

## ORGANIZACIÓN SOCIAL DE UNA COLONIA DEL MURCIÉLAGO *Carollia brevicauda* EN UN REFUGIO ARTIFICIAL, BOCHALEMA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA

### Social Organization of a Colony of Bats *Carollia brevicauda* in Artificial Shelter, Bochalema, Norte de Santander, Colombia

ARLEY O. GALLARDO<sup>1</sup>, Biólogo; DIEGO J. LIZCANO<sup>2</sup>, Ph. D.

<sup>1,2</sup> Laboratorio de Ecología y Biogeografía (GIEB), Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Pamplona, Km 1 Vía Bucaramanga, Pamplona, Colombia.

Autor de correspondencia: Arley O. Gallardo, arleyo78@gmail.com

Presentado el 13 de junio de 2012, aceptado el 14 de febrero de 2013, fecha de reenvío el 16 de noviembre de 2013.

Citation / Citar este artículo como: GALLARDO AO, LIZCANO DJ. Organización social de una colonia del murciélago *Carollia brevicauda* en un refugio artificial, Bochalema, Norte de Santander, Colombia. Acta biol. Colomb. 2014;19(2):241-250.

#### RESUMEN

Se estudió la organización social de una colonia del murciélago frugívoro *Carollia brevicauda* en un refugio artificial en Bochalema, Norte de Santander, Colombia. Empleando un nuevo tipo de marcaje que consiste en decoloración capilar y mediante muestreos focales se observó la colonia desde septiembre de 2007 a septiembre de 2008. Se determinó que esta es definida por cuatro grupos los cuales no variaron en su conformación a lo largo del tiempo. Se estableció que las hembras fueron más fieles al refugio que los machos. Se evaluó el presupuesto de tiempo diurno y se registró que los individuos tienen un 73,9 % de tiempo en reposo, seguido del acicalamiento con un 26,6 % y las hembras presentaron mayor actividad que los machos sobre todo en época seca. Se determinaron diferencias en registros entre *C. brevicauda* y *C. perspicillata*, como por ejemplo la fidelidad de las hembras al refugio.

**Palabras clave:** *Carollia perspicillata*, comportamiento, fidelidad, grupos sociales.

#### ABSTRACT

We studied the social organization of a colony of the fruit bat *Carollia brevicauda* in an artificial shelter in Bochalema, Norte de Santander, Colombia. Using a new type of marking and by focal sampling, one colony was observed from September 2007 to September 2008. It was determined that the social structure in the colony was integrated by four groups, which did not vary in structure over time. It was established that females were more faithful to the shelter than males. We assessed time budget daily and there was that individuals had a 73.9 % time without any activity, followed by grooming with a 26.6 %, and females had higher activity than males, especially in dry season. We found that *C. brevicauda* has differences with records of *C. perspicillata* such as the fidelity of females and non-influence of lunar light over the hour of emergence from the refuge.

**Keywords:** behavior, *Carollia perspicillata*, fidelity, refuge, social groups.

## INTRODUCCIÓN

La estructura social (sinónimo de organización social) forma parte de la supervivencia de las especies y las interacciones entre individuos que facilitan su reproducción, la cooperación y aprendizaje (Wilson, 1975). En una población, la organización social tiene como base la formación de grupos, la cual se caracteriza no solamente por las relaciones existentes entre diversos grupos sino también por las interacciones entre cada individuo (Hinde, 1976).

Los murciélagos en general tienen una organización social definida como poliginia (que consiste en que un macho copula con varias hembras) en la mayoría de las especies del Neotrópico (Bradbury, 1977; McCracken y Wilkinson, 2000). Además se caracterizan también por vivir en harenes, que es una variante de la poligamia, donde los machos controlan sexualmente a un grupo de hembras, siendo el macho quien defiende de otros machos el área de reproducción y de refugio (Kunz, 1982; Altringham, 1996).

Gran parte de murciélagos tropicales tienen un patrón único de harem, existiendo una alta fidelidad de los machos por el refugio (Williams, 1986; Fleming, 1988; McWilliam, 1988; Ortega y Arita, 1999; Storz *et al.*, 2000a; Storz *et al.*, 2000b). Los harenes de los murciélagos están determinados de dos maneras: i: hembras con jóvenes y machos adultos; ii: machos jóvenes solitarios. Adicionalmente, el comportamiento gregario de hembras es otra característica de la estructura social en muchas especies (Kunz, 1982; McCracken y Wilkinson, 1985; Kunz y Lumsden, 2003).

