | | Reconocer | 12 | 0,037 | | |

Comportamientos por hora

El número de comportamientos realizados por la rata de bambú con respecto a la hora de muestreo (1800 a 6000 horas) no presentó diferencias ($P > 0,05$). Sin embargo, se observa una disminución de la actividad desde las 0005 horas (Figura 8).

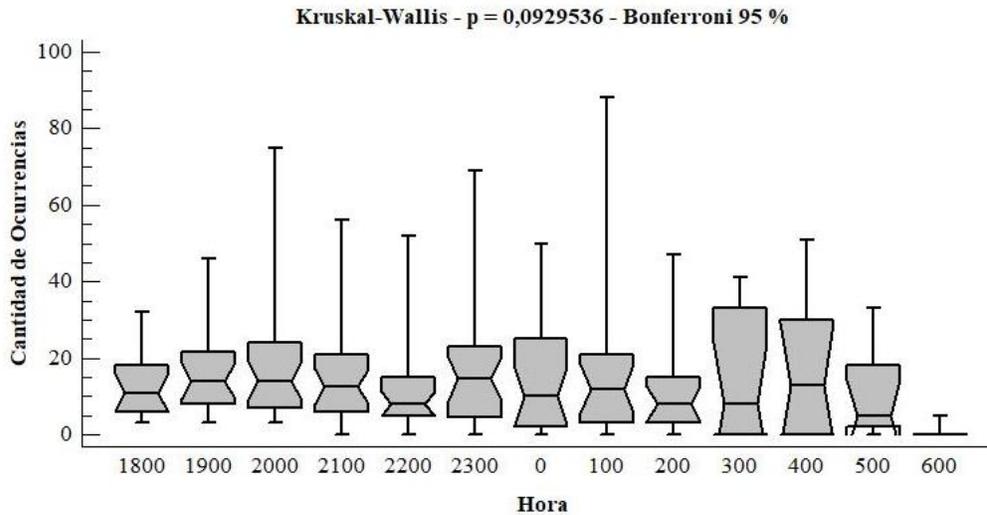


Figura 8. Cantidad de comportamientos respecto a la hora

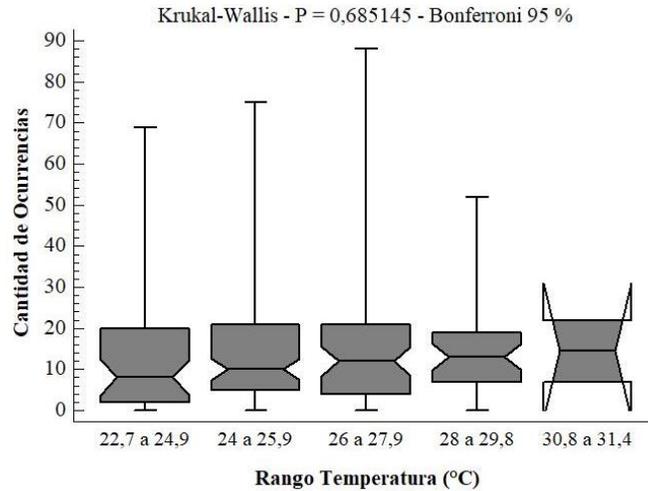
Comportamiento relacionado con las condiciones ambientales

Temperatura

La temperatura durante las noches de los muestreos, oscilo entre 22,7 °C y 31,4 °C, pero no se observó diferencia ($p > 0,05$) entre el número de comportamientos con relación a esta (Figura 9).

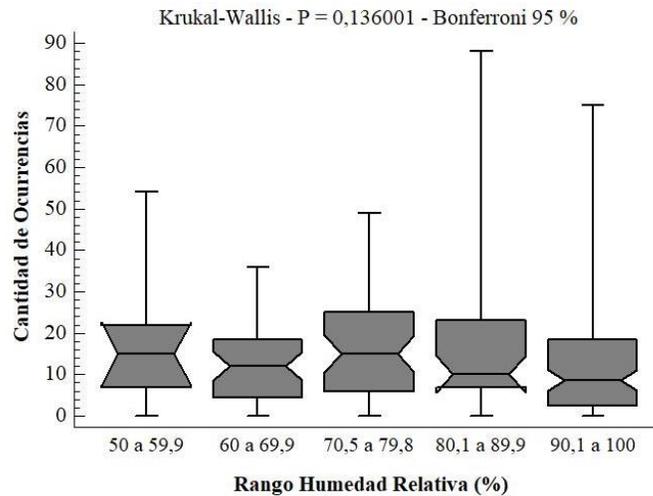
Humedad relativa

En lo referente a la humedad relativa, que durante el tiempo de muestreo fue de 50 % a 100%, respecto a la cantidad de comportamientos registrados, no se hallaron diferencias ($p > 0,05$) (Figura 10).



| Rango Temperatura (°C) | n | Rango de Ocurrencias |
|------------------------|----|----------------------|
| 22,7 a 24,9 | 41 | 103,841 |
| 24 a 25,9 | 93 | 112,892 |
| 26 a 27,9 | 55 | 113,309 |
| 28 a 29,8 | 35 | 125,786 |
| 30,8 a 31,4 | 2 | 130 |
| Estadístico = 2,27598 | | Valor-P = 0,685145 |

Figura 9. Cantidad de ocurrencias de comportamiento respecto a la temperatura.

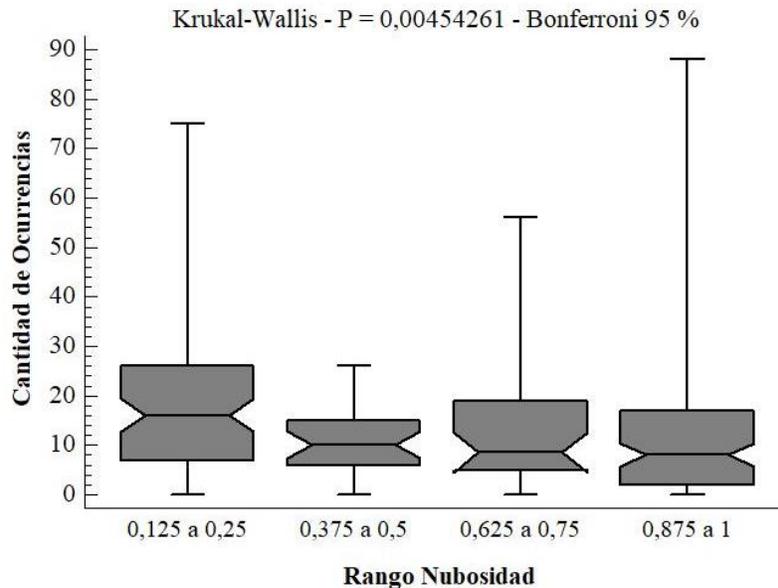


| Rango Humedad Relativa (%) | n | Rango de Ocurrencias |
|----------------------------|-----|----------------------|
| 50 a 59,9 | 9 | 134,944 |
| 60 a 69,9 | 40 | 108,688 |
| 70,5 a 79,8 | 46 | 128,326 |
| 80,1 a 89,9 | 31 | 124,79 |
| 90,1 a 100 | 100 | 103,175 |
| Estadístico = 6,99787 | | Valor-P = 0,136001 |

Figura 10. Cantidad de ocurrencias de comportamiento respecto a la humedad relativa.

Nubosidad

Entre el número de comportamientos respecto a la nubosidad, existe diferencia ($p < 0,05$), ya que entre 0 a 2/8 de nubosidad se presenta mayor cantidad de comportamientos en contraste con 3/8 a 8/8 de nubosidad (Figura 11). Los comportamientos de mayor ocurrencia fueron Vocalizar, Caminar, Comer y Rascarse.

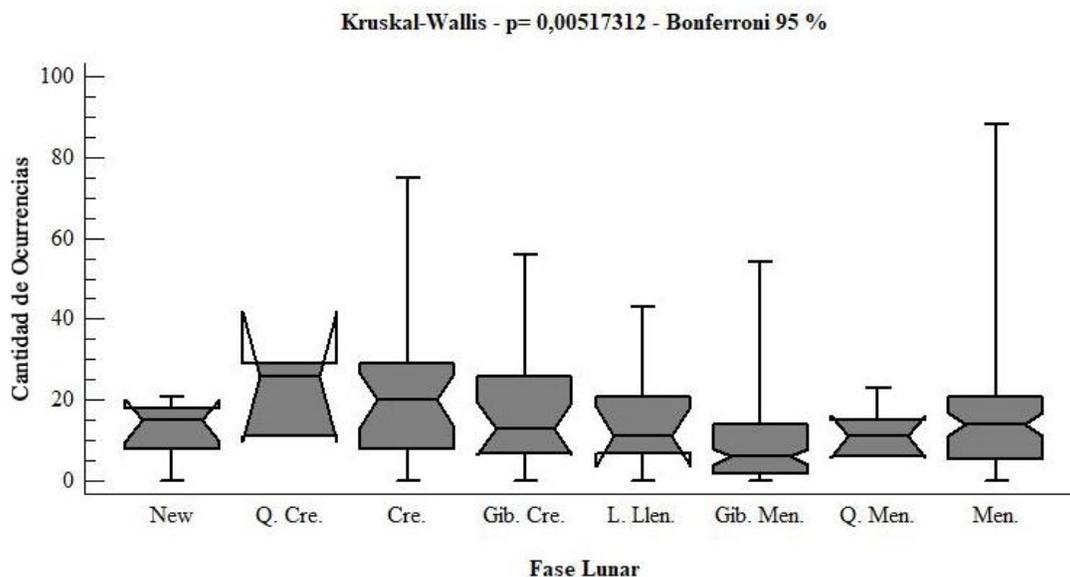


| Rango Nubosidad | | | Ocurrencias | | | |
|--|----|----------------|------------------|------|-------|-----|
| Rango Nubosidad | n | Rango Promedio | 0,125 | 0,25 | Total | |
| 0,125 a 0,25 | 78 | 134,821 | | | | |
| 0,375 a 0,5 | 27 | 104,296 | | | | |
| 0,625 a 0,75 | 30 | 107,4 | | | | |
| 0,875 a 1 | 91 | 99,967 | | | | |
| Estadístico = 13,0438 Valor-P = 0,00454261 | | | | | | |
| | | | Comer | 68 | 20 | 88 |
| | | | Caminar | 93 | 47 | 140 |
| | | | Vocalizar | 344 | 161 | 505 |

Figura 11. Cantidad de ocurrencias de comportamiento respecto a la nubosidad

Fase lunar

El número de comportamientos exhibidos por *Dactylomys dactylinus* con relación a la fase lunar, presentó diferencias ($p < 0,05$) (Figura 12). Las fases lunares con mayor luminosidad como: gibosa creciente, cuarto creciente y creciente son las que mayor número de comportamientos presentan comparadas a las fases con menor luminosidad (menguante, cuarto menguante, gibosa menguante, y luna nueva).

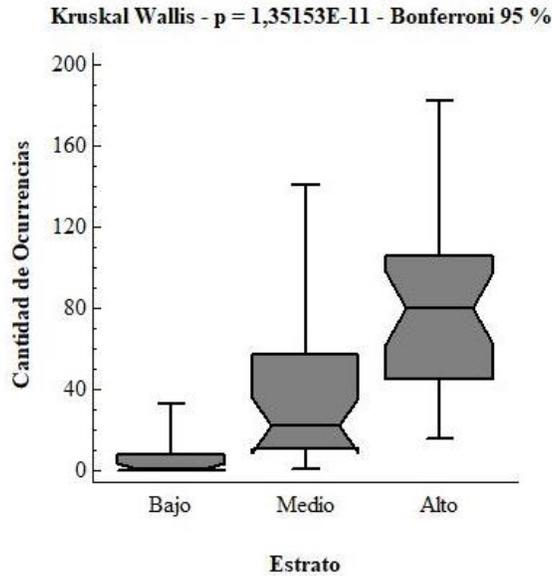


| Fase Lunar (Cod.) | n | Rango Promedio | | |
|--|-----|----------------|------------|-------|
| Cre. | 24 | 143,417 | | |
| Gib. Cre. | 21 | 124,619 | | |
| Gib. Men. | 85 | 90,4235 | | |
| L. Llen. | 9 | 127,333 | | |
| Men. | 68 | 123,279 | | |
| New | 9 | 120,333 | | |
| Q. Cre. | 3 | 165 | | |
| Q. Men. | 7 | 114,143 | | |
| Estadístico = 20,1902 Valor-P = 0,00517312 | | | | |
| Ocurrencias | | | | |
| Fase Lunar | Cr | Gib. Cre. | Gib. Meng. | Total |
| Comer | 46 | 3 | 5 | 54 |
| Caminar | 65 | 7 | 9 | 81 |
| Vocalizar | 139 | 8 | 22 | 169 |

Figura 12. Cantidad de comportamientos respecto a la fase lunar

Comportamiento en los estratos del Bambú

Los individuos de *Dactylomys dactylinus* observados en las especies de *Bambusa vulgaris*, *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris*, *Guadua angustifolia* y *Guadua* sp. en el campus Barcelona, realizaron la mayor parte de los comportamientos en el estrato alto que arrojó diferencias ($p < 0,05$), respecto a los estratos medio y bajo (Figura 13).



| Estrato | n | Rango Promedio |
|---|----|----------------|
| Bajo | 27 | 17,3889 |
| Medio | 27 | 43,1852 |
| Alto | 27 | 62,4259 |
| Estadístico = 50,0544 Valor-P = 1,35153E-11 | | |

Figura 13. Cantidad de comportamientos de *Dactylomys dactylinus* con respecto al estrato

Videoclip

La herramienta audiovisual presenta una duración total de seis minutos con 42 segundos. El guión y algunas capturas del video clip se presentan a continuación: (Figura 14):

¿SABES QUÉ EXISTE UNA RATA QUE SE ALIMENTA DE GUADUA Y BAMBÚ?

Pues es así, existe una especie de roedor llamada *Dactylomys dactylinus* o comúnmente rata de bambú porque se alimenta de este o de guadua.

Se caracteriza por ser una rata grande de color oliváceo amarillento, la cabeza y el cuerpo tienen una longitud de alrededor de 315mm y la cola es más larga que el cuerpo.

Su cara presenta un marrón claro y ocre oscuro. Orejas cortas y bigotes muy largos.

Las patas posteriores son más grandes que las anteriores, con garras largas y en los muslos laterales cercanos a la base de la cola exhibe un naranja brillante quemado.

Las patas anteriores tienen las garras cortas, el tercer y cuarto dígito desarrollado

La parte ventral es completamente blanca.

La cola está cubierta con pelos cortos y escamas, excepto durante los primeros 60 mm de la base que esta revestida de pelos largos.

Esta especie se encuentra en países como Brasil, Ecuador, Perú, Bolivia, Venezuela y en Colombia, para la amazonia y Orinoquia hasta los 500 metros de altitud. En el campus de la Universidad de los Llanos, en la sede Barcelona la especie se halla en vida silvestre por eso surge la idea de conocer sobre su biología; principalmente, su comportamiento.

La sede Barcelona, cuenta con zonas contiguas a cuerpos de agua, donde es propicio para el crecimiento del bambú o guadua.

Dichas zonas son cercanas al Instituto de Investigaciones de la Orinoquia Colombiana (IIOC), Instituto de Acuicultura de los Llanos (IALL), al coliseo, a la granja y la unidad de producción de cerdos.

Para la observación del comportamiento de la rata de bambú, se seleccionaron diez y seis (16) parches de bambú de los sitios mencionados anteriormente.

Con el estudio realizado, se observaron diferentes comportamientos:

Alimentación: el individuo busca el alimento, corta las hojas, las consume; junto con los brotes y adicionalmente, roe el tallo.

Vocalización: esta especie exhibe diferentes tipos de vocalizaciones, pero la más común que se denominó, como rápida, corta y fuerte; también, la usa como una vocalización para contestar y mostrar territorialidad.

Cuidado parental: se observa un adulto cerca a la cría, la cual se alimenta, juega y explora mientras es vigilada.

Socialización: se encuentran dos individuos, que se olfatean y se persiguen. Y a veces se quedan juntos.

Desplazamiento: se movilizan por las ramas, trepan, se mueven de un bambú a otro, usando diferentes árboles y cuerdas de alta tensión.

Descansar: el individuo se acomoda en un tallo colocando el vientre sobre este y la cola la enrolla debajo de las patas traseras.

Inmovilidad: es un comportamiento donde el individuo puede durar casi 20 minutos sin moverse.

Huir: cuando el individuo siente la presencia de otros, ya sean depredadores o presencia humana muy cercana a él, entonces se mueve rápidamente para perderse en la densa vegetación.

Junto a la rata del bambú, en la sede Barcelona de Unillanos se encuentra una considerable diversidad tanto de otros mamíferos como de anfibios, reptiles y aves.

Además, durante los desplazamientos dentro el campus, se avistaron mamíferos terrestres como: armadillo, oso hormiguero, venado, tigrillo, zorros y murciélagos.

Con este estudio y otros de varios grupos de fauna, se evidencia que el campus de la Universidad de los Llanos, sede Barcelona, representa una oportunidad importante de acceso a refugio, alimento y recursos para la vida silvestre

Por lo tanto, se deben generar estudios para conocer la fauna y la flora que tiene el campus y a su vez, buscar mecanismos que permitan manejar de forma responsable la vida silvestre para asegurar que esta permanezca en el tiempo y con ella todos los bienes y servicios que presta a la comunidad universitaria.

Unillanos es academia, procuremos que nuestra relación con la naturaleza sea coherente y consecuente con esa condición



Figura 14. Capturas de la herramienta audiovisual videoclip.

DISCUSIÓN

Comportamiento

Dactylomys dactylinus exhibió mayor cantidad de comportamientos relacionados con las categorías de comunicación con 44,74% (Vocalización 44,62 %), locomoción 15,56% (caminar 11,00 % y trepar 2,61%), alimentación 14,42 % (comer 10,10 % y forrajear 2,67 %), confort con 12,20 % (Rascarse 5,28% y auto acicalar 2,61%) y estático 6,84% (inmóvil 4,02 % y sentado 2,37%) por lo que se acepta la hipótesis 1 y además, se encontraron diferencias significativas en las frecuencias de las categorías ($p < 0,01$) y las unidades comportamentales ($p < 0,05$) de *D. dactylinus* en el campus (Figura 3, 4, 5,6 y 7). Al comparar estos datos con trabajos de comportamiento en otras especies de roedores arbóreos, los porcentajes son similares. Alimentación, locomoción, auto-higiene y auto acicalar presentan las frecuencias más altas (Root-Gutteridge y Chatterjee, 2009; Mendes y Candido-Jr, 2014; Youlatos *et al.*, 2015). Asimismo, estudios de otras especies de roedores especializados en el consumo de bambú como *Kannabateomys amblyonix*, observan similitud con las frecuencias de los comportamientos registrados para *D. dactylinus* como alimentación, reposo (Confort), auto-higiene y desplazamiento (locomoción) (Sarti *et al.*, 2012). En cuanto a los estudios realizados para *D. dactylinus*, en otros países, se reportan en su mayoría comportamientos de vocalización, desplazamiento y a la alimentación de plantas de bambú (LaVal, 1976; Emmons,1981).

Las características comportamentales de *Dactylomys dactylinus*, son muy similares que las otras especies conocidas como ratas espinosas del bambú como *D. bolivienses* y *K. amblyonix*. Por lo tanto, comportamientos como la vocalización, alimentación (Dunnum & Salazar-Bravo, 2004) y el comportamiento social (Emmons,1981) son ejemplo de ello. El cuidado parental reportado por Silva *et al.*, 2008 y Sarti *et al.*, 2012 para *K. amblyonix*, es consecuente con los resultados del presente estudio donde se evidencio un individuo adulto cuidando a un juvenil, sin embargo, el sexo del adulto fue indeterminado, por esto no se puede corroborar el cuidado biparental (Tabla 1 y figura 36, 51 y 52). Aunque no se observó nada relacionado a la biología reproductiva de la especie, es posible que tenga un sistema de apareamiento flexible (monogamia o poligamia) dependiendo de las condiciones ambientales donde se encuentran (Sarti *et al.*, 2012). La territorialidad (Silva *et al.*, 2008), que se evidenció por una pelea de dos individuos de sexo indeterminado y por las vocalizaciones de llamada de un individuo y respuesta por parte de otros ubicados en plantas cercanas de bambú, así como también se registraron llamadas cuando había individuos de otras especies de mamíferos como *Coendou* sp, *Didelphis* sp, *Calluromys* sp, *Phillander* sp y *Aotus* sp en la vegetación contigua (Tabla 1, Figura 17 y 24).

Dactylomys dactylinus presentó tres tipos de vocalizaciones diferenciadas estadísticamente que oscilan entre 11 a 34 notas, con duración total de 2,17 a 15,40 segundos, Frecuencia Menor de 120,598 a 214,764 Hz, Frecuencia Mayor 1320,979 a 1922,621 Hz y amplitud máxima (U) entre 89994,054 y 10794,015, realizadas en *Bambusa vulgaris*, *Bambusa*

vulgaris var. vulgaris, *Guadua sp.* y *Guadua angustifolia* y otra vegetación aledaña al cuerpo de agua.

Los tres tipos de vocalizaciones descritas en el campus Barcelona de la Universidad de los Llanos, tienen una duración total entre 1,8346 y 51,5183 segundos, presentan entre 7 y 34 notas simples, cortas (entre 0,058065 y 0,0802011 segundos), separadas por intervalos de duración entre 0,0982962 y 0,562049 segundos (Capítulo 2). Emmons (1981), reporta que las vocalizaciones “ruidosas” grabadas en Ecuador (Limoncha), presentan un rango de duración entre 8 y 19,6 segundos; uno de los tres tipos de vocalización del presente estudio está por debajo de este rango y los otros dos tipos concuerdan con el mismo (Capítulo 2). Asimismo, la autora reporta entre 32 y 46 notas o pulsos para las vocalizaciones de Ecuador y Perú; uno de los tres tipos de vocalización del campus se sale de este rango ya que presenta entre 7 y 16 notas o pulsos mientras que los otros dos tipos si corresponden con la literatura (Capítulo 2).

En cuanto a los intervalos o espacios entre notas, Emmons (1981) no reporta una duración específica, pero menciona que ésta aumenta progresivamente hacia el final. Dos de los tipos de vocalizaciones registradas en el campus presentan esta característica (Capítulo 2); sin embargo, la restante presenta el mismo fenómeno también en la duración de las notas a partir de la nota 18, aspecto no descrito por la autora.

Las características de la frecuencia en los llamados reportados por Emmons (1981), describen una frecuencia mayor entre 125 y 160 Hertz al inicio del llamado y de 95 a 108 Hertz hacia la parte final con una frecuencia mayor entre los 750 y 1300 Hertz en la región más energética del llamado, lo que implica una disminución gradual en este parámetro acústico. Uno de los tres tipos de vocalizaciones del campus presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) en la frecuencia mayor (Capítulo 2), que disminuye progresivamente desde 1400 hasta 970 Hertz, a partir de la nota número 12, pero la frecuencia menor se mantiene constante (Capítulo 2).

LaVal (1976), por su parte, reporta la grabación de un llamado de *D. dactylinus*, realizada en Ecuador, que no pudo ser analizada en su estructura acústica por tener mucho ruido, este llamado presentó 62 notas y tuvo una duración total de 27 segundos. El autor reporta una disminución progresiva en la cantidad de notas por unidad de tiempo y un aumento en la duración de la nota que inicia con 8 notas por segundo (0,07 s cada nota) y termina con 3 notas por segundo (0,1 s cada nota). Este comportamiento acústico corresponde parcialmente con uno de los tres tipos de vocalización del campus, ya que la cantidad de notas por unidad de tiempo disminuye gradualmente porque la duración del intervalo aumenta (Capítulo 2), pero en este tipo de vocalización la duración de las notas no presenta variaciones estadísticamente significativas. De otra parte, 62 notas es casi el doble de la cantidad de notas registradas en uno de los tipos de vocalización del campus, que arrojó el mayor número de notas (34) de los tres tipos propuestos (Capítulo 2). La duración total reportada por dicho autor, también está por encima del rango de lo observado en el presente estudio.

Cabe aclarar que Emmons (1981), realiza reportes de *D. dactylinus* en las provincias de Napo y Pastaza en Ecuador y también en un parque nacional del departamento de Madre de Dios en Perú. Sin embargo, Dunnum & Salazar-Bravo (2004) y Emmons *et al.*, (2015), reportan

que los ejemplares del departamento de Madre de Dios en Perú corresponden a la especie *Dactylomys boliviensis*, por tanto, parte de las diferencias en los llamados reportados por Emmons (1981), se pueden atribuir al hecho de que son especies diferentes.

Sin embargo, el reporte de la vocalización de LaVal (1976), en la provincia de Napo en Ecuador, que presenta marcadas diferencias con las vocalizaciones del presente estudio en el municipio de Villavicencio, Colombia y con los de Emmons (1981) en la misma provincia de Ecuador, sí corresponde a *D. dactylinus*, hecho que se atribuye, según Emmons & Feer (1997) a que los llamados presentan una fuerte variación a nivel geográfico y estacional, principalmente en el número de notas y en el tiempo mismo de estas.

LaVal (1976), Emmons (1981) y Emmons & Feer (1997) indican que la mayor cantidad de llamados se producen entre las 1800 y las 0100 horas. Salazar-Bravo *et al.*, (1994), también hallaron que la mayor frecuencia de los cantos se registró entre las 2200 horas y 0245 horas para *D. boliviensis*. En el presente estudio la mayor cantidad de vocalizaciones se registraron entre las 2000-2100, 2200-2300 y 0000-0100 horas (Capítulo 2), lo que concuerda con las citas mencionada anteriormente. Sin embargo, Emmons (1981), con base en información sobre la densidad de individuos por unidad de área, sugiere que la baja tasa de vocalización en algunos lugares se relaciona con valores de baja densidad y que existen variaciones geográficas en dichas tasas de vocalización. Aunque durante esta investigación no se realizaron conteos de individuos; en el campus y en los alrededores en la vereda Barcelona e incluso en distintos barrios, veredas y lugares del municipio de Villavicencio, se escuchan muchas vocalizaciones de *D. dactylinus* durante toda la noche y a lo largo de todo el periodo climático, por lo que se hace necesario generar estudios de densidad poblacional en el futuro que permitan generar certidumbre al respecto.

Emmons (1981), también indica que *D. dactylinus* presenta comportamientos como sentarse, que la cola la puede dejar libre o la puede usar para facilitar la forma de trepar en la vegetación, se alimenta de hojas, brotes, y roe tallos, a estos les quita la corteza para poder consumirlos y que los individuos se desplazan durante toda la noche, como se observó en el comportamiento de este roedor en el campus. Adicionalmente, exhibe movimientos suaves y cautelosos, puede quedarse inmóvil y alejarse lentamente, seguido de movimientos rápidos, lo que se puede ser una locomoción anti depredadora. A la presencia de las personas, en el campus, el roedor, las dejaba acercar casi a un metro de distancia antes de desaparecer en la vegetación (Tabla 1, figuras 15, 19, 21, 22, 23, 38, 40 y de la 45 a la 50). Los registros comportamentales no presentaron diferencias significativas con respecto a la hora, la actividad disminuyó drásticamente a las 0500 horas (Figura 7), la misma a la que reporta Emmons, que es el regreso al nido. Para este estudio en el campus no se encontraron los nidos, pero se observaron unos individuos durante el día en algunos parches de bambú.

Respecto al comportamiento social, en un análisis comparativo de 32 especies de roedores histricognatos, Ebensperger & Hayes, 2016 hallaron que las especies más grandes, diurnas y excavadoras tienden a ser más sociales. *D. dactylinus* solo cumple con la condición de tamaño, quizás por esto la categoría Social obtuvo una de las frecuencias más bajas en el estudio y solo se describieron dos unidades. Sin embargo, Wolff y Sherman (2007) sugieren

que el cuidado parental es una estrategia social para evitar la depredación, comportamiento registrado en este estudio en la categoría del mismo nombre y la unidad epimelético, pero con una muy baja frecuencia (Tabla 1 y 3) (Tang-Martinez y Congdon, 2016).

Lacey & Sherman (2007) sostienen que a pesar de que la vida social está muy representada en roedores con 70 especies, 39 géneros, 4 subfamilias y 18 familias, la subestimación es alta principalmente en ratas de la caña y ratas espinosas salvo por algunos reportes de vida en pareja, cuidado biparental y monogamia en *Kannabateomys* (Ebensperger & Hayes, 2016). Wolff & Sherman (2007) proponen un modelo tridimensional conceptual como base ecológica de la socialidad en roedores que incluye las estrategias antipredación, la cooperación y el acceso a recursos.

D. dactylomys presenta, como se observa en los resultados, estrategias individuales de antipredación como el sigilo y la velocidad, tiende a ser más territorial que cooperativa y solo se encuentra en donde su recurso principal, que son las especies de bambú y guadua está presente en abundancia. Otros aspectos sociales muy importantes como la marcación química del territorio y el infanticidio, observados en laboratorio para algunos grupos de histicognatos semifosoriales y nocturnos, aún son completamente desconocidos para especies arbóreas nocturnas (Ebensperger & Blumstein 2007, Roberts 2007). Aunque es evidente que faltan estudios para soportar juicios de valor al respecto, las observaciones parecen indicar un carácter más bien solitario y solo ocasionalmente social para la rata del bambú.

Condiciones ambientales

En trabajos donde se estudia el efecto de las condiciones ambientales como temperatura y humedad relativa con la actividad en roedores arbóreos como *Tamiasciurus hudsonicus*, se encontró que el aumento de la actividad fue directamente proporcional a la temperatura fuera del nido pero que disminuye al aumentar la humedad relativa y el viento (Williams *et al.*, 2014). A diferencia de los resultados sobre estas condiciones ambientales con respecto a la cantidad de comportamientos registrados de *Dactylomys dactylinus* en el campus, se encontró que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) y se observan valores similares en el rango de las ocurrencias de acuerdo al rango de humedad relativa y lo mismo sucede con la temperatura (Figura 9 y 10).

Para nubosidad y fase lunar con relación al número de comportamientos observados se presentaron diferencias ($p \leq 0,05$). Esto puede ser porque estas variables son discretas, y de hecho recogen valores intermedios de la variabilidad intrínseca de la variable. Wolfe y Summerlint, 1989, determinaron que el comportamiento de *Peromyscus polinotus*, un roedor nocturno pero terrestre, varía de acuerdo a la fase y luz de la luna. Aunque Emmons (1981), encontró que los movimientos fueron equivalentes en las noches de luna llena y luna nueva. La diferencia en la fase lunar en *D. dactylinus*, se debe a que, en roedores, las actividades comportamentales como el forrajeo cambian de acuerdo a la fase de la luna, también a la secuencia y el contexto, la intensidad de la luz de la luna se puede ver afectada por los tiempos

de salida y cuando se oculta el sol y la luna, la cobertura de las nubes (nubosidad), entre otros, por lo tanto, en lo general cuando hay más luz los individuos se mueven menos para evitar la depredación, (Kotler, *et al.*, 2010, Johnson & De León, 2015). Pero para la rata de bambú en el campus se encontró que hay más comportamientos en las fases de mayor luminosidad como gibosa creciente, cuarto creciente y creciente, esto puede ser a que se encuentre acostumbrada a la luz artificial, debido a que el sitio de muestreo está constantemente iluminado con esta luz para facilitar la vigilancia del campus en las noches.

Aunque no se tuvo en cuenta la luz artificial presente en el área de estudio, esto puede modificar el comportamiento de los animales nocturnos y aumentar los costos de las actividades (Casper, 2010), pero por ser una especie de roedor que se encuentra habituada a sitios con alteraciones antropogénicas (modificación de vegetación, luces artificiales), como lo indica La Val (1976), Emmons (1981) y Emmons *et al.*, 2015, debe hacer recorridos largos para poder tener suministro alimentario suficiente. Por esto probablemente se observaron y escucharon individuos en todo el recorrido establecido y zonas contiguas.

Comportamiento por estrato en el bambú

Dactylomys dactylinus, presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la cantidad de comportamientos y el estrato en el bambú donde los realizó. Teniendo en cuenta que el estrato alto fue el que más comportamientos presentó, seguido del estrato medio y por último el estrato bajo, se acepta la hipótesis 2 (Figura 2 y 13). Aunque no hay registro de la evaluación de los comportamientos en la altura del bambú para *D. dactylinus*, Emmons (1981) y LaVal (1976), mencionan que la mayor parte del tiempo se encuentra en el dosel, porque tiene mayor disponibilidad de hojas y brotes para su alimentación (Figura 2). Además, esto se debe que algunos roedores, usan la cobertura de vegetación (Dosel/estrato alto) como su principal medio para evitar la detección o captura por depredadores terrestres y ataques aéreos de aves rapaces (Caspers, 2010; Sheehy y Lawton, 2015), además por su acceso y facilidad de movimientos (Carey, 1991; Abreu y De Oliveira, 2014). En este sentido, la rata de bambú se observó pocas veces caminando en el suelo para desplazarse de un parche a otro donde no había un corredor de vegetación.

CONCLUSIONES

Para *Dactylomys dactylinus*, se estableció que el tiempo mínimo de muestreo es de 204 horas/hombre y el tiempo total de muestreo fue de 324 horas en el campus Barcelona.

En el campus Barcelona en condiciones *in situ* para *Dactylomys dactylinus*, se registraron 3334 ocurrencias, distribuidas en 38 unidades comportamentales, las cuales se crearon específicamente para esta especie y estudio en el campus, de acuerdo a las características similares de las unidades, se establecieron 10 categorías comportamentales.

Entre las frecuencias de las categorías comportamentales se encontraron diferencias significativas, las de mayores frecuencias son comunicación, locomoción, alimentación y confort; las de menor, social, y cuidado parental, lo que permite aceptar la hipótesis 1.

Las frecuencias de las unidades comportamentales con respecto a la ocurrencia, también tuvieron diferencias significativas. Vocalización, caminar, comer, rascarse e inmóvil presentaron la mayor frecuencia a diferencia de alarmarse, parado, pelear y transportar que tuvieron la menor frecuencia en el muestreo.

Para las condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa no se presentaron diferencias significativas al contrario de nubosidad y fase lunar que sí tuvieron diferencias significativas.

Con relación a los comportamientos y los estratos establecidos en los parches de bambú, se encontró que las mayores ocurrencias se observaron en el estrato alto (dosel) y en menor cantidad en el estrato bajo, por lo tanto, la hipótesis 2 fue aceptada.

Las ayudas didácticas como los videos son una opción versátil para dar conocer a la comunidad en general los aspectos básicos y la importancia de las especies de fauna silvestre que hay en el campus.

Adicionalmente para *Dactylomys dactylinus* se identificaron tres tipos de vocalizaciones, con diferencias significativas en parámetros acústicos como amplitud, frecuencia, número de notas, duración en los intervalos entre notas y duración total de los cantos registrados y presento la mayor actividad vocal entre 2000 y 0100 horas.

RECOMENDACIONES

Para poder tener mayor información comportamental de especies arbóreas como *D. dactylinus*, se recomienda hacer estudios durante todo el año para tomar todas las temporadas climáticas. Realizar captura de individuos para marcaje y poder hacer diferenciación de sexo. Además, apoyar los estudios con instrumentos como: el uso de collares con aparatos adaptados para medir las condiciones ambientales.

Tener individuos marcados y con collares permitirá realizar seguimiento en el día con mayor facilidad, ya sea con el apoyo de drones y en la noche (con cámaras de calor), y así conocer el desplazamiento en el campus y zonas aledañas, además establecer la actividad de acuerdo a las condiciones ambientales.

Es importante diseñar una metodología para determinar el estado reproductivo de los individuos y sus periodos de cortejo y apareamiento.

Existe una disminución de los parches de bambú en el campus, lo que puede afectar la población de la especie que se encuentra allí y futuros trabajos con otras especies que usan este tipo de vegetación.

De acuerdo con lo mencionado en la discusión, la realización de estudios de densidad poblacional y uso de hábitat de *D. dactylinus* son importantes para afianzar los resultados de tasas de vocalización en el campus y de las poblaciones de la especie en el municipio de Villavicencio.

BIBLIOGRAFÍA

- ABREU M. S. L. and DE OLIVEIRA L. R. 2014. Patterns of arboreal and terrestrial space use by non-volant small mammals in an Araucaria forest of southern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. Vol. 86, no. 2, pp. 807-819.
- ADLER, G.H. 2008. Spacing patterns and social mating systems of echimyid rodents. *Journal of Mammalogy*, vol. 92, no. 1, pp. 31-38. ISSN 0022-2372. DOI 10.1644/09-MAMM-S-395.1.
- AGUILAR-RODRÍGUEZ, P.A., MACSWINEY G., M.C., KRÖMER, T. And GARCÍA-FRANCO, J.G. 2014. Pollen consumption by free-living mice. *Acta Theriologica*, vol. 59, no. 351, pp. 361-365. ISSN 21903743. DOI 10.1007/s13364-013-0164-7.
- ALBERICO M., CADENA A., HERNÁNDEZ-CAMACHO, J. y MUÑOZ-SABA, Y. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana*. vol.1, no. 1, pp. 43-75. ISSN 0124-5376.
- ALHO, C. J.R.; REIS, R.E., and AQUINO, P. P. U. 2015. Amazonian freshwater habitats experiencing environmental and socioeconomic threats affecting subsistence fisheries. *Ambio*. Vol 44, pp.412-425.
- ALLEN, J. A. 1916. Article XVIII. List of Mammals collected in Colombia by the American Museum of Natural History Expeditions. Vol. XXXV, pp. 191-238.
- ANTHONY H. E. 1920. New rodents and new bats from neotropical regions. *Journal of Mammalogy*. vol. 1, no. 2, pp 81-86.
- BARAIBAR, B. 2013. La depredación de semillas de malas hierbas, una función ecológica a conservar y potenciar. *Ecosistemas*. vol. 22, no. 1, pp 62-66. ISSN 1132-6344.
- BONVICINO, C. R., OLIVEIRA, P. S. and D'ANDREA, P. S. 2008. Guia dos Roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos. Centro Pan Americano de Febre Aftosa - OPAS/OMS. Serie de manuais técnicos, 11. pp. 1-119.
- CAPERS, R. G. 2010. Foraging decisions of nocturnal mice under direct and indirect cues of predation risk. *Scholar Commons*. University of South Florida. pp 1-53.
- CAREY, A. B. 1991. The biology of arboreal rodents in Douglas- fir forest. Gen.Tech. Rep. PNW-GTR-276. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 46 p. (Huff, Mark H.; Holthausen, Richard S.; Aubry, Keith B., tech. coords.; Biology and management of old-growth forests).
- COLWELL, R.K and CODDINGTON, J.A. 1994. Estimating Terrestrial Biodiversity through Extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 345(1311), 101-118. <http://doi.org/10.1098/rstb.1994.0091>.
- CORDERO-RIVERA, A., y GALICIA-MENDOZA, D. 2017. Importancia de la Etología en la conservación de insectos. *Ecosistemas*, Vol.26, no 3, pp. 13-20.
- CUERVO, D. A., HERNÁNDEZ-CAMACHO, J. y CADENA A. 1986. Lista actualizada de los mamíferos de Colombia anotaciones sobre su distribución. *Caldasia*. Vol. 15, no. 71-75, pp 471-501.
- DESMAREST M.A.G. 1820. Mammalogie: Description des especies de mammiferes. Premiere partie. Chez M Veuve Agasse, *Imprimeur-Libraire, rue des Peitevins*, No.6. pp. 291.

- DUNNUM, J.L. and SALAZAR-BRAVO, J. 2004. *Dactylomys boliviensis*. Mammalian Species, vol. 745, no. 745, pp. 1-4. ISSN 0076-3519. DOI 10.1644/1545-1410(2004)745<0001: DB>2.0.CO; 2.
- EBENSPERGER, L. and BLUMSTEIN, D.T. 2007. Rodent Societies an ecology and evolutionary perspective. Chapter: Social behavior, Nonparental infanticide. Publisher: Univserty of Chicago, Editors: Jerry Wolff and Paul Sherman, pp.267-279.
- EBENSPERGER, L. and HAYES, L. 2016. Sociobiology of Caviomorph Rodents, an Integrative Approach. Chapter 7: Causes and evolution of group-living. Publisher: Wiley Blackwell, Editors: Luis Ebensperger and Loren Hayes, pp.173-201.
- EISENBERG, J. F. 1978. The Ecology of Arboreal Folivores. Chapter: The Evolution of Arboreal Herbivores in the Class Mammalia. Publisher: Smitsonian Institution Press, Editor: Gene Montgomery. pp. 135-152
- EMMONS L. H. 1981. Morphological, ecological, and behavioral adaptations for arboreal browsing in *Dactylomys dactylinus* (Rodentia, Echymyidae). Notes. *Journal of mammalogy*. vol 62, no.1, pp.183-189.
- EMMONS L. H and FEER, 1997. Neotropical Rainforest Mammals, a Field Guide. Publisher: The University of Chicago Press. Second Edition, pp.244-245.
- EMMONS L. H. 2005. Mammalian Diversification: From Chromosomes to Phylogeography (A Celebration of the Career of James L. Patton), Chapter: A revision of the genera of arboreal Echimyidae (Rodentia: Echimyidae, Echimyinae), with descriptions of two new genera. Publisher: The University of California Press, Editors: Eileen Lacey & Philip Myers. Vol 133. pp. 247-310. Available online at <http://repositories.cdlib.org/ucpress/>
- EMMONS L. H., PATTON, L. J and LEITE, Y. L.R. 2015. Mammals of South America, Rodents. Section: Subfamily Dactylomyinae. Publisher: Ther University of Chicago Press, Editors: Patton James, Ulyses Pardiñas & Guillermo D' Elía. Vol.2, pp. 880-884.
- FLEMING, P. A. and NICOLSON, S.W. 2002. How important is the relationship between *Protea humiflora* (Proteaceae) and its non-flying mammal pollinators? *Oecologia*, vol. 132, pp. 361-368. ISSN 00298549. DOI 10.1007/s00442-002-0921-9.
- GRAIPEL M. E. A simple ground-based method for trappins small mammals in the forest canopy. *Mastozoología Neotropical*. 2003. Vol 10, no.1. p 177-181.
- IDEAM. 2017. Nucleo activos por deforestación 2017-1. Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono para Colombia- SBYC. Número 10. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023708/boletinDEF.pdf>
- JENTINK, F.A. 1891. On *Dactylomys dactylinus* and *Kannabateomys amblyonyx*. *Notes from the Leyden Museum* [en línea], vol. 13, pp. 105-110. Disponible en: <http://biostor.org/reference/104238>.
- JOHNSON, M.D., and DE LEÓN, Y. 2015. Effect of an invasive plant and moonlight on rodent foraging behavior in a coastal dune ecosystem. *Plos one*, Vol, 2, no. 2, pp. 1-12.
- KOTLER, B. P, BROWN, J., MUKHERJEE, S., BERGER-TAL. O. and BOUSKILA, A. 2010. Mooligth avoidance in gerbils reveals a sophisticated interplay among time allocation, vigilance and state- dependent foraging. *Proceedings of the. Royal Society B*. Vol. 277, pp. 1467-1474.