Los murciélagos frugívoros del género *Carollia* se distribuyen en la parte oriental de Panamá, en Colombia, Venezuela, Ecuador, gran parte de Perú, Bolivia, Brasil y la Guayana Francesa, siendo representados por ocho especies (Gardner, 1977; Gardner 2008), y existen en Colombia cinco de ellas que son: *C. brevicauda*, *C. castanea*, *C. monohernandezi* y *C. perspicillata* (Mantilla-Meluk *et al.*, 2009; Solari *et al.*, 2013). *C. brevicauda* habita áreas boscosas así como fragmentadas y degradadas (Simmons, 2005), usando como refugio, cavernas, minas, puentes, grietas de rocas y edificaciones (Fleming *et al.*, 1977). Individuos de esta especie pueden vivir solitariamente o puede formar grupos que van desde unos pocos individuos hasta colonias que pueden llegar a millares (Nowak, 1999) y su dieta engloba una gran variedad de especies de frutos (McLellan, 1984) destacando especies de los géneros *Piper*, *Solanum* y *Cecropia* (Thies y Kalko, 2004). *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) que es una especie muy similar tanto genética y morfológicamente a *C. brevicauda*, ha sido muy estudiada y se ha registrado que su organización social está basada en harem con un sistema poligínico. Los machos defienden los sitios de refugio y a las hembras. El harem está compuesto por machos territoriales adultos, una o varias hembras y sus crías. Los machos solitarios se posan fuera de los grupos de harenes y a veces forman pequeñas agrupaciones (Porter, 1978; Williams, 1986). Solamente el 12-17 % de los machos adultos forman harenes (Fleming,

1988). En promedio puede haber 2,26 hembras por harem pero pueden formar harenes de hasta 18 hembras (Fleming, 1988). En cautiverio las hembras en el harem varían de uno a cinco individuos (Porter, 1979a; Porter, 1979b). Los machos recurren a las hembras por medio de vocalizaciones y las hembras escogen el harem según la condición del macho (Porter, 1979a), sin embargo, Fleming (1988) y Williams (1986), proponen que las hembras escogen los harenes dependiendo de los sitios de refugio. Datos previos demuestran que las hembras pueden ocupar hasta diez diferentes sitios de harenes en una estación (Williams, 1986). Las hembras adultas tienden a moverse hacia las cuevas durante la estación lluviosa y hacia los árboles durante la estación seca (Fleming, 1988). En los sitios de descanso el 98 % de las actividades diurnas de los individuos consiste en el descanso, acicalamiento, alerta hacia predadores y vocalizaciones (Porter, 1979a; Williams, 1986; Fleming, 1988).

A pesar de ser una especie muy común en el Neotrópico, y contrariamente a *C. perspicillata*, la organización social de *C. brevicauda* es poco conocida. Se han registrado que esta especie es estacionalmente poliestra (Laval y Fitch, 1977) y las hembras entran en estado de gestación entre septiembre y octubre (Wilson, 1977). En Colombia no hay registros de época de reproducción, ni de su organización social, por lo que el propósito de esta investigación fue determinar algunos aspectos de la organización social del murciélago *C. brevicauda* en un refugio artificial, tal como ya se ha registrado en *C. perspicillata*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

Este estudio se realizó en el club privado Cordillera Country Club ubicado a 2 km de Bochalema, a una altitud de 1300 ms.n.m y coordenadas geográficas de 7°32'12,78" N y 72°38'1,61" W. El sitio presenta una temperatura promedio anual de 24 °C y un patrón bimodal de precipitación entre abril-mayo, con otro más pronunciado entre octubre y noviembre con un periodo seco entre los meses de junio y julio. La precipitación anual promedio es de 1200 mm; la máxima de 250 mm en el mes de octubre, y la mínima de 35 mm en el mes de junio. Los datos de precipitación se obtuvieron de la estación meteorológica La Don Juana, río Pamplonita (Chinácota) del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM). El área de estudio se encuentra ubicada en la zona de vida bosque húmedo montano bajo según la clasificación de Holdridge (Holdridge, 1947).

La colonia de *C. brevicauda* estaba ubicada en un refugio artificial (puente de concreto), aproximadamente de 10 m de largo y 2,2 m en su parte más alta; el piso del refugio se encontraba parcialmente cubierto de agua estancada con una profundidad aproximada de 40 cm. El techo posee una gran cantidad de grietas, lo cual sirve como sitio de percha para los murciélagos. El refugio presenta dos entradas de 35 cm

de alto y 90 cm de ancho cada una. La entrada principal del refugio se encuentra a 20 m de un lago y está rodeada por vegetación secundaria alta.