- KOTLER, B. P., MORRIS, D. W. and BROWN J. S. 2016. Conservation Behavior. Applying Behavior Ecology to Wildlife Conservation and Management. Chapter: Direct behavioral indicators as a conservation and management tool. Publisher: The University of Cambridge Press. Editors: Obed Bergert-Tal and David Saltz. pp. 307-350.
- LACEY, E. A. & SHERMAN, P.W. 2008. The ecology of sociality in Rodents: 243-255 (en) J.O. WOLF & P.W. SHERMAN (Eds), Rodent societies: An ecological & evolutionary perspective. The University of Chicago.
- LARA, M. C.; PATTON, J. L., and DA SILVA, M. N. 1996. The simultaneous diversification of South American Echimyid rodents (Hystricognati) based on complete cytochrome b Sequences. *Molecular phylogenetics and evolution*, Vol 5, no.2, pp. 403-413.
- LAVAL, R. 1976. Voice and habitat of *Dactylomys dactylinus* (Rodentia: Echimyidae) in Ecuador. *Journal of Mammalogy* [en línea], vol. 57, no. 2, pp. 402-404. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/1379706>.
- LEHNER, P. 2003. Handbook of Ethological Methods. 2nd edition. Cambridge University Press, Cambridge. ISBN: 9780521637503.
- LEITE, Y. L.R. and PATTON, J.L. 2002. Evolution of South American spiny rats (Rodentia, Echimyidae): the star-phylogeny hypothesis revisited. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. Vol 25, pp. 455-464.
- M2Catalyst, LLC. 2018. Aplicación Fases de la Luna.
- MALCOLM J. R. 2004. Forest canopies. Chapter 16: Ecology and Conservation of Canopy Mammals. Publisher: Elsevier Academic Press. Editors: Margaret D. Lowman & H. Bruce Rinker. Second Edition. pp. 297-331.
- MARES, M. and OJEDA, R. 1982. Mammalian Biology in South America, Chapter: Patterns of diversity and adaptation in South American hystricognath rodents. Publisher: The University of Pittsburgh, Editors: Michael Mares & Hugh Genoways. vol. 6, pp.393 – 432. ISBN 0-931796-06-7.
- MARTIN, P. y BATENSON, P. 2007. Measuring Behaviour: An Introductory Guide, 3rd edition. Cambridge University Press, Cambridge. ISBN 9780521535632.
- MENDES, C. P. and CÂNDIDO-JR, J. F. 2014. Behavior and foraging technique of the Ingram's squirrel *Guerlinguetus ingrami* (Sciuridae: Rodentia) in an Araucaria moist forest fragment. *Zoologia*, vol. 31, no.3, pp 209–214.
- MINORTA-CELY, V. y RANGEL-CH., J.O. 2014. Colombia Diversidad Biótica XIV. Capítulo: Amenazas Sobre La Flora, La Vegetación y los Ecosistemas de la Orinoquia Colombiana. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad de los Llanos, Editor: J. Orlando Rangel-Ch. pp. 785-806.
- MOLINA, C; GARCÍA, C; y ABAD, N. 1995. Notas sobre la distribución de *Dactylomys dactylinus* en Venezuela. Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales, vol. 55, no. 143, pp. 41-45
- NOWAK, R. M., y PARADISO J. L. 1983. Walker's Mammalia of the world. 4th Edition. The Johns Hopkins University Press. Vol. 1-2
- OJASTI, J., GUERRERO, R. y HERNÁNDEZ, O.E. 1992. Mamíferos de la expedición de Tapirapeco. Estado Amazonas, Venezuela. *Acta Biológica Venezuelica*, vol. 14, no. 1, pp. 27-40. ISSN 0001-5326.

- OJEDA, A. R., OJEDA A. A., and NOVILLO, A. 2016. Sociobiology of Caviomorph Rodents, an Integrative Approach. Chapter 1: The caviomorph rodents: distribution and ecological diversification. Publisher: Wiley Blackwell, Editors: Luis Ebersperger and Loren Hayes, pp.1-27.
- OLIVEIRA, J. A y BONVICINO, C. R. 2006. Mamíferos do Brasil, Capítulo 12: Ordem Rodentia. Londrina. Editores: dos Reis Nelio, Peracchi Adriano, Pedro Wagner & Lima Isaac. pp.387. ISBN 85-906395-0 – 9.
- OLIVEIRA, T., GERUDE, R. y SILVA-JÚNIOR, J. 2007. Unexpected mammalian records in the state of Maranhão Ocorrências inusitadas de mamíferos no estado do Maranhão. Boletim do Museu Paranaense Emílio Goeld [en línea], vol. 2, pp. 23-32. Disponible en: <http://scielo.iec.pa.gov.br/pdf/bmpegn/v2n2/v2n2a03.pdf>.
- OLIVEIRA-SANTOS, L. G. R., TORTATO, M A. and GRAPIEL, M. E. 2008. Actyvity pattern of Atlantic Forest small arboreal mammals as revealed by camera traps. Journal of Tropical Ecology. Vol,24, pp. 563-567
- PATTERSON, B.D.2000. Patterns and trends in the Discovery of new Neotropical mammals. *Diversity and Distributions*. Vol.6 pp. 145-151.
- PATTON, J.L., DA SILVA, M.N.F. y MALCOLM, J.R. 2000. Mammals of the Rio Juruá and the Evolutionary and Ecological Diversification of Amazonia. Bulletin of the American Museum of Natural
- PATTON, J.L., PARDIÑAS, U. F. J. and D'ELÍA, G (Editors).2015. Mammals of South America: Rodents. Publisher: The University Of Chicago Press. Vol 2, pp.1-1363.
- PATTON, J. and MARINHO, F. 2016. *Dactylomys dactylinus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T6221A22209690. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T6221A22209690.en>. Downloaded on 27 June 2018.
- RAMÍREZ-CHAVES, H. E., SUÁREZ-CASTRO, A. F., GONZÁLEZ-MAYA, J. F.2016. Cambios recientes a la lista de los mamíferos de Colombia. *Mammalogy notes*. Vol. 3, no.1, pp 1-8. ISSN 2382-3704.
- ROLDÁN, G., y RAMÍREZ, J.J. 2008. Fundamentos de Limnología Neotropical. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- ROOT-GUTTERIDGE, H. A. J. and CHATTERJEE, H. J. 2009. Philippine Panay Island Bushy-tailed Cloud Rat (*Crateromys heaneyi*): A Preliminary Behavioural Study of Captive Cloud Rats. *International Journal of Biology*. Vol. 1, no. 2, pp. 3-11
- SALAZAR-BRAVO, J. A., CAMPBELL, M., ANDERSON, S., GARDNER S. L. and DUNNUM, J. L. 1994. New Records of Bolivian Mammals. *Mammalia*. vol. 58, No. 1. pp 25-130.
- SAMPEDRO, M. A. (2016). La etología como herramienta para la conservación de fauna silvestre. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, Vol. 8 (supl): pp.391-399.
- SARTI, P. T., SILVA R. B., and VIEIRA, E. M. 2012 Padrões de atividade diária do rato-da-taquara (*Kannabateomys amblyonyx*) no sul do Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*. Vol 7, no. 2, pp. 108-113.
- SHEEHY, E. and LAWTON, C. 2015. Red Squirrels: Ecology, Conservation & Management in Europe. Chapter: Predators of red and grey squirrels in their natural and introduced ranges.

Publisher: European Squirrel Initiative, Editors: Craig Shuttleworth, Peter Lurz, Matthew Hayward, pp.83-96.

SILVA, R. B., VIEIRA, E. M. and IZAR, P. 2008. Social monogamy and biparental care of the Neotropical southern bamboo rat (*Kannabateomys amblyonyx*). *Journal of Mammalogy*. Vol. 89, no. 6, pp. 1464-1472.

SOLARI, S., MUÑOZ-SABA, Y., RODRÍGUEZ-MAHECHA, J. V., DEFLER, T.R., RAMÍREZ-CHAVES, H.E. y TRUJILLO, F. 2013. Riqueza, Endemismo Y Conservación De Los Mamíferos De Colombia. *Mastozoología Neotropical*, vol. 20, no. 2, pp. 301-365. ISSN 16660536.

ROBERTS. S.C.2007. Rodent Societies an ecology and evolutionary perspective. Chapter: Social behavior. Publisher: Univserty of Chicago, Editors: Jerry Wolff and Paul Sherman Scent marking pp 255-266

STALLINGS, J.R., KIERULFF, M.C.M. y SILVA, L.F.B.M. 1994. Use of space, and activity patterns of Brazilian Bamboo Rats (*Kannabateomys amblyonyx*) in exotic habitat. *Journal of Tropical Ecology*, vol. 10, no. 3, pp. 431. ISSN 0266-4674. DOI 10.1017/S0266467400008099.

TANG-M ARTINEZ, Z., and CONGDON, R., E. 2016. Sociobiology of Caviomorph Rodents, an Integrative Approach. Chapter 11: Parent-offspring and sibling-sibling intereractions in caviomorph rodents: a search for elusive patterns. Publisher: Wiley Blackwell, Editors: Luis Ebensperger and Loren Hayes, pp.273-305.

UPHAM, N. S., OJALA-BARBOUR, R., BRITO, M. J., and VELAZCO, P. M., PATTERSON B.D.2013. Transitions between Andean and Amazonian centers of endemism in the radiation of some arboreal rodents. *BMC Evolutionary Biology*. Vol.13, pp.1-24.

VOSS, R. S, y EMMONS, L. H. 1996. Mammalian Diversity in Neotropical Lowland Rainforests: A Preliminary Assessment. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. No. 230: p 115

WILLIAMS, C. T., WILSTERMAN K., KELLEY A. D., BRETON, A. R., STARK, H., HUMPHRIES, M. M., MCADAM, A. G., BARNES, B. M., BOUTIN, S., and BUCK, C. L. 2014. Light loggers reveal weather-driven changes in the daily activity patterns of arboreal and semifossorial rodents. *Journal of Mammalogy*. Vol. 95, no. 6, pp. 0-0.

WILSON, D. E. and REEDER, D. M. (editors). 2005. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed), Johns Hopkins University Press, 2,142 pp. (Available from Johns Hopkins University Press, 1-800-537-5487 or (410) 516-6900 <http://www.press.jhu.edu>).

WOLFF, J.O. and SHERMAN, P.W.2007. Rodent societies an ecological and evolutionary perspective. University of Chicago Press.

WOLFE, J.L., and SUMMERLINT, C.T. 1989. The influence of lunar light on nocturnal activity of the old-field mouse. *Animal behavior*, Vol. 37, no. 3, pp 410-414.

YOULATOS, D., KARANTANIS N. E., BYRON, C. D. and PANYUTINA, A. 2015. Pedal grasping in an arboreal rodent relates to above-branch behavior on slender substrates. *Journal of Zoology*. pp. 239-248.

ZERDA, E. 2004. Comportamiento animal: Introducción, métodos y prácticas. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia.1 ed.

ANEXOS

Anexo.1. *Dactylomys dactylinus* en el campus sede Barcelona.



Anexo 3. Ilustraciones del catálogo comportamental



Figura 15. Unidad comportamental: Huir

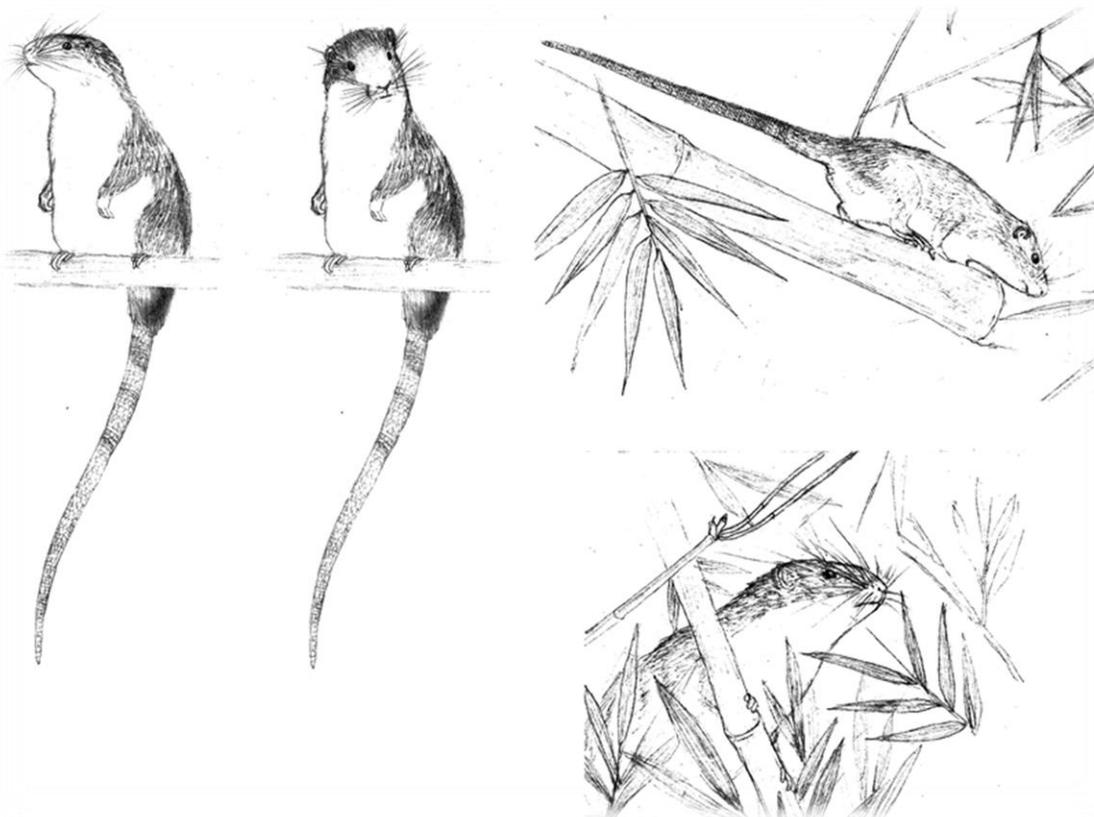


Figura 16. Unidad comportamental: Alarmarse

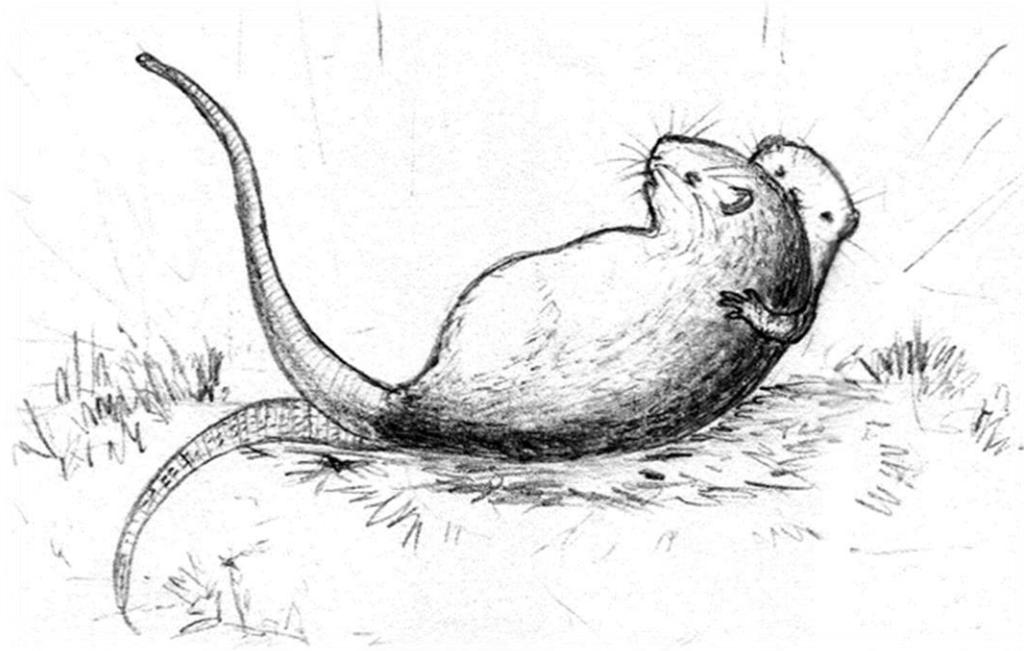


Figura 17. Unidad comportamental: Pelear

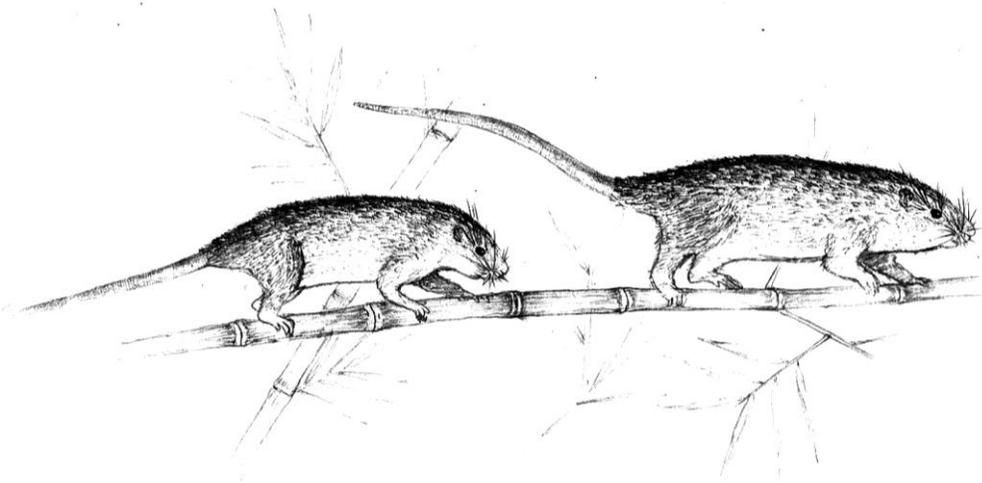


Figura 18. Unidad comportamental: Perseguir



Figura 19. Unidad comportamental: Comer



Figura 20. Unidad comportamental: Escoger Alimento

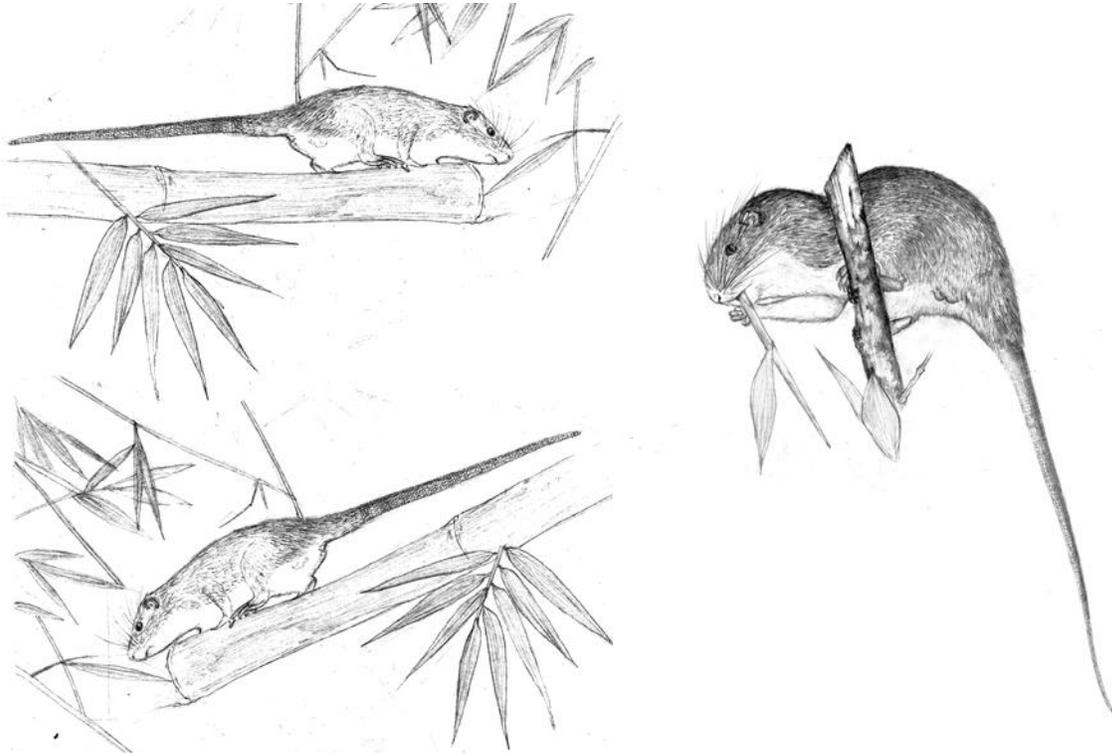


Figura 21. Unidad comportamental: Forrajear

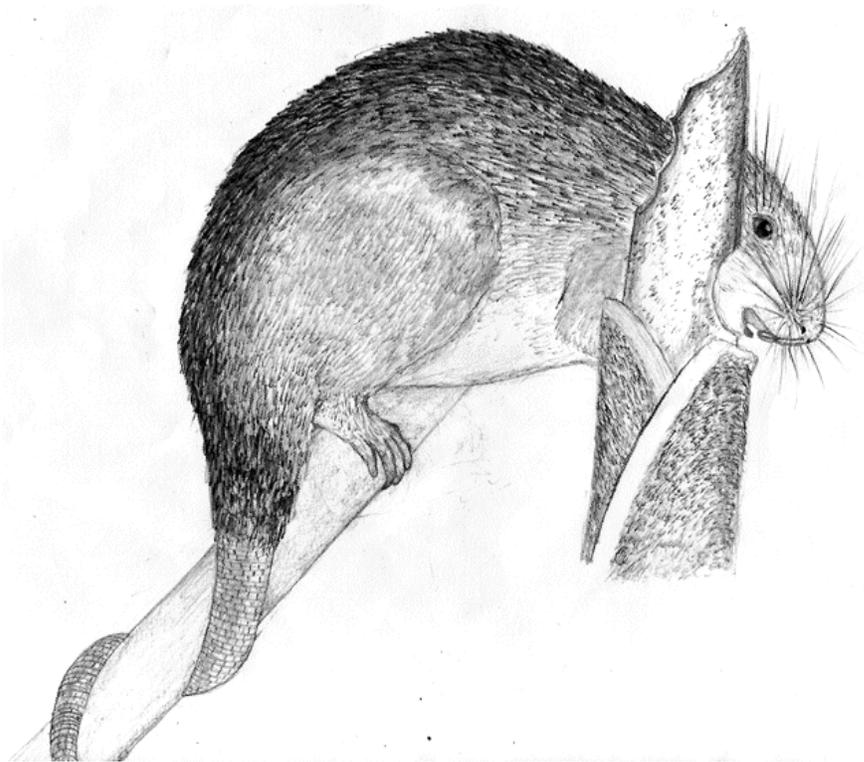


Figura 22. Unidad comportamental: Roer

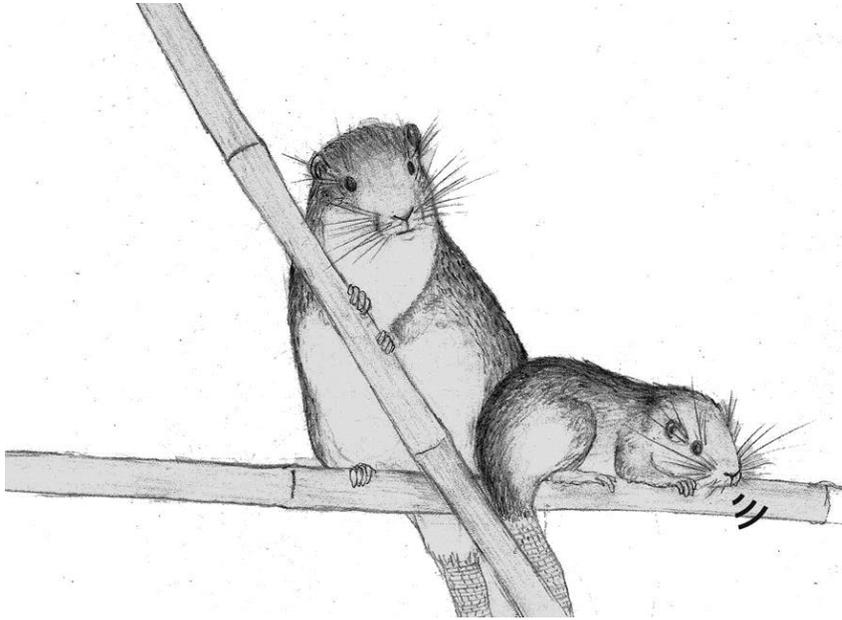


Figura 23. Unidad comportamental: Chascar

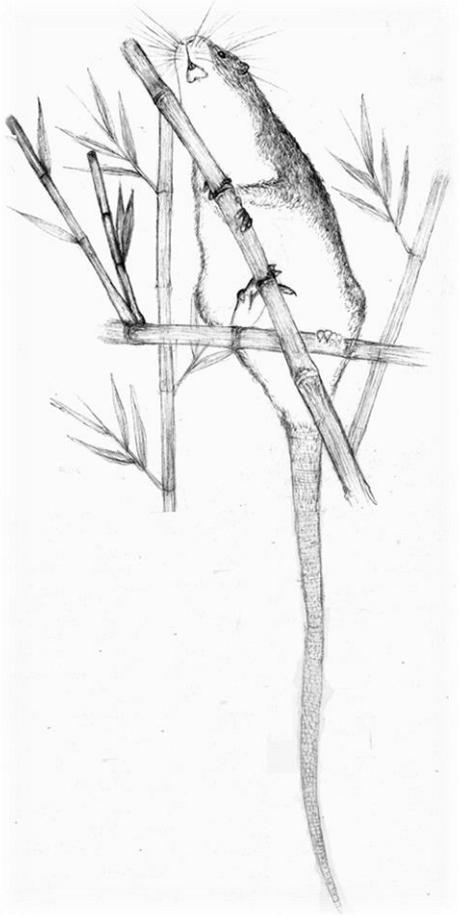


Figura 24. Unidad comportamental: Vocalizar

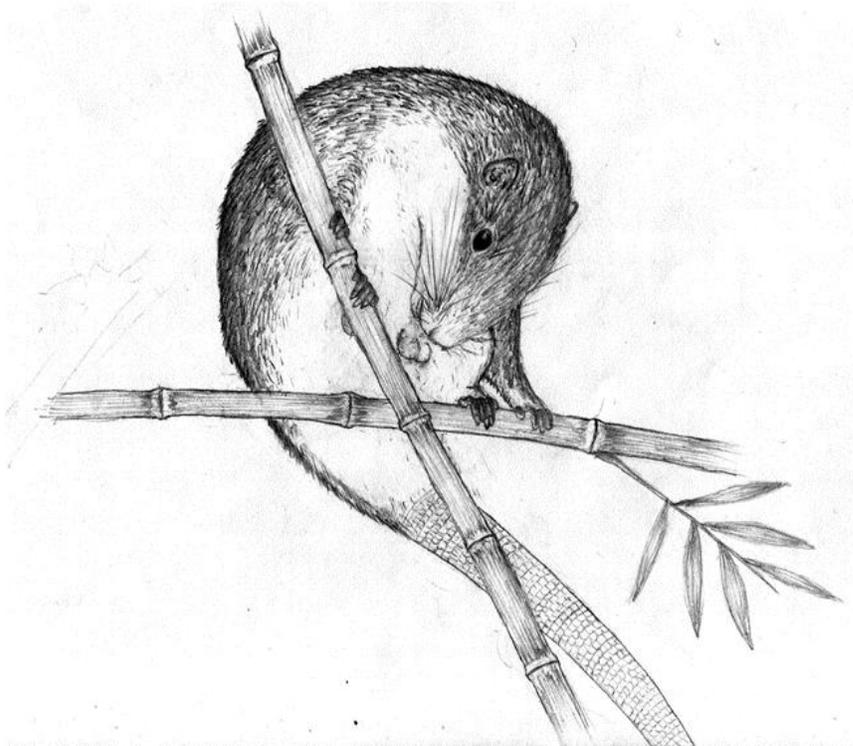


Figura 25. Unidad comportamental: Acicalar genitales

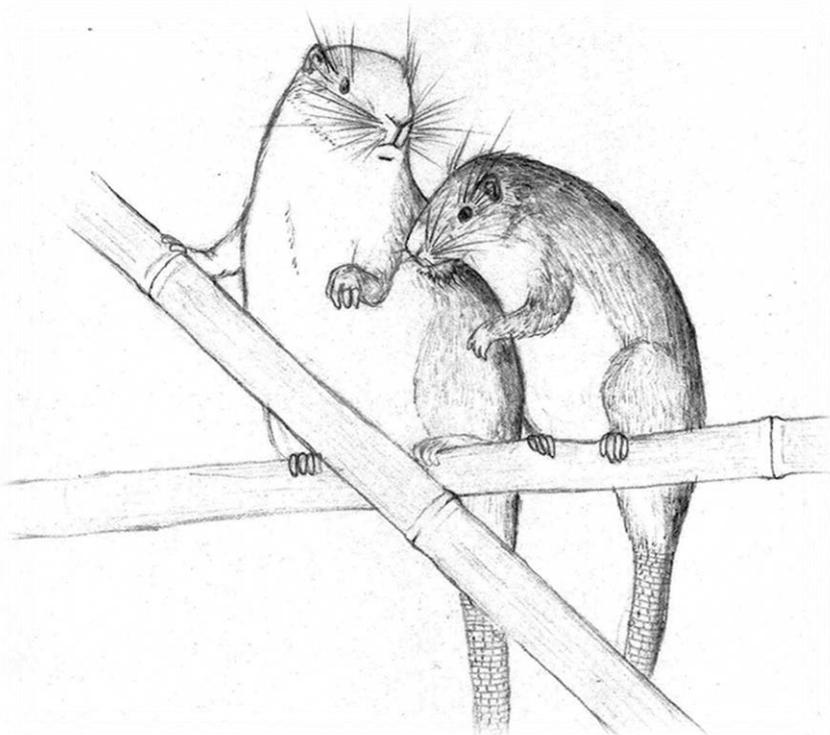


Figura 26. Unidad comportamental: Aloacicalar

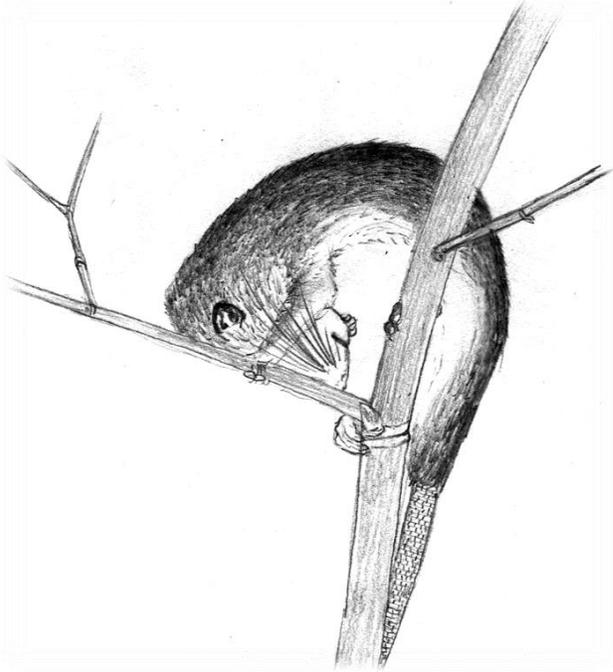


Figura 27. Unidad comportamental: Autocicalar



Figura 28. Unidad comportamental: Bostezar

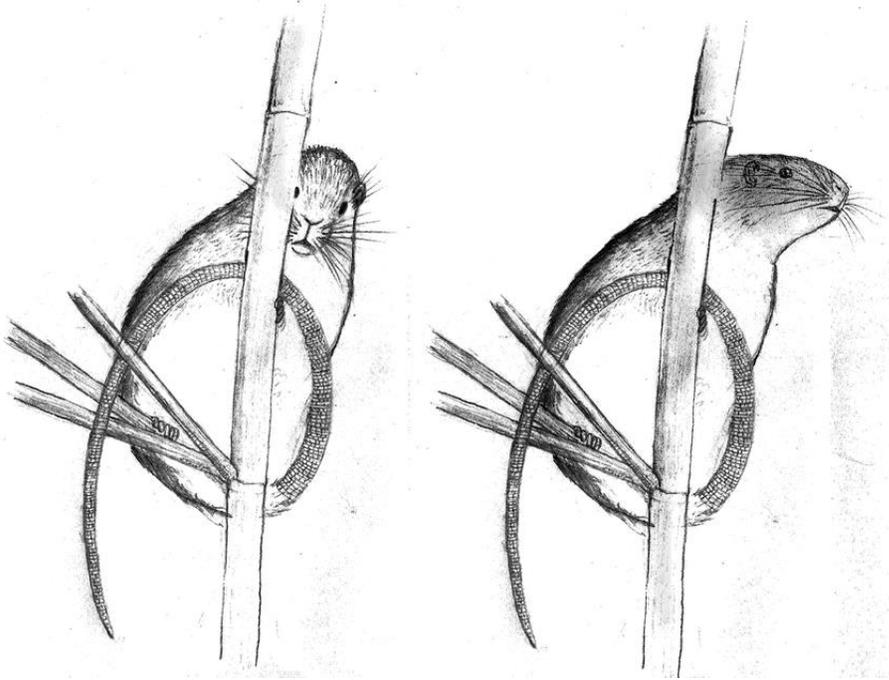


Figura 29. Unidad comportamental: Cambio Postura

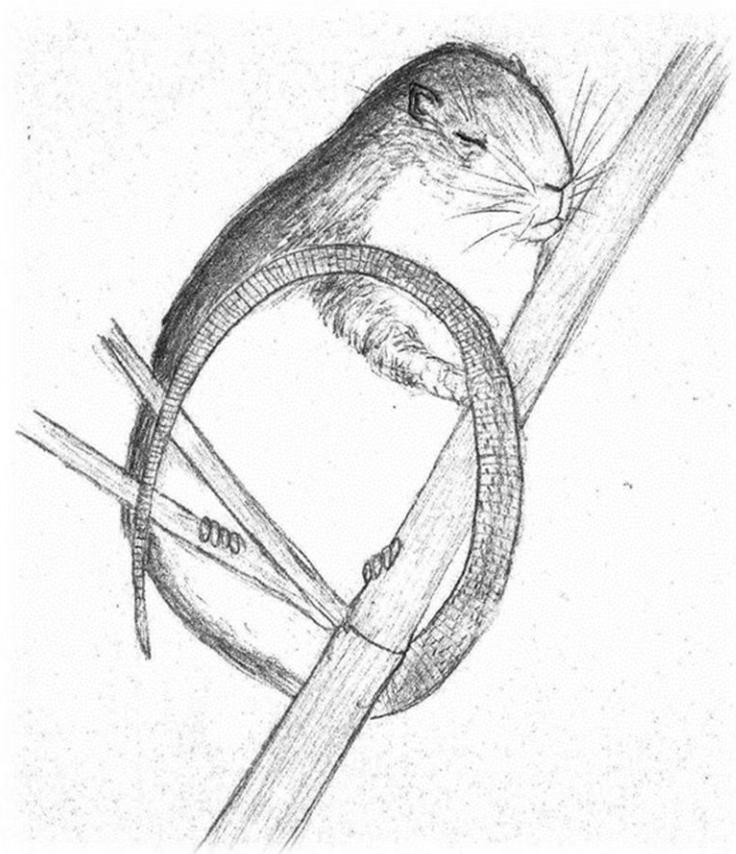


Figura 30. Unidad comportamental: Dormir

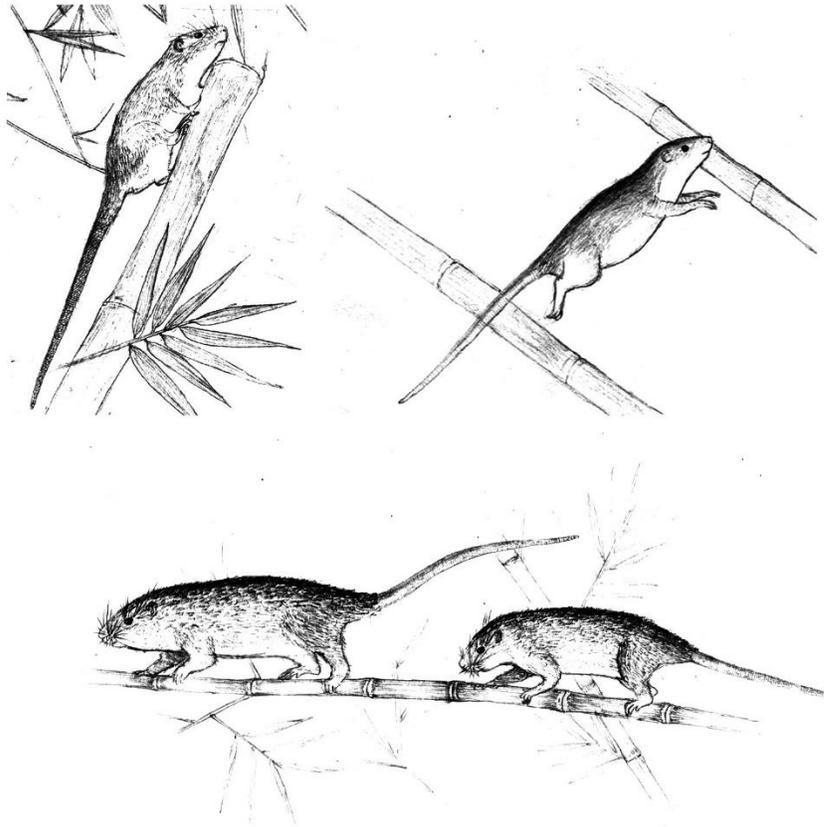


Figura 31. Unidad comportamental: Jugar

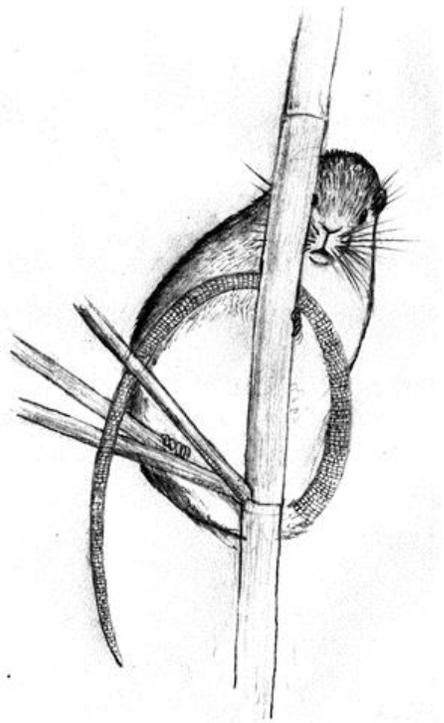


Figura 32. Unidad comportamental: Reposo



Figura 33. Unidad comportamental: Limpiar Dientes

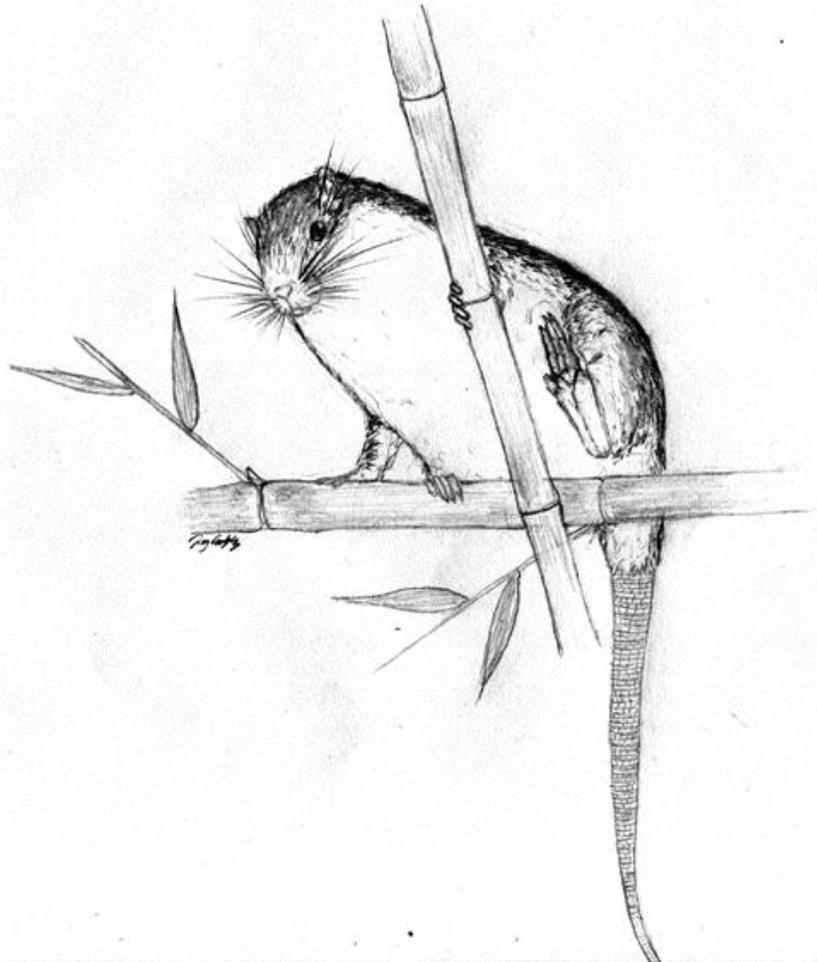


Figura 34. Unidad comportamental: Rascarse



Figura 35. Unidad comportamental: Sacudirse

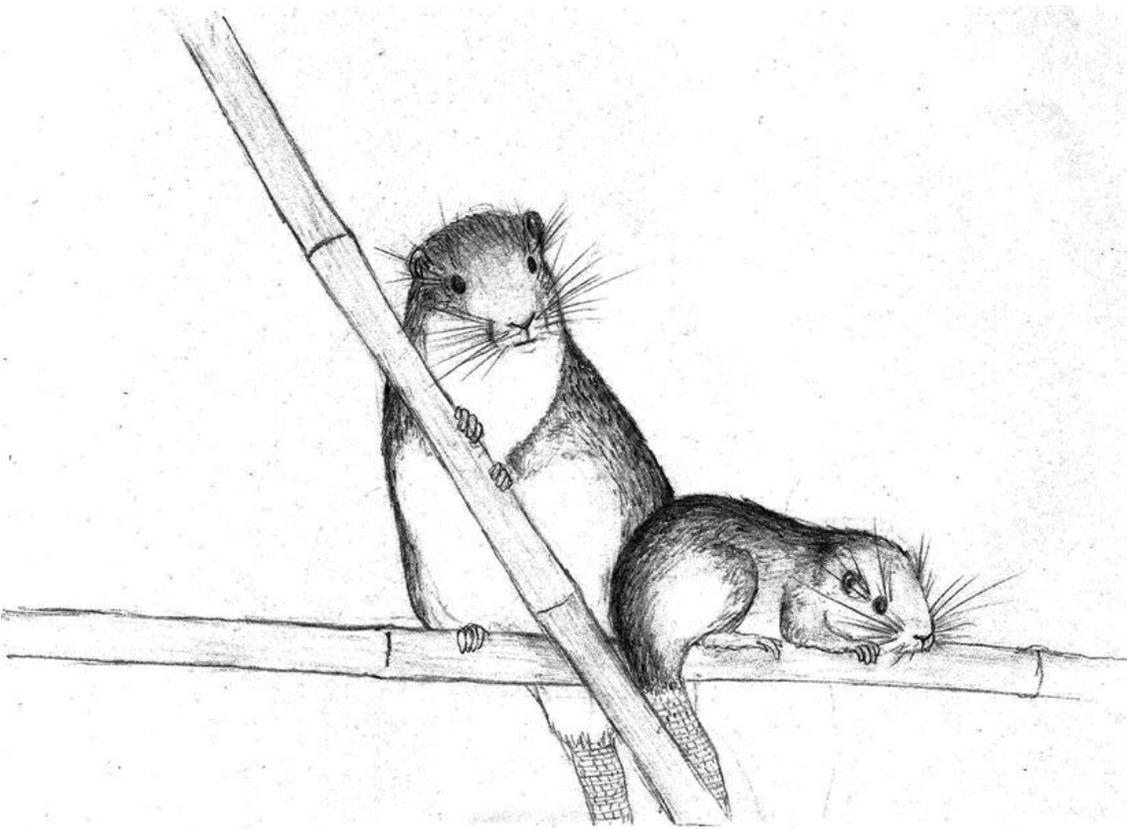


Figura 36. Unidad comportamental: Epimelético

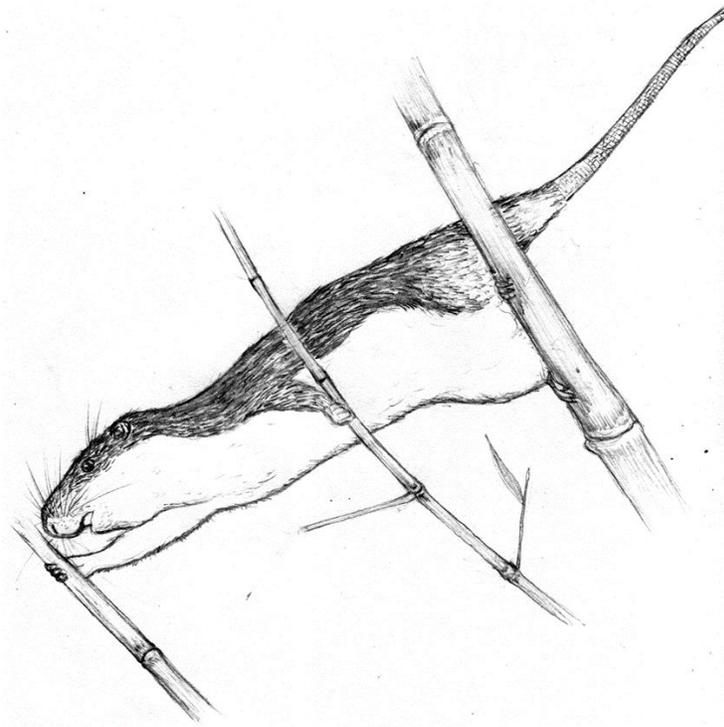


Figura 37. Unidad comportamental: Estirar Cuerpo

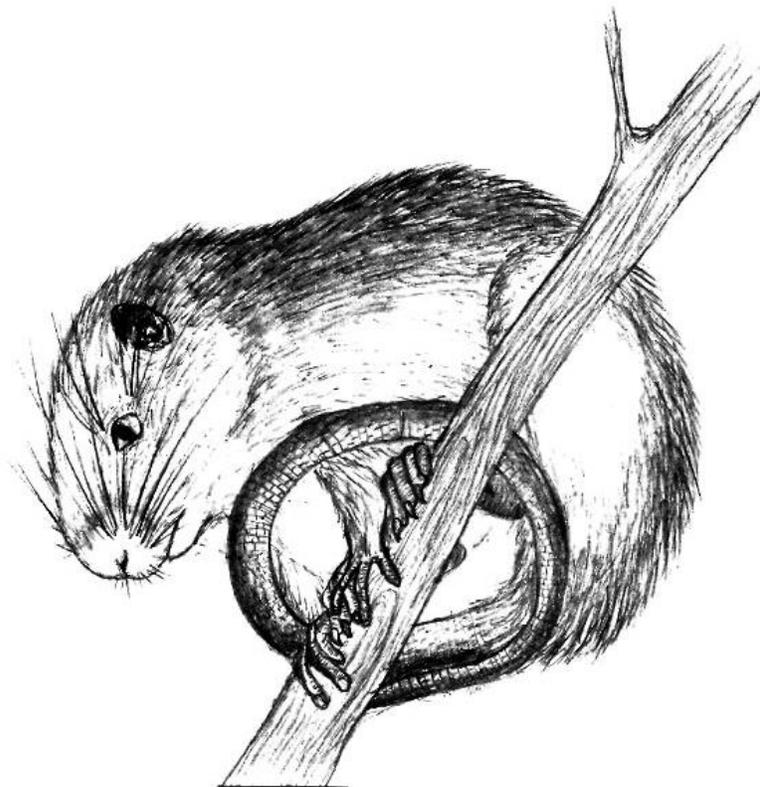


Figura 38. Unidad comportamental: Inmóvil

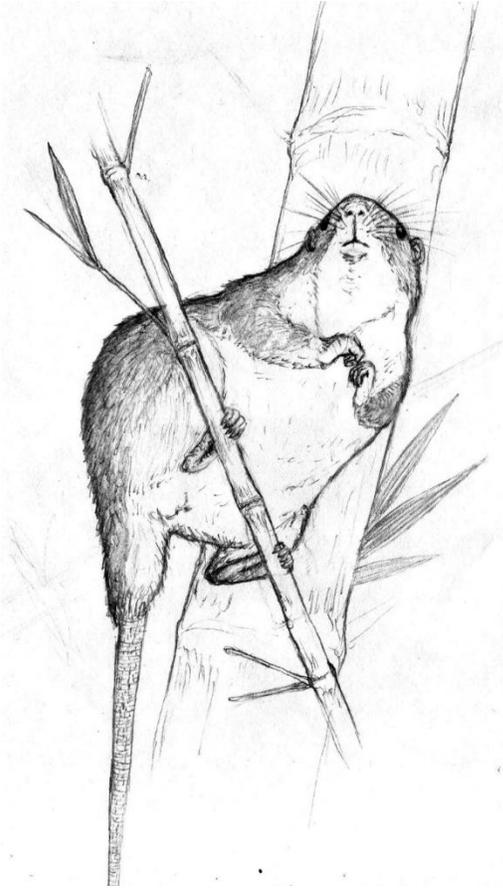


Figura 39. Unidad comportamental: Parado

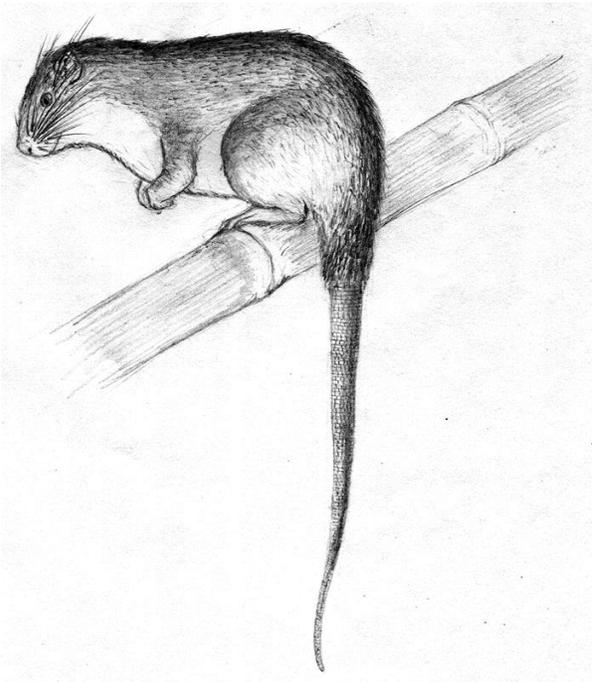


Figura 40. Unidad comportamental: Sentado

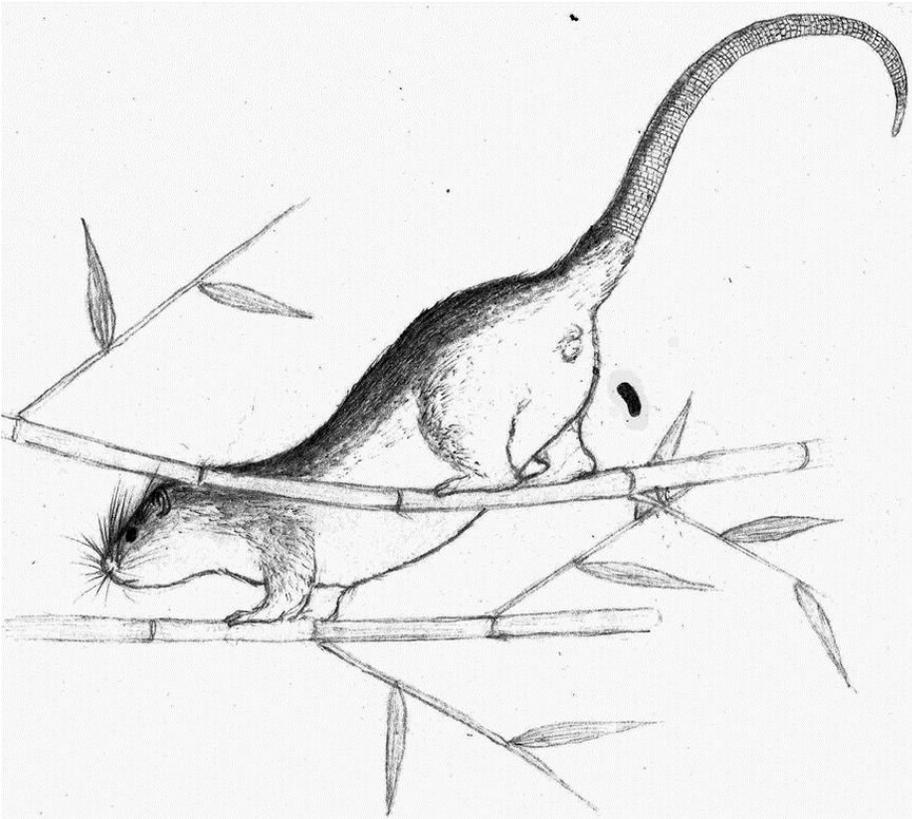


Figura 41. Unidad comportamental: Defecar



Figura 42. Unidad comportamental: Orinar

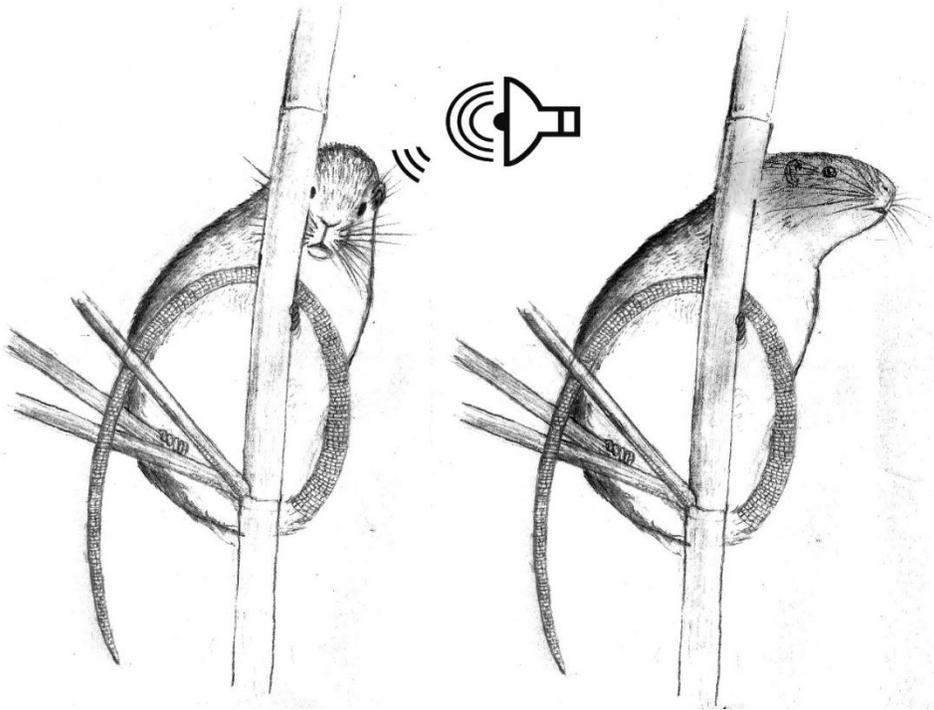


Figura 43. Unidad comportamental: Escuchar

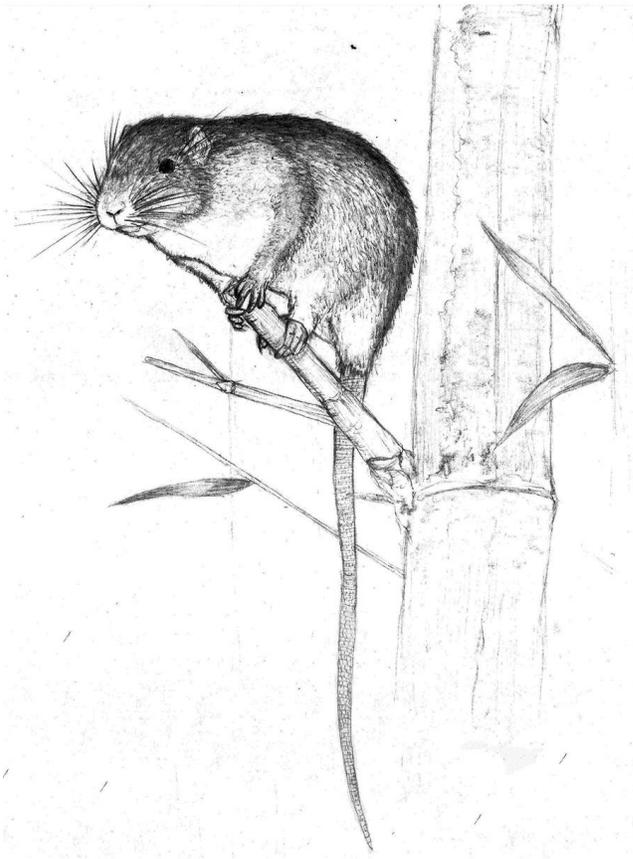


Figura 44. Unidad comportamental: Olfatear

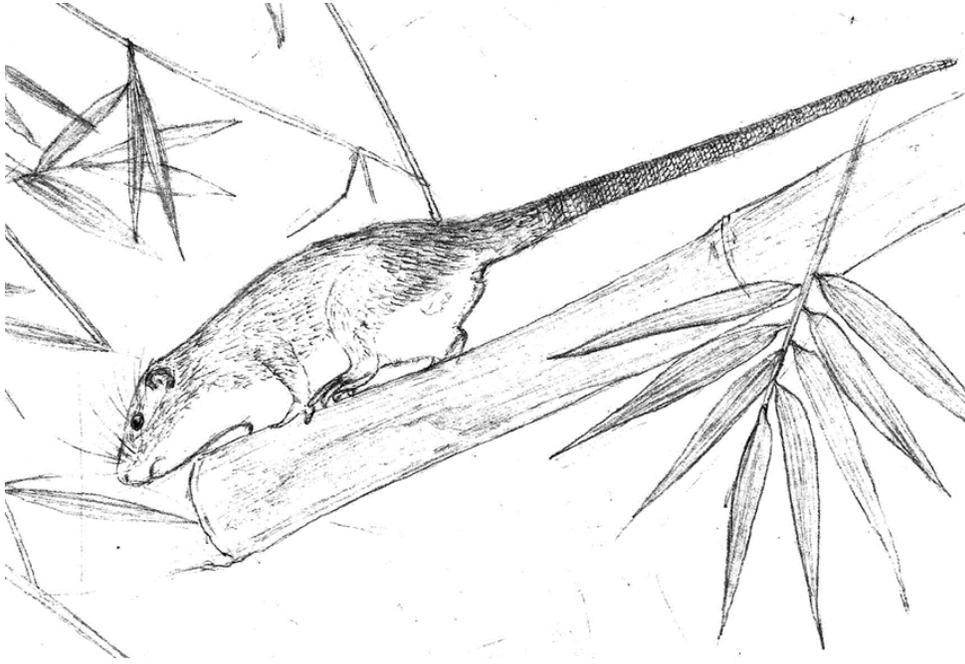


Figura 45. Unidad comportamental: Caminar

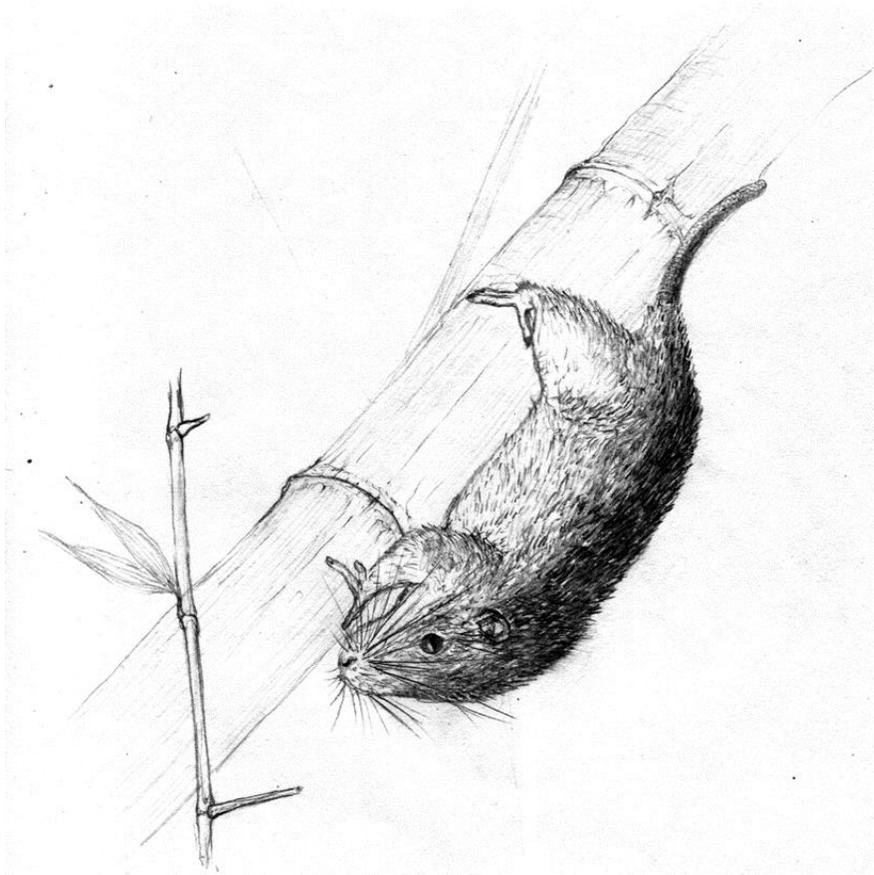


Figura 46. Unidad comportamental: Descender

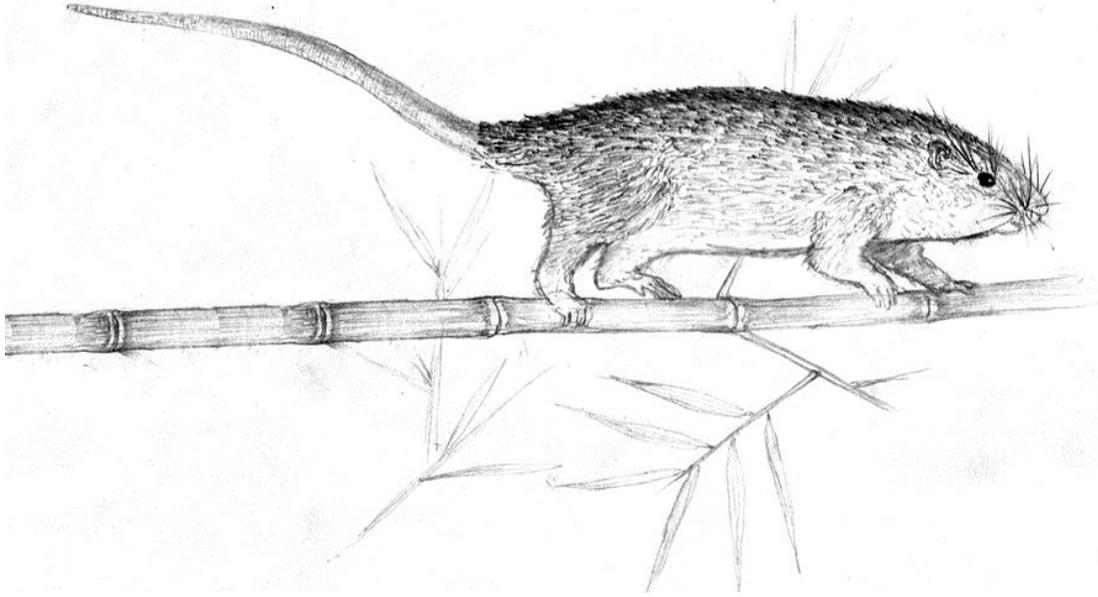


Figura 47. Unidad comportamental: Equilibrio

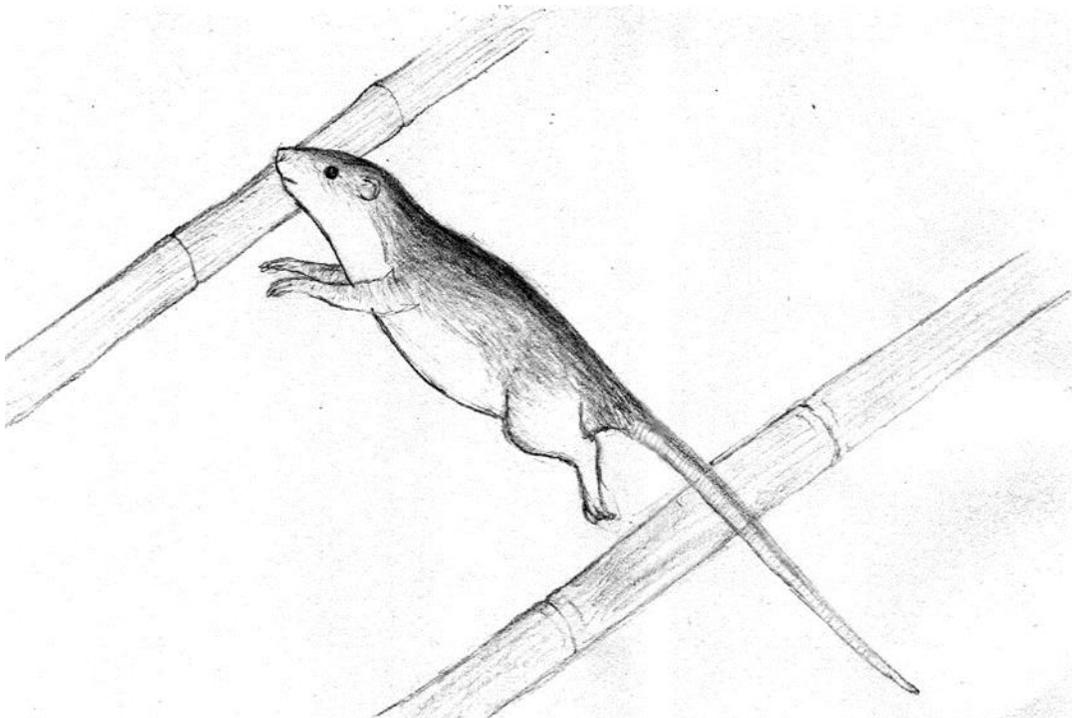


Figura 48. Unidad comportamental: Saltar

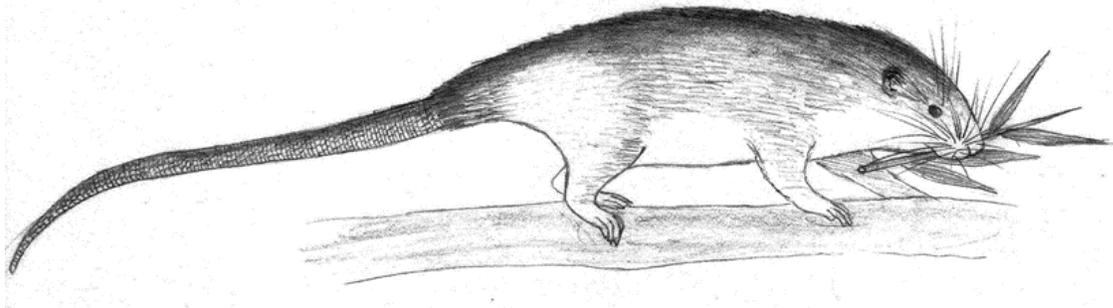


Figura 49. Unidad comportamental: Transportar

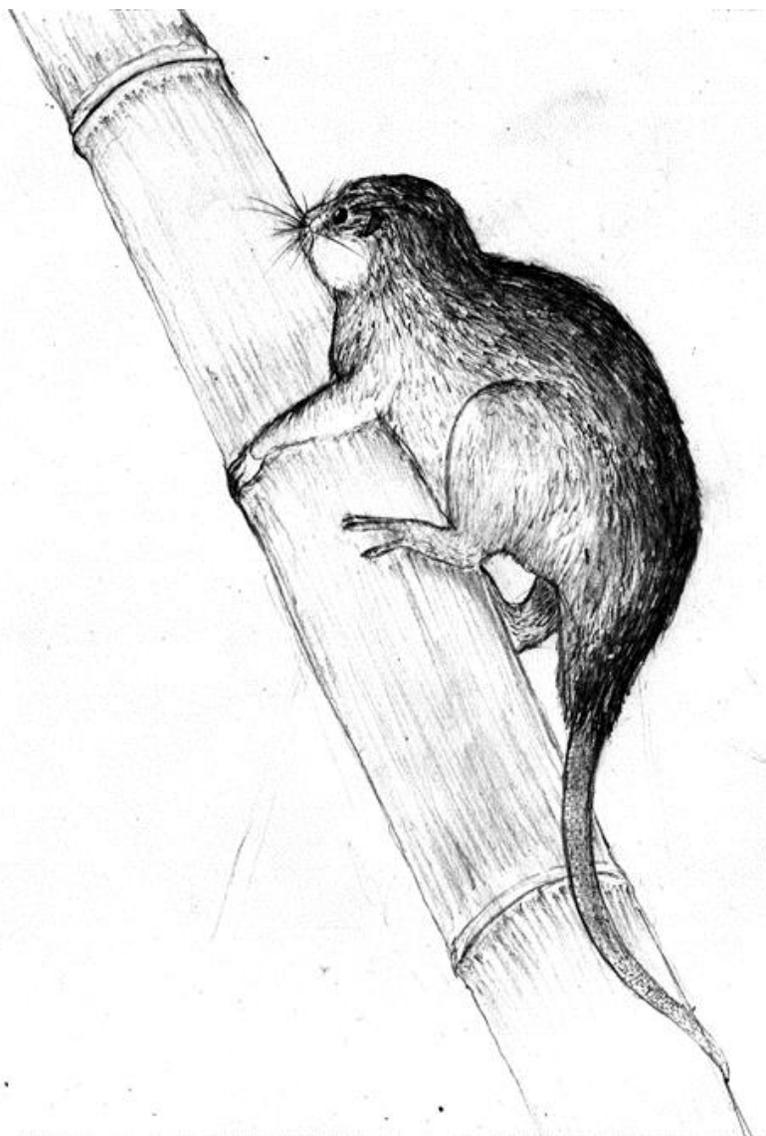


Figura 50. Unidad comportamental: Trepar

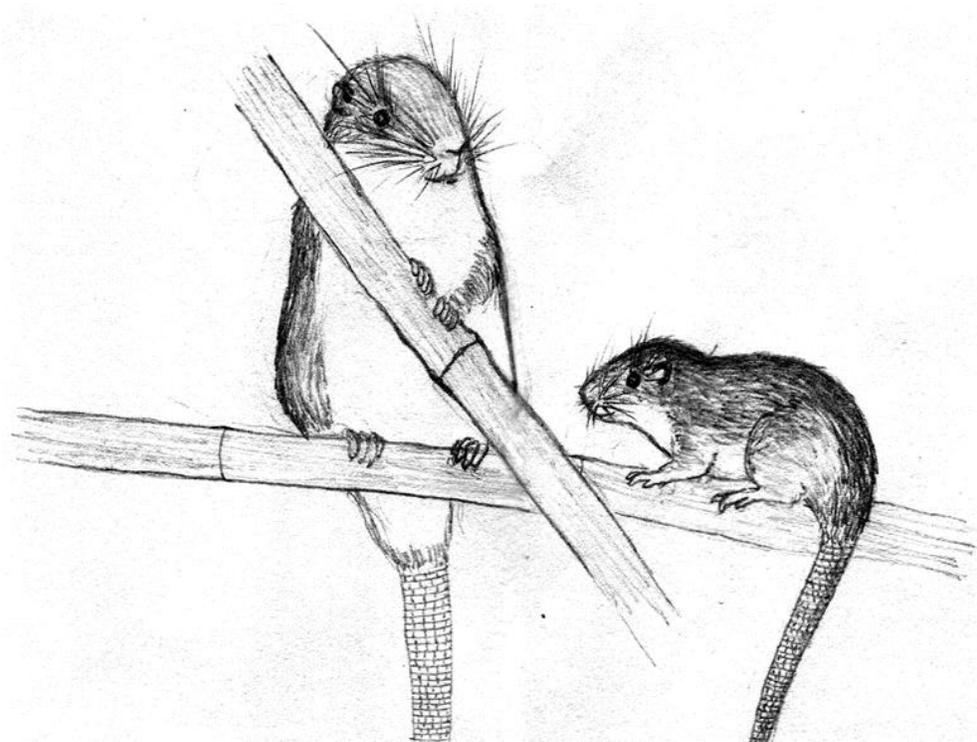


Figura 51. Unidad comportamental: Aproximación

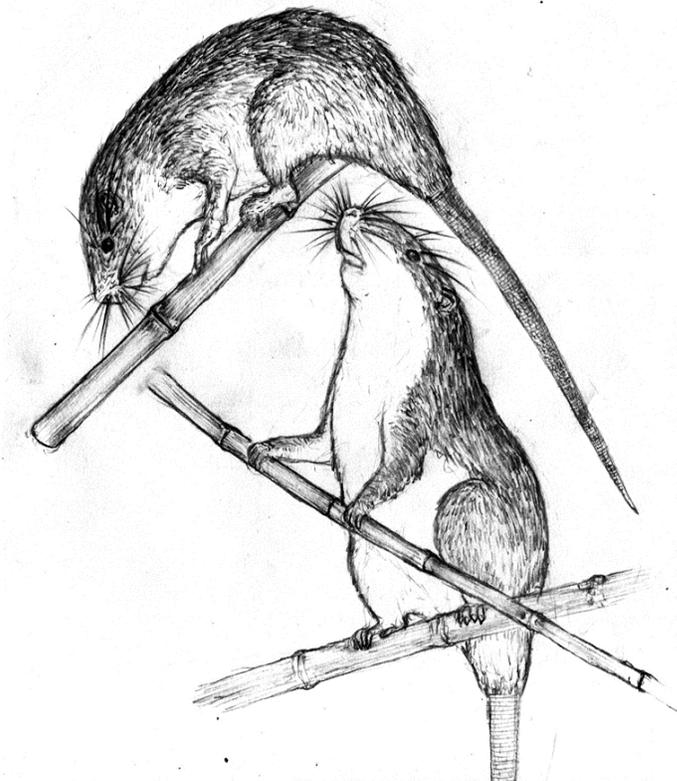


Figura 52. Unidad comportamental: Reconocer

CAPITULO 2: ARTICULO CIENTÍFICO

El artículo titulado “Repertorio vocal de *Dactylomys dactylinus* (Rodentia: Echimyidae) un especialista de bambú en el piedemonte llanero” está escrito en el formato de la revista científica: BOLETÍN CIENTÍFICO DEL CENTRO DE MUSEOS - MUSEO DE HISTORIA NATURAL de la Universidad de Caldas.

EL REPERTORIO VOCAL DE *Dactylomys dactylinus* (RODENTIA: ECHIMYIDAE) UN ESPECIALISTA DE BAMBÚ EN EL PIEDEMONTE LLANERO.

Resumen.