### Captura y marcaje

El trabajo se realizó de septiembre de 2007 a septiembre de 2008 en el refugio artificial. Los murciélagos fueron capturados utilizando una trampa arpa (Tuttle, 1976) de 1,20 m de ancho y 1 m de alto, colocada justa en la entrada principal del refugio desde las 18:00 hasta las 00:00 horas. La otra entrada del refugio fue cerrada con plásticos para forzar el desplazamiento de los murciélagos por una sola salida. A cada murciélago se le tomaron medidas de longitud total del cuerpo y longitud del antebrazo con un calibrador con una precisión de 0,1 mm y el peso se determinó con un dinamómetro Pesola de 0,1 g de precisión. Adicionalmente se registraron la fecha, hora de captura, sexo, y estado reproductivo, así como otras observaciones como número de ectoparásitos y condiciones climáticas. La condición reproductiva de los individuos capturados se determinó mediante palpación e inspección visual. En el caso de las hembras, se examinó el vientre y las mamas (Racey, 1988). El estado reproductivo de los machos se hizo según las recomendaciones de Gardner (1977). Para determinar la edad por categorías en los murciélagos, se observó el grado de osificación propuesto por Racey (1982) y Kunz *et al.* (1996). La identificación del murciélago fue hecha mediante claves taxonómicas suministradas por Muñoz (2001), Cloutier y Thomas (1992) y siguiendo la clasificación de Koopman (1993).

Los ejemplares capturados se marcaron mediante decoloración capilar (técnica introducida en este estudio) en la parte dorsal con una mezcla de polvo decolorante capilar marca Recamier® y un oxidante en crema 30 Vols. 9 % en una proporción 1:1. Esta mezcla fue aplicada en el pelo con un pincel por diez minutos y después se enjuagó con agua tibia, esto para remover el exceso de la mezcla en el individuo. Con este marcaje se usó un símbolo (número o letra) para cada individuo. Cada símbolo correspondió a la identificación de un individuo, en el cual la decoloración del pelo permitía la identificación usando una cámara de video. Se optó por marcar la región dorsal y la cabeza de algunos individuos ya que estas áreas son más fáciles de observar cuando los individuos están perchando. La decoloración capilar permitió la observación e identificación de los individuos a una distancia de 1 a 4 m aproximadamente (Fig. 1).

Se realizaron filmaciones de tipo focal con una cámara de video Sony con luz infrarroja modelo DCR-TRV140 en modo NightShot, con sesiones de observación de 9:00-13:00 y 15:00-19:00 filmando seis días al mes, ocho horas al día durante diez meses, dando un total de 48 h/grupo/mes. Los murciélagos fueron iluminados con una lámpara de luz blanca para mejorar la calidad de la filmación, ya que algunos experimentos señalan que la iluminación moderada y la filmación no crean disturbio en los murciélagos (Winchell y Kunz, 1996).

### Grupos

El tamaño de los grupos fue determinado por conteo de individuos que perchaban en contacto directo o no separado



Figura 1. Individuo de *C. brevicauda* marcado. En el murciélago se muestra un símbolo que es un (+) el cual corresponde a una hembra adulta, identificada como el individuo 84.

por más de 15 cm en los sitios del refugio. El tamaño y la constitución de cada grupo fueron monitoreados mensualmente, las comparaciones con muestreos anteriores permitieron determinar la estabilidad de los mismos. De manera paralela los individuos que perchaban fuera de los grupos fueron identificados y se les consideró miembros dispersos de la colonia. Los machos que se mantuvieron fuera de los grupos de una manera constante fueron considerados machos satélites (Ortega y Arita, 1999). Con el fin de cuantificar las diferencias entre el número de individuos por grupo entre la época seca y la época de lluvias se realizó una prueba U de Mann-Whitney.

### Fidelidad

La fidelidad hacia el refugio fue cuantificada usando el índice de fidelidad propuesto por Chaverry y Kunz (2006) el cual corresponde a:

$$FID = 2 (E) + 1 (R) - 1 (M) / (E + R + M)$$

Dónde: E (estadía) = número de tiempos en que se observó a un murciélago en sesiones consecutivas; R (regreso) = número de sesiones en que se observó a un murciélago en el refugio; M (movimiento) = número de sesiones en el que el murciélago estaba ausente del refugio. Los valores del índice de fidelidad tienen un rango de - 1 (individuo no fiel) a 2 (individuo completamente fiel).