Objetivo: Con el propósito de describir algunos parámetros acústicos y el horario de vocalización de *Dactylomys dactylinus*, **Alcance:** Caracterización de las vocalizaciones de *Dactylomys dactylinus* en el piedemonte de los llanos orientales. **Metodología:** Se realizaron 27 recorridos para grabar y registrar la hora de las vocalizaciones de la especie, tres días por semana entre las 1800 y 0600 horas de enero a mayo del 2016 en el campus Barcelona de la Universidad de los Llanos, municipio de Villavicencio, Meta (Colombia).

Resultados Principales: Se identificaron tres tipos de vocalizaciones con diferencias significativas ($p < 0,05$) en sus parámetros acústicos, relacionadas básicamente con territorialidad y alarma. Se halló que los picos de actividad de vocalización se producen entre las 2000-2100, 2200-2300 y 0000-0100 horas. **Conclusiones:** Los parámetros acústicos y el tiempo de actividad coinciden en general con los resultados de trabajos precedentes realizados en Ecuador y Perú, pero deben realizarse estudios sobre variación estacional, geográfica y sexual de las vocalizaciones y sus horas de aparición en poblaciones diferentes de la especie en cuestión.

Palabras Clave: Bioacústica, Dactylomyinae, Llanos Orientales, Orinoquia, Rata del Bambú.

THE VOCAL REPERTORY OF *Dactylomys dactylinus* (RODENTIA: ECHIMYIDAE) A BAMBOO SPECIALIST IN THE FOOTHILLS OF THE EASTERN ANDES.

Abstract.

Objective: To describe some acoustic parameters and the vocalization schedule of *Dactylomys dactylinus*. **Scope:** Vocal Characterization of *Dactylomys dactylinus* in the foothills of the eastern plains. **Methodology:** 27 tours were made to record and register the time of the species vocalization, three days a week between 1800 and 0600 hours from January to May 2016 at the Barcelona campus of the Universidad de los Llanos, municipality of Villavicencio, Meta (Colombia). **Main results:** We identified three types of vocalizations with significant differences ($p < 0.05$) in their acoustic parameters, basically related to territoriality and alarm. It was found that peak vocalization activity occurs between 2000-2100, 2200-2300 and 0000-0100 hours. **Conclusions:** The acoustic parameters and the time of activity coincide in general with the results of previous studies carried out in Ecuador and Peru, but studies on seasonal, geographic and sexual variation of the vocalizations and their hours of appearance should be carried out in different populations of the species. in question. **Keywords:** Bamboo Rat, Bioacoustics, Dactylomyinae, Eastern Plains, Orinoco Basin

Mayra Cristina Reyes-D. Grupo de Estudio BioHerp, Programa de Biología, Departamento de Biología y Química, Facultad de Ciencias Básicas e Ingenierías, Universidad de Los Llanos, Kilómetro 12 vía Puerto López, Vereda Barcelona. mayra.reyes@unillanos.edu.co

Jorge Anthony Astwood-R. Grupo de Estudio BioHerp, Museo de Historia Natural Unillanos, Programa de Biología, Departamento de Biología y Química, Facultad de Ciencias Básicas e Ingenierías, Universidad de Los Llanos, Kilómetro 12 vía Puerto López, Vereda Barcelona. jastwood@unillanos.edu.co

INTRODUCCIÓN.

La familia Echimyidae, es una categoría de roedores conocida como ratas espinosas y ratas de árbol, tienen tamaño moderado y peso corporal entre 200 y 1000 g (LARA, *et al.*, 1996;

ADLER, 2008). Es el grupo más diverso del orden Rodentia en términos taxonómicos, ecológicos y morfológicos. Presentan hábitos semifosoriales, terrestres o arbóreos (LARA, *et al.*, 1996) y se distribuyen en toda la región Neotropical desde América Central hasta Argentina (LEITE & PATTON, 2002). Un grupo de seis especies de estos roedores de Suramérica pertenecientes a los géneros *Dactylomys*, *Olallamys*, *Kannabateomys* son únicos entre los caviomorfos ya que, entre otros aspectos importantes, se comunican mediante vocalizaciones conspicuas, usadas posiblemente con fines territoriales (LACEY & SHERMAN, 2007). Las vocalizaciones son especialmente importantes ya que se han utilizado en otros grupos para esclarecer relaciones filogenéticas y aspectos sociobiológicos y ecológicos útiles como información base para establecer alternativas de manejo y conservación. Sin embargo, en Colombia, que cuenta con especies de ratas de bambú, *Dactylomys dactylinus* (Desmarest, 1817) y *Olallamys albicauda* (Günther, 1879) que vocalizan, no existen estudios de este aspecto de su biología. *D. dactylinus*, presenta una distribución limitada a la zona amazónica de Brasil, Ecuador, Perú y Bolivia. En Colombia, región de la Amazonía, departamento de Amazonas y región de la Orinoquia, departamento del Meta (ANTHONY, 1920; JENTINK, 1981; EMMONS, 1981; CUERVO *et al.*, 1986; PATTON & MARINHO, 2008; SOLARI *et al.*, 2013) y Venezuela (OJASTI *et al.*, 1992; MOLINA *et al.*, 1995). La especie fue descrita por Desmarest en 1817 y publicada en 1820, como un roedor arborícola especializado en el consumo de bambú (EMMONS, 1981; LARA *et al.*, 1996) por lo que se le conoce comúnmente como rata amazónica de bambú. Los ejemplares recolectados en el Departamento del Meta se encuentran registrados en colecciones biológicas del país y otras partes del mundo (ANTHONY, 1920; ALBERICO *et al.*, 2000; FERRER *et al.*, 2009; SOLARI *et al.*, 2013), siendo los únicos registros o aportes científicos referentes a la especie en Colombia. En Ecuador, Brasil y Bolivia se han

realizado algunos estudios de comportamiento, hábitat y ecología, entre otros; sin embargo, aspectos básicos de la biología e historia natural como la caracterización de sus vocalizaciones se encuentran poco documentados (EMMONS, 1981). Los estudios de bioacústica son importantes porque permiten plantear hipótesis sobre las relaciones de la especie con su entorno y conocer que caracteres bióticos y abióticos lo regulan (HALLE, 2000). En el campus de la Universidad de Los Llanos, la presencia de *D. dactylinus* se registró a finales del año 2013. La identificación se realizó con base en que la especie tiene una longitud del cuerpo de aproximadamente de 315 mm y la cola es más larga que el cuerpo. Tiene el cuerpo de color oliva a amarillo, vibrisas de mayor longitud que el largo de la cabeza, porción ventral crema, dorso con línea de pelos negros desde la base la cabeza hasta la base de la cola y muslos con pelos con color naranja quemado (ANTHONY, 1920; DUNNUM & SALAZAR, 2004), por las vocalizaciones y por la relación estrecha con los parches de bambú cercanos a un cuerpo de agua. El propósito de la presente investigación radica en caracterizar las vocalizaciones de *Dactylomys dactylinus* en el campus Barcelona de Unillanos, determinar los picos de aparición de estos eventos durante la noche y comparar estos resultados con estudios similares para especies del género en otras regiones o países.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del Área

El campus Barcelona de la Universidad de los Llanos se ubica en la vereda Barcelona, kilómetro 12 de la ruta que conduce del municipio de Villavicencio al municipio de Puerto López, departamento del Meta, Colombia (4° 04'19.86" N – 73° 34'54.09" O). Presenta un régimen de precipitación monomodal con un período seco comprendido entre enero y abril,

seguido de un período lluvioso que inicia a mediados de abril y se extiende hasta el mes de diciembre. La precipitación se encuentra alrededor de los 3500 mm/año, la temperatura media es de $26,9 \pm 8^\circ \text{C}$, la humedad relativa media es de $65 \pm 31\%$ dependiendo del período climático y la altitud es de 400 m (IDEAM, 2017) (Figura 1).

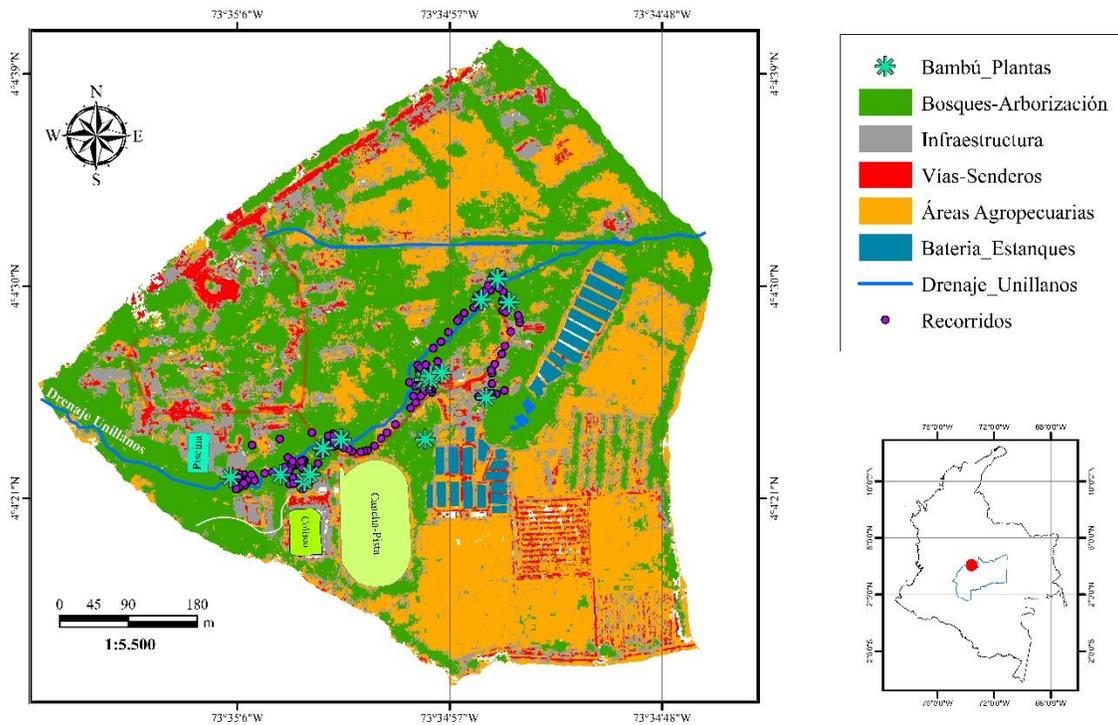


Figura 1. Mapa del área de estudio en el Campus Barcelona de la Universidad de los Llanos.