### Comportamiento

Se analizaron cuatro categorías de comportamiento: 1) acicalamiento: que incluyó rascarse o lamerse el cuerpo; 2) desplazamiento dentro del refugio: consistente en vuelos cortos (visitas a otros grupos) o patrullajes (vuelos circulares dentro del refugio); 3) estado de reposo, sin movimiento evidente; 4) socialización: consistente en interacciones como: acicalarse, lamerse, rozarse y pelarse con otro individuo. Adicionalmente se registró la hora de salida del refugio a lo largo del estudio y se comparó entre cada uno de los meses. Se realizó una prueba t-student pareada para determinar diferencias en el peso entre ambos sexos.

## RESULTADOS

Fueron capturados 48 (52,7 %) machos y 43 (47,2 %) hembras para un total de 91 individuos. El 70 % de los individuos fueron marcados mediante decoloración capilar.

### Grupos

Para la colonia de *C. brevicauda* analizada, se identificaron cuatro grupos dentro del refugio, generalmente ubicados a una distancia menor de 1 m. Estos grupos fueron denominados G1-G4. Cada grupo permaneció fiel a una locación dentro del refugio así: G1: parte derecha del techo; G2: a 25 cm de G1 aproximadamente; y G3 y G4: en un tronco en la parte inferior del refugio cerca al techo y a una distancia de

90 cm aproximadamente de los otros grupos. Se observaron varios machos subadultos considerados como satélites lo cual correspondió al 37 % de los machos capturados y no se observó que hicieran parte de los grupos de harén.

Durante el estudio no se observó la integración de nuevos individuos a los grupos. El tamaño promedio de los grupos fue de 4,8,  $\pm$  1,487 D.E. No se observó cambio de hembras en los diferentes grupos. Con excepción de un individuo subadulto en G1, todos los machos que formaron parte de los grupos fueron adultos. No se encontró diferencias significativas en el número promedio de individuos por grupo entre la época seca y la época de lluvias ( $t=0,67$ , g.l.= 3,  $p = 0,5$ ).

### Fidelidad

Observamos que dos hembras; joven y adulta respectivamente, retornaron al refugio después de cuatro meses, estas fueron inicialmente registradas en septiembre de 2007 y retornaron al refugio en febrero del 2008. La estadía de hembras marcadas en el refugio fue constante en seis individuos desde febrero hasta el final del estudio. Para esta colonia de *C. brevicauda* la fidelidad hacia el refugio fue positiva en ambos sexos (FID = 1,485,  $\pm$  0,459, N = 20). Las hembras demostraron mayor fidelidad al refugio que los machos (FID hembras = 1,647,  $\pm$  0,418, N = 11; FID machos = 1,07,  $\pm$  0,351, N = 9).

### Comportamiento

La mayor parte del tiempo (176 horas de un total de 240 horas analizadas durante los diez meses de muestreo focal), el (73,9 %) de los murciélagos reposaron en los grupos en actividad de reposo. El resto del tiempo (26,6 %) dividieron sus actividades en limpieza (acicalamiento), desplazamiento o visitas a otros grupos de harem y socializaciones (Fig. 3). Las hembras realizaron mayor número de visitas a otros grupos y esta actividad fue significativamente mayor durante la época seca (53,2 visitas  $\pm$  4,02 D.E  $t = 7,26$ , g.l = 3,  $p < 0,001$ ). Estas también fueron más activas, ya que realizaron un mayor número de desplazamientos que los machos ( $t = 7,22$ , g.l = 19,  $p < 0,001$ ) y en cuanto al descanso no se encontraron diferencias significativas entre ambos sexos ( $t = 0,785$ ,  $p = 0,443$ ). El acicalamiento es una de las actividades más sobresalientes durante las observaciones en los grupos, estos fueron más frecuentes durante la época seca que durante la época de lluvias ( $t = 7,26$ , g.l = 3,  $p < 0,001$ ). Se observó actividad de socialización durante los meses de febrero y abril del 2008, y fueron menos frecuentes durante la época de lluvias que en la época seca ( $t = 10,42$ , g.l = 3,  $p < 0,5$ ). En cuanto a los desplazamientos y la socialización no se encontraron diferencias significativa entre épocas ( $t = 