El paisaje circundante hace parte del sistema fisiográfico de sabanas de piedemonte y consiste de una matriz agropecuaria con porciones de colonización suburbana y parches de bosque de galería y fragmentos de sucesión secundaria con altos niveles de actividad antrópica y transformación de la tierra (BOTERO, 1999). La zona de muestreo se extendió a lo largo de un drenaje seminatural que cruza el campus de oeste a este y que se encuentra rodeado de vegetación nativa que incluye especies de bambú como *Bambusa vulgaris*, *Bambusa vulgaris* var. *Vulgaris*, *Guadua* sp. y *Guadua angustifolia*, y algunas especies de

árboles, arbustos y herbáceas pioneras y colonizadoras de los géneros *Siparuna*, *Mimosa*, *Ochroma*, *Costus*, *Erythrina*, *Cecropia*, *Alchornea*, *Bellucia*, *Miconia*, *Inga*, *Cestrum*, *Cissus*, *Clusia*, *Cochlospermum* y *Ficus*, entre otros (Figura 1).

Fase de campo

Se efectuaron 27 muestreos a manera de recorridos tres días por semana entre las 1800 a las 0600 horas durante enero y mayo del año 2016. Los recorridos se hicieron a lo largo de 16 parches de bambú para registrar y grabar las vocalizaciones de los individuos que presentaron actividad y se registró la hora de cada evento (VILLARREAL et al., 2004). Las grabaciones se realizaron con una grabadora digital Zoom H4n con micrófono incorporado.

Análisis de datos

Para los análisis acústicos se utilizó el programa BIOACOUSTICS RESEARCH PROGRAM (2017) Raven Pro, con frecuencia de muestreo de 44,1 kHz y 16 bits (CHARIF et al., 2010). Los oscilogramas y espectrogramas se analizaron a 256 puntos de resolución de la transformación rápida de Fourier (FFT) con el mismo programa. Los parámetros acústicos analizados fueron: duración total de la vocalización y duración de las notas en segundos (s), número de notas; amplitud máxima y mínima de las vocalizaciones y las notas en unidades (U); frecuencia mayor y menor en de las vocalizaciones y de las notas en Hertz (Hz) y duración promedio de intervalos de vocalizaciones y de los intervalos entre notas en segundos (s). Para identificar diferencias significativas ($p < 0,05$) y grupos homogéneos de vocalizaciones, cada parámetro acústico se comparó con una prueba de Kruskal Wallis y corrección de Bonferroni. Se utilizó la misma prueba para determinar diferencias en la cantidad de vocalizaciones por hora. Una vez identificados los grupos de vocalizaciones diferentes, se compraron los parámetros acústicos a nivel de nota para cada grupo de forma independiente con el objeto de diferenciar ($p < 0,05$), las características

propias de cada tipo de vocalización. Para ello se utilizó también una prueba de Kruskal Wallis con corrección de Bonferroni.

RESULTADOS

Resultados Generales

Se registró un total de 1488 vocalizaciones de *Dactylomys dactylinus* durante 27 días efectivos de muestreo, de estas se grabaron 88 y se descartaron 52 por defectos de ruido o calidad y se analizaron 36 (Tabla 1). Se realizaron grabaciones de al menos 16 individuos diferentes en los 16 parches muestreados para un promedio de un individuo por parche.

Descripción del Comportamiento

Al vocalizar, *D. dactylinus* se ubica sobre una rama de bambú, entre los 2 y 6 metros de altura, sostenido sobre las ramas del bambú con los miembros posteriores flexionados sobre los tarsos y la cola descansando sobre las ramas o colgando libre, une los miembros anteriores y los pega al pecho, estira el cuerpo hacia adelante, deja el cuello completamente extendido. Abre la boca por un corto tiempo y mueve la mandíbula hacia abajo y arriba, la primera vez despacio y la segunda vez con rapidez emitiendo una especie de latido explosivo que va disminuyendo progresivamente hasta que el individuo deja la boca totalmente cerrada pero continua con el cuerpo estirado. Al finalizar la vocalización, recoge el cuerpo y se queda sentado o se desplaza. Durante las grabaciones no fue posible identificar el sexo de los animales que vocalizaron debido a que la postura y la altura en la vegetación no permitieron observar en detalle la parte genital de los individuos. Cuando se realizaron las grabaciones siempre se evidenció la presencia de otros individuos que se acercaban al lugar (Figura 2).



Figura 2. *Dactylopsys dactylinus* en su hábitat (Foto: Mayra Reyes)

Características Particulares Distintivas de las Vocalizaciones

Vocalización tipo A. Once de las 36 vocalizaciones se ubicaron dentro de este tipo.

Presentan entre 11 y 31 notas que se caracterizan por no presentar diferencias significativas ($p > 0,05$) en las amplitudes (máxima y mínima) y tampoco en las frecuencias (mayor y menor) (Tabla 1; Figura 3a; Figura 3b). Los parámetros acústicos distintivos de los intervalos y las notas de este tipo de vocalización son la duración de los intervalos aumenta progresiva y significativamente ($p < 0,05$) desde el intervalo entre las notas 15 y 16 hasta el intervalo entre las notas 30 y 31 (Figura 3c). Asimismo, la duración de las notas aumenta progresiva y significativamente ($p < 0,05$) a partir de la nota 18 hasta la nota 31 (Figura 3d). Esto implica entonces que a partir de la nota 15 el animal aumenta de forma progresiva la duración tanto de las notas como de los intervalos y por ello se percibe como una disminución progresiva en la velocidad del evento (Tabla 1; Figura 3).

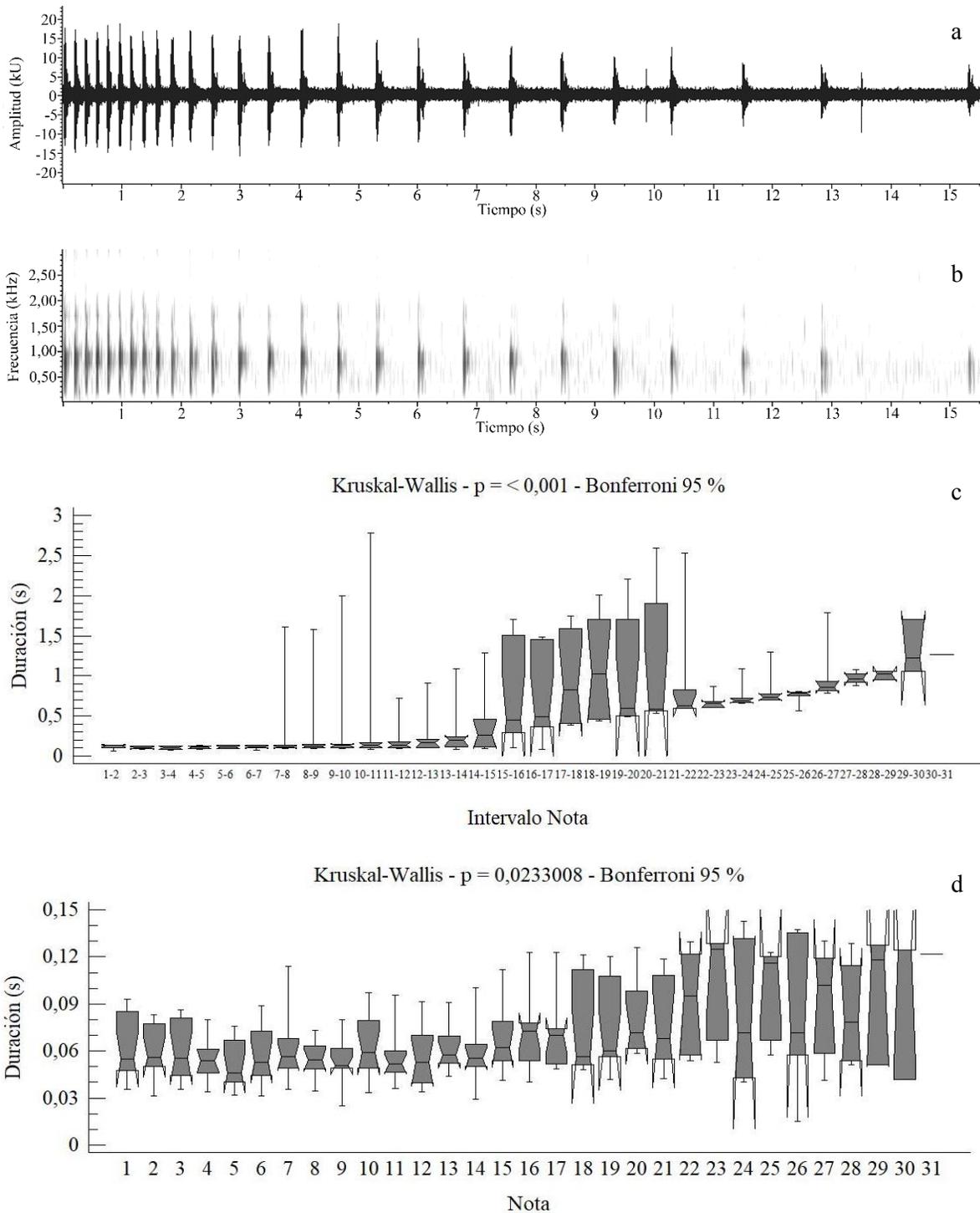
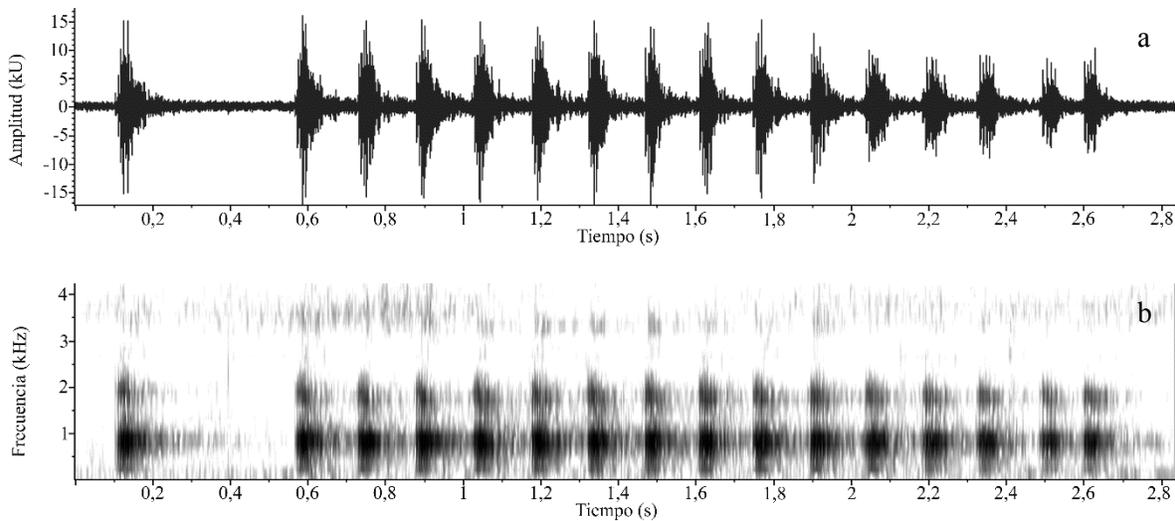


Figura 3. Características acústicas de la vocalización tipo A (n = 11). a. Sonograma de amplitud en kilounidades; b. Espectrograma de frecuencias en kilohertz; c. Duración del intervalo entre notas en segundos; d. Duración de las notas en segundos.

Vocalización tipo B. 22 de las 36 vocalizaciones analizadas se ubicaron dentro de este tipo. Presentan entre 7 y 16 notas que se caracterizan por no presentar diferencias significativas ($p > 0,05$) en las amplitudes (mínima y máxima), en la frecuencia menor y tampoco en la duración de nota (Tabla 1; Figura 4a; Figura 4b). Los parámetros acústicos distintivos de los intervalos y las notas de este tipo de vocalización radican en que la frecuencia mayor disminuye progresiva y significativamente ($p < 0,05$) a partir de la nota 12 y hasta la nota 16 (Tabla 1; Figura 4c). Asimismo, la duración del intervalo entre las notas uno y dos es significativamente ($p < 0,05$) mayor que la duración del intervalo entre el resto de notas (Figura 4d). Esto implica que luego de la primera nota hay una pausa notablemente mayor que la pausa entre el resto de notas y que hacia la parte final del evento se percibe una disminución clara de la intensidad del sonido, pero la duración de las pausas entre notas a partir de la nota dos, y la de las notas mismas, se mantiene hasta el final (Figura 4).



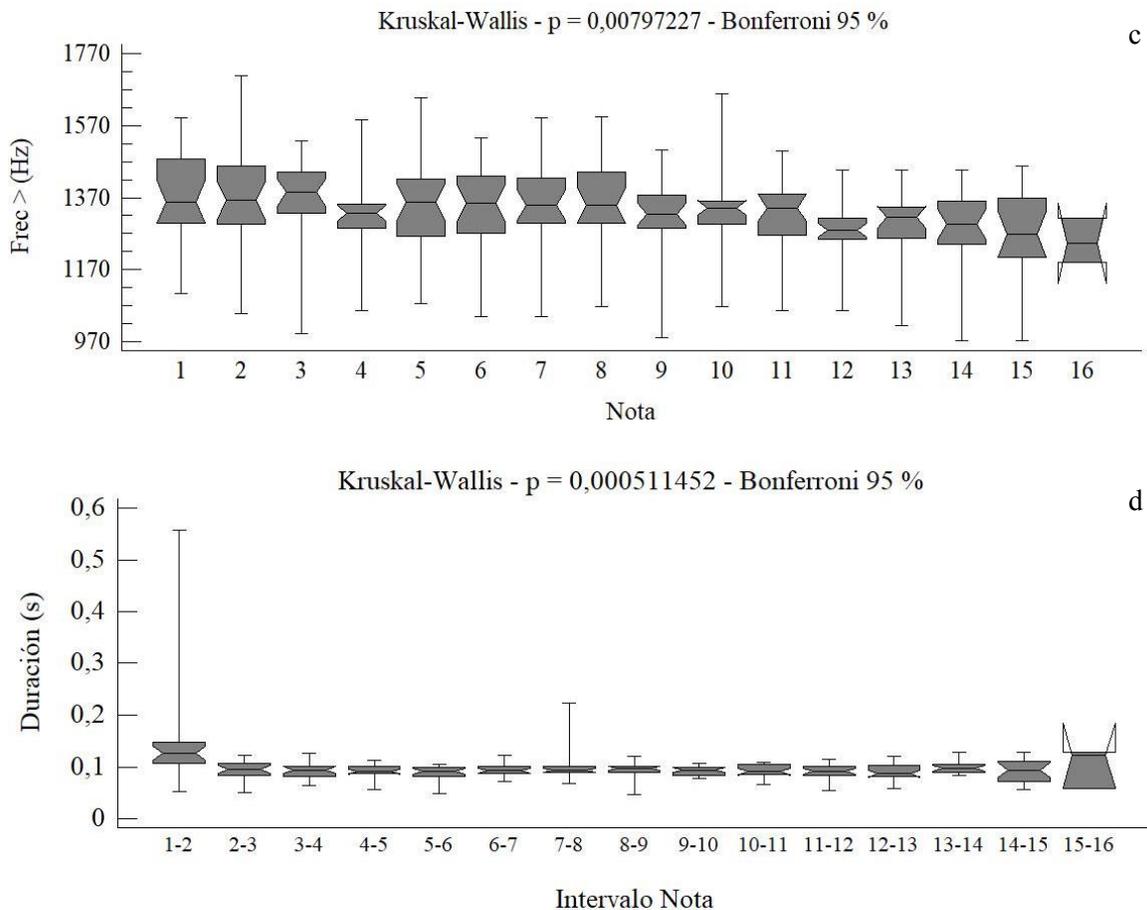


Figura 4. Características acústicas de la vocalización tipo B (n = 22). a. Sonograma de amplitud en kilounidades; b. Espectrograma de frecuencias en kilohertz; c. Frecuencia mayor de las notas en Hertz; d. Duración del intervalo entre notas en segundos.

Vocalización tipo C. Tres de las 36 vocalizaciones analizadas se ubicaron dentro de este tipo. Presentan entre 18 y 34 notas que se caracterizan por no presentar diferencias significativas ($p > 0,05$) en las amplitudes (mínima y máxima), frecuencias menor y mayor, y tampoco en la duración de nota (Tabla 1; Figura 5a; Figura 5b). Los parámetros acústicos distintivos de este tipo de vocalización radican en que el intervalo entre notas aumenta progresiva y significativamente ($p < 0,05$), a partir del 18-19 hasta el 33-34 (Figura 5c).

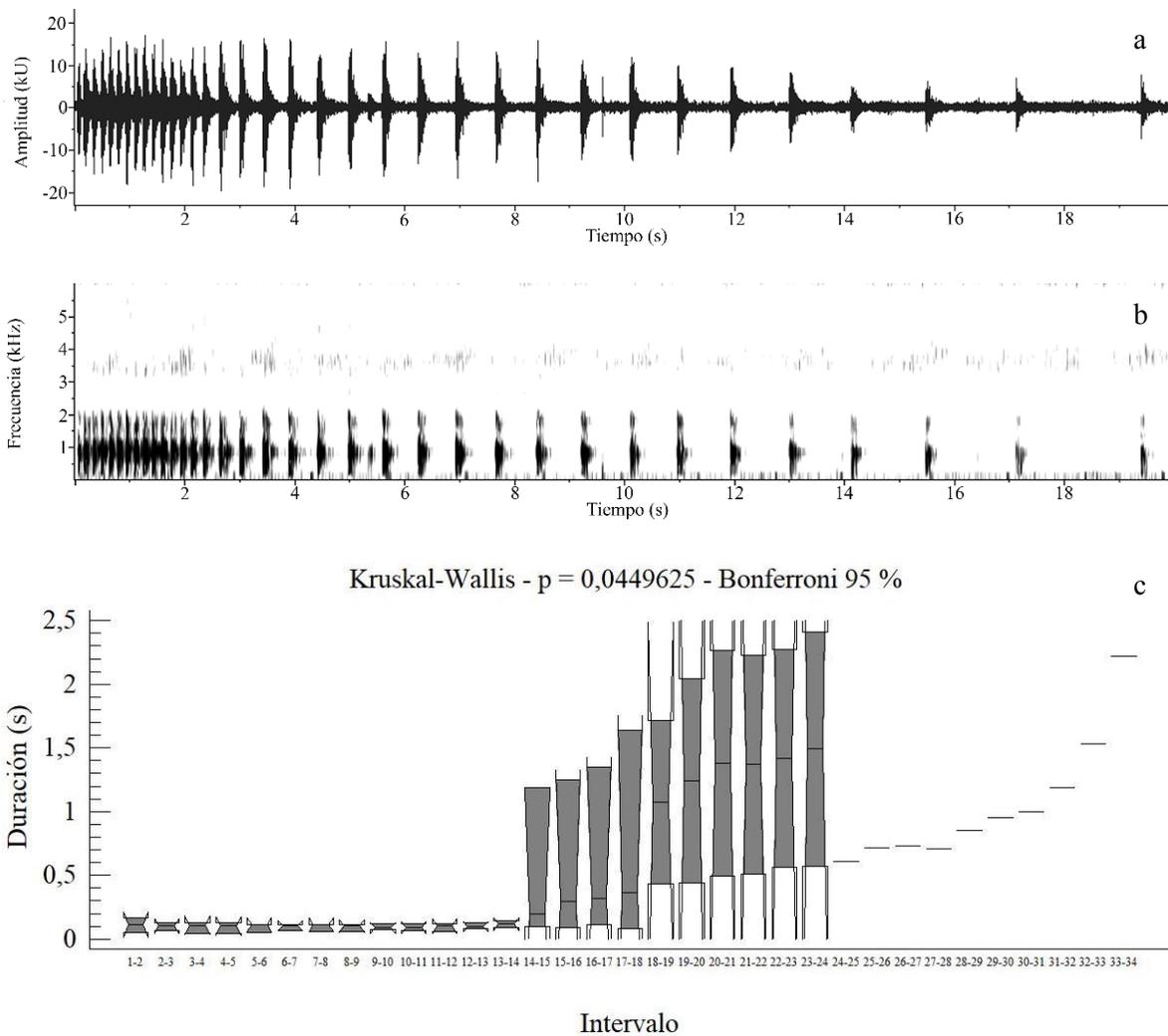


Figura 5. Características acústicas de la vocalización tipo C (n = 3). a. Sonograma de amplitud en kilounidades; b. Espectrograma de frecuencias en kilohertz; c. Duración del intervalo entre notas en segundos.

Tabla 1. Tipos de vocalizaciones (A, B y C) registradas en *D. dactylinus* y parámetros acústicos analizados.

| Tipo | Kruskal-Wallis | | | |
|------------------|----------------|------------|------------|--------|
| | A – Rango | B – Rango | C – Rango | p |
| N | 11 | 22 | 3 | - |
| Frec. Mayor (Hz) | 293,31 •• | 366,599 •• | 275,158 •• | < 0,01 |
| Frec. Menor (Hz) | 285,519 | 351,525 | 364,875 •• | < 0,01 |

| | | | | |
|------------------|------------|------------|---------|--------|
| Amp. Mín. (U) | 362,424 •• | 308,71 | 283,53 | 0,002 |
| Amp. Máx. (U) | 299,816 •• | 344,879 | 344,237 | 0,019 |
| Interv. (s) | 426,498 | 197,438 •• | 365,329 | < 0,05 |
| Durac. Nota (s) | 342,132 | 298,346 •• | 395,901 | < 0,01 |
| Durac. Total (s) | 29 | 11,5 •• | 31,3333 | < 0,01 |
| # Notas | 11 a 31 | 7 a 16 | 18 a 34 | - |

•• Diferencias significativas ($p < 0,05$)

Patrón de Actividad Vocal

En el rango entre las 2200 de la noche y las 0100 horas de la mañana se obtuvo la mayor cantidad de vocalizaciones y se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$), en la cantidad de eventos registrados respecto al resto del tiempo muestreado. La Figura 6 incluye las 1448 vocalizaciones registradas.

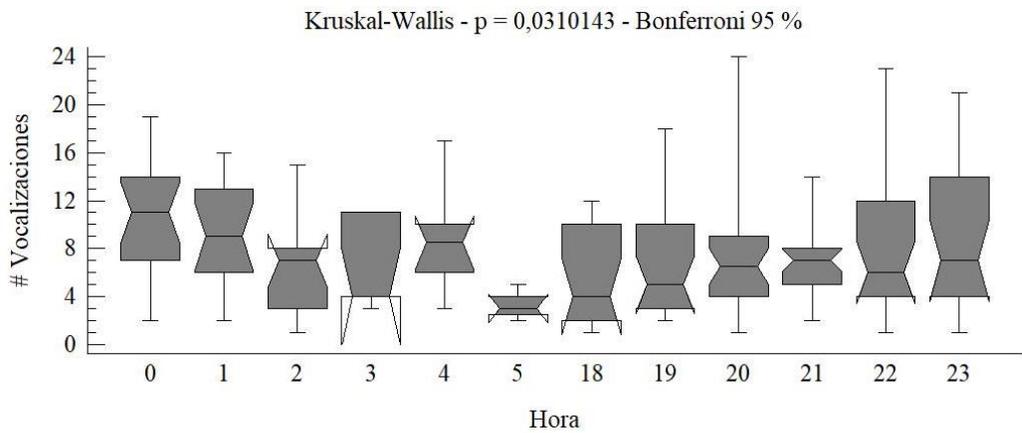


Figura 6. Actividad vocal de *Dactylomys dactylinus* durante el tiempo de muestreo. * Los valores de las horas corresponden con el formato de 24 h, la hora 0 es media noche, la hora 5 son las 5:00 a.m, la hora 18 son las 6:00 p.m. y la hora 23 son las 11:00 p.m.

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran que la población de *D. dactylinus* en el campus Barcelona de la Universidad de Los Llanos exhibe tres tipos de vocalizaciones (A, B y C) claramente diferenciados entre sí por algunos de sus parámetros acústicos y

relacionados con territorialidad y alarma. Asimismo, estos tres tipos descritos corresponden en algunos aspectos con la descripción de los llamados “ruidosos” (Tipo L) reportados por EMMONS (1981) pero también se diferencian en otros aspectos.

EMMONS (1981), describe que *D. dactylinus*, al realizar un llamado ruidoso (tipo L), se sienta sobre los tarsos, soporta las patas delanteras sobre las ramas y deja la cola colgando libre. También agrega que el animal puede ponerse de pie sobre el sustrato para llamar.

Luego mueve la cabeza hacia adelante y ubica la boca horizontalmente y abre la boca con cada pulso. Al final de la llamada relaja el cuello y lleva la cabeza a una posición más vertical. En el presente estudio los animales por lo general vocalizaron de pie, con los miembros anteriores libres y pegados al pecho. Pero en general el comportamiento descrito en los resultados corresponde con lo citado en la literatura. Sin embargo, a pesar de que se observó movimiento por parte de los individuos ubicados en la cercanía del individuo que vocalizaba, nunca se registró el comportamiento de frotar la glándula esternal contra las ramas mencionado por esta autora.

Los tres tipos de vocalizaciones descritas en el campus Barcelona de la Universidad de los Llanos, tienen una duración total entre 1,834621 y 24,51,5183 segundos, presentan entre 7 y 34 notas simples, cortas (entre 0,058065 y 0,0802011 segundos), separadas por intervalos de duración entre 0,0982962 y 0,562049 segundos (Tabla 1). EMMONS (1981), reporta que las vocalizaciones ruidosas (tipo L) grabadas en Ecuador (Limoncha), presentan un rango de duración entre 8 y 19,6 segundos; la vocalización tipo B del presente estudio está por debajo de este rango y las vocalizaciones A y C concuerdan con el mismo (Tabla 1).

Asimismo, la autora reporta entre 32 y 46 notas o pulsos para las vocalizaciones de Ecuador y Perú; la vocalización tipo B se sale de este rango ya que presenta entre 7 y 16 notas o pulsos mientras que los tipos A y C si corresponden con la literatura.

En cuanto a los intervalos o espacios entre notas, EMMONS (1981) no reporta una duración específica, pero menciona que ésta aumenta progresivamente hacia el final del llamado (L). Las vocalizaciones tipo A y C presentan esta característica (Figura 3; Figura 5); sin embargo, la vocalización tipo A presenta el mismo fenómeno también en la duración de las notas a partir de la nota 18, aspecto no descrito por la autora.

Las características de la frecuencia en los llamados (L) reportados por EMMONS (1981), describen una frecuencia mayor entre 125 y 160 Hertz al inicio del llamado y de 95 a 108 Hertz hacia la parte final con una frecuencia mayor entre los 750 y 1300 Hertz en la región más energética del llamado, lo que implica una disminución gradual en este parámetro acústico. Las vocalizaciones tipo B, presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la frecuencia mayor (Figura 4c), que disminuye progresivamente desde 1400 hasta 970 Hertz, a partir de la nota número 12, pero la frecuencia menor se mantiene constante (Figura 4d).

LA VAL (1976), por su parte, reporta la grabación de un llamado (L) de *D. dactylinus*, realizada en Ecuador, que no pudo ser analizada en su estructura acústica por tener mucho ruido, este llamado presentó 62 notas y tuvo una duración total de 27 segundos. El autor reporta una disminución progresiva en la cantidad de notas por unidad de tiempo y un aumento en la duración de la nota que inicia con 8 notas por segundo (0,07 s cada nota) y termina con 3 notas por segundo (0,1 s cada nota). Este comportamiento acústico corresponde parcialmente con la vocalización tipo C del presente estudio, ya que la cantidad de notas por unidad de tiempo disminuye gradualmente porque la duración del intervalo aumenta (Figura 5c), pero en este tipo de vocalización la duración de las notas no presenta variaciones estadísticamente significativas. De otra parte, 62 notas es casi el doble de la cantidad de notas registradas en la vocalización tipo C, que arrojó el mayor número de

notas (34) de los tres tipos propuestos (Tabla 1). La duración total reportada por dicho autor, también está por encima del rango de lo observado en el presente estudio.

Cabe aclarar que EMMONS (1981), realiza reportes de *Dactylomys dactylinus* en las provincias de Napo y Pastaza en Ecuador y también en un parque nacional del departamento de Madre de Dios en Perú. Sin embargo, DUNNUM & SALAZAR (2004) y EMMONS *et al.*, (2015), reportan que los ejemplares del departamento de Madre de Dios en Perú corresponden a la especie *Dactylomys boliviensis*, por tanto, parte de las diferencias en los llamados reportados por EMMONS (1981), se pueden atribuir al hecho de que son especies diferentes.

Sin embargo, el reporte de la vocalización (L) de LA VAL (1976), en la provincia de Napo en Ecuador, que presenta marcadas diferencias con las vocalizaciones (L) del presente estudio en el municipio de Villavicencio, Colombia y con los de EMMONS (1981) en la misma provincia de Ecuador, sí corresponde a *D. dactylinus*, hecho que se atribuye, según EMMONS & FEER (1999) a que los llamados presentan una fuerte variación a nivel geográfico y estacional, principalmente en el número de notas y en el tiempo mismo de las notas.

Respecto al uso o utilidad de las vocalizaciones en *Dactylomys dactylinus*, LA VAL (1976), reporta que no se tiene claridad al respecto, pero presenta la hipótesis de que son de territorialidad ya que el llamado inicial de un individuo suele generar una respuesta inmediata de uno o varios individuos que incluso entrelazan los llamados en cacofonía. EMMONS (1981) y EMMONS & FEER (1999) reportan dos tipos de llamados, uno “ruidoso” denominado tipo (L) y otro denominado tipo (A), que consiste en un gruñido suave de pulso sencillo, los primeros (L), relacionados con territorialidad y para anunciar la presencia cercana y los segundos (A), relacionados con alarma y excitación.

VANDERHOFF (2012), sugiere, al igual que EMMONS (1981), que los machos y las hembras de *Dactylomys dactylinus*, utilizan los llamados en forma de un llamado antifonal y en duetos. El llamado antifonal consiste en que los machos usan llamados “ruidosos” (tipo L) y las hembras responden dentro del mismo llamado (L) del macho, con gruñidos suaves (tipo A). Los duetos vocales consisten en dos animales que producen llamados (L) en una exhibición coordinada.

Como se mencionó anteriormente, los tres tipos de llamados (A, B y C) identificados de acuerdo a las diferencias en sus parámetros acústicos pertenecen al denominado llamado “ruidoso” tipo (L) de EMMONS (1981) y VANDERHOFF (2012). Si bien, durante los muestreos se escucharon y grabaron llamados antifonales, las condiciones de iluminación y espesura de la vegetación no permitieron identificar sexos correctamente y algunas grabaciones que se hicieron de estos fueron descartadas por estar contaminadas con sonidos de insectos, ranas y latidos de caninos que vagan en manada por el campus en las noches. Durante el muestreo y grabación de las vocalizaciones en campo, se notó claramente que los tipos de vocalización definidos como A y C, corresponden a llamados que tienen como propósito anunciar la presencia en las cercanías, marcar el territorio y probablemente comportamiento de cortejo, ya que generalmente se producían en duetos (llamado-respuesta) o incluso coros de tres o más animales. Respecto a la vocalización tipo B, que es el que presenta mayor diferencia ($p < 0,05$) en los parámetros acústicos (frecuencia menor más alta, mayor duración del intervalo entre notas, menor duración de nota y menor duración total) frente a C y A, siempre se registró asociado con algún elemento o evento inesperado o sorpresivo del entorno como ráfagas fuertes de viento, inicio de lluvia o presencia de otras especies de mamíferos como puercoespines, zarigüeyas y monos nocturnos (*Coendou*, *Didelphis*, *Calluromys*, *Phillander* y *Aotus*) y reptiles como iguanas

verdes y serpientes (*Iguana*, *Chironius* y *Boa*), así como también cuando uno de los dos investigadores se ubicaba o hacía ruido de forma sorpresiva y accidental bajo algún parche de bambú en donde se encontraba algún individuo de *D. dactylinus*, por ello se considera que este tipo de vocalización probablemente esté relacionada con miedo, alarma o estrés. LA VAL (1976), EMMONS (1981) y EMMONS & FEER (1999) indican que la mayor cantidad de llamados “ruidosos” (Tipo L), se producen entre las 1800 y las 0100 horas entre las 1900-1930, 2230-2330 y 0300-0330 horas. En el presente estudio la mayor cantidad de vocalizaciones se registraron entre las 2000-2100, 2200-2300 y 0000-0100 horas (Figura 6), lo que concuerda con las citas realizadas. Sin embargo, EMMONS (1981), realiza cálculos de la densidad de individuos por unidad de área y sugiere que la baja tasa de vocalización en algunos lugares se relaciona con una baja densidad y aunque durante esta investigación no se realizaron conteos, no solo en el campus sino en los alrededores en la vereda Barcelona e incluso en distintos barrios, veredas y lugares del municipio de Villavicencio, se escuchan vocalizaciones de *Dactylomys dactylinus* durante toda la noche y a lo largo de todo el periodo climático, por lo que se hace necesario generar estudios de densidad poblacional en el futuro.

A pesar de que el presente estudio tiene varias limitaciones respecto al desarrollo metodológico en términos básicamente de tiempo, bajo presupuesto y herramientas tecnológicas, se considera que las vocalizaciones descritas, su propósito y los picos de actividad concuerdan con varios aspectos reportados en la literatura. La utilización de equipos automatizados de mayor precisión y resolución, el conteo exacto de la cantidad de individuos y territorios en el área de estudio, la medición de la intensidad de luz en las diferentes fases lunares, al igual que temperatura y humedad relativa en el rango de altura donde el animal se localiza y la recolección de datos durante todo el periodo climático

permitirán la recolección de datos más robustos y por consiguiente resultados y análisis más precisos no solo respecto al repertorio de vocalizaciones de la rata del bambú y otras especies similares, sino también de aspectos ecológicos como rango de acción, densidad poblacional, territorialidad y estrategias reproductivas CAYCEDO-ROSALES *et al.*, (2013). Por otra parte, en Colombia no existen trabajos precedentes que aborden la bioacústica de ratas del bambú y no se habían propuesto tres tipos de vocalización (A, B y C), “ruidosas” (L). Estos tres tipos, se diferencian estadísticamente en varios de sus parámetros acústicos y generan nuevos interrogantes, por ejemplo: ¿son estas vocalizaciones realizadas de forma indiferenciada entre machos y hembras?, ¿cómo influye la edad en el comportamiento de vocalización y en sus parámetros acústicos? ¿cuál es el papel de los llamados en la formación, mantenimiento y reconocimiento de una pareja?, ¿la variación geográfica y estacional en las vocalizaciones sugerida por EMMONS y FEER (1999) tiene implicaciones en la diferenciación de las poblaciones? O ¿Son estas variaciones manifestaciones de procesos de diversificación genética? Esto debido que CAYCEDO-ROSALES *et al.*, (2013) sostienen que los estudios bioacústicos son muy útiles para diferenciar poblaciones, especies y comunidades en diferentes grupos zoológicos vocalmente activos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen de forma muy especial Gabriel Ernesto Pantoja Peña, José Ariel Rodríguez Pulido, Edgar Daniel Rodríguez Rodríguez y Jorge Enrique Avendaño. A los estudiantes del Programa de Biología de la Universidad de los Llanos, Nattaly Tejeiro, Álvaro Velásquez, Yeison Lombo, Edison Herrera, Diego Cadena, Angélica Toro, Karen Suárez, Franklin Lozano, Paola Díaz y Laura Pastrana. A los estudiantes del Programa de

Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de los Llanos, Mónica Barrera y Camilo López. Se agradece también a Camilo Reyes y a la familia Reyes Díaz. Al Programa de Biología y al Museo de Historia Natural (MHNU) de la Universidad de los Llanos, y al Grupo de Estudio BioHerp.

BIBLIOGRAFÍA

- ADLER, G.H. 2008. Spacing patterns and social mating systems of echimimid rodents. *Journal of Mammalogy*, 1 (92): 31-38.
- ALBERICO, M., CADENA, A., HERNÁNDEZ, J. & MUÑOZ-SABA, Y. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana.*, 1 (1): 43-75.
- ANTHONY, H. E. 1920. New rodents and new bats from neotropical regions. *Journal of Mammalogy.*, 1 (2): 81-86.
- BIOACOUSTICS RESEARCH PROGRAM. 2017. Raven Pro: Interactive Sound Analysis Software (Version 1.5) (Computer Software) Ithaca, NY: The Cornell Lab of Ornithology. Available from <http://www.birds.cornell.edu/raven>
- BOTERO, P. (1999). Paisajes fisiográficos de la Orinoquia-Amazonia (ORAM) Colombia. *Análisis Geográficos.*, 27–28 (1): 1-381.
- CAYCEDO-ROSALES, P.C., RUIZ-MUÑOZ, J. F., & OROZCO-ALZATE, M. 2013. Reconocimiento automatizado de señales bioacústicas: Una revisión de métodos y aplicaciones. *Ingeniería y Ciencia*. 18 (9):171-195.
- CHARIF, R.A, WAACK, A.M., & STRICKMAN, L.M. 2010. Raven Pro 1.4 User's Manual Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY
- CUERVO, D. A., HERNÁNDEZ, J. & CADENA, A. 1986. Lista actualizada de los mamíferos de Colombia anotaciones sobre su distribución. *Caldasia.*, 15, (71-75): 471-501.

- DESMAREST M.A.G. 1820. Mammalogie: Description des especes de mammiferes. Premiere partie. Chez M Veuve Agasse, Imprimeur-Libraire, rue des Peitevins, No.6. pp. 291
- DUNNUM, J.L. & SALAZAR, J. 2004. *Dactylomys boliviensis*. Mammalian Species., 745, (745):1-4.
- EMMONS, L.H. 1981. Morphological, ecological, and behavioral adaptations for arboreal browsing in *Dactylomys dactylinus* (Rodentia, Echymyidae). Notes. Journal of mammalogy., 62 (1):183-189.
- EMMONS, L.H. & FEER, F. (1999). Mamíferos de los Bosques Húmedos de América Tropical: una guía de campo. Santa Cruz de La Sierra: F.A.N.
- EMMONS, L. H., PATTON, J. L., & LEITE, Y. L. (2015). Subfamily Dactylomyinae Tate, 1935: 880 (en) J. L. PATTON, U. F. J. PARDIÑAS, & G. D'ELÍA (Eds.), Mammals of South America (Vol. 2, pp. 1689–1699).
- FERRER, A., BELTRÁN, M. & LASSO, C.A. 2009. Mamíferos de la Estrella Fluvial de Inírida: ríos Inírida, Guaviare, Atabapo y Orinoco (Colombia). Biota Colombiana., 10, (1 y 2): 209-218.
- HALLE S.& STENSETH N. C. 2000. Activity patterns in small mammals: An ecological approach. Pro Edit GmbH, Heidelberg. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag,
- IDEAM. (2017). Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono para Colombia. (S. de M. de B. y C. para C. –SMBYC., Ed.). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- JENTINK, F.A. 1891. On *Dactylomys dactylinus* and *Kannabateomys amblyonyx*. Notes from the Leyden Museum., 13 (1): 105-110.

- LACEY, E. A. & SHERMAN, P. W. 2008. The ecology of sociality in Rodents: 243-255 (en) J. O. WOLF & P. W. SHERMAN (Eds), *Rodent societies: An ecological & evolutionary perspective*. The University of Chicago.
- LARA, M. C.; PATTON, J. L., and DA SILVA, M. N. 1996. The simultaneous diversification of South American Echimyid rodents (Hystricognati) based on complete cytochrome b Sequences. *Molecular phylogenetics and evolution*, 2 (5): 403-413
- LAVAL, R. K. (1976). Voice and Hábitat of *Dactylomys dactylinus* (Rodentia: Echimyidae) in Ecuador. *Journal of Mammalogy.*, 57 (2): 1975–1977.
- MOLINA, C., GARCÍA, C. & ABAD, N. 1995. Notas sobre la distribución de *Dactylomys dactylinus* en Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales.*, 55 (143): 41-45.
- LEITE, Y. L. R. and PATTON, J. L. 2002. Evolution of South American spiny rats (Rodentia, Echimyidae): the star-phylogeny hypothesis revisited. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. (25): 455-464.
- OJASTI, J., GUERERO, R. & HERNÁNDEZ, O. E. 1992. Mamíferos de la expedición de Tapirapeco. Estado Amazonas, Venezuela. *Acta Biológica Venezuelica*, 14 (1): 27-40.
- PATTON, J. L. & MARINHO, F. 2008. *Dactylomys dactylinus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.1.
- SOLARI, S., MUÑOZ, Y., RODRÍGUEZ J. V., DEFLER, T. R., RAMÍREZ, H. E. & TRUJILLO, F. 2013. Riqueza, Endemismo y Conservación de Los Mamíferos De Colombia. *Mastozoología Neotropical.*, 20 (2): 301-365.
- VANDERHOFF, E. N. 2012. Antiphonal Calling and Duetting in Mammals : Do Amazonian Bamboo Rats *Dactylomys dactylinus* do both ? 73rd Annual ASB Meeting, (January 2012), Poster.

VILLARREAL, H., ÁLVAREZ, M., CÓRDOBA, S., ESCOBAR, F., FAGUA, G., GAST, F. & UMAÑA, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa Inventarios de Biodiversidad; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 236.

VOSS, R. S, y EMMONS, L. H. 1996. Mammalian Diversity In Neotropical Lowland Rainforests: A Preliminary Assessment. Bulletin Of The American Museum Of Natural History. 230 (1): 115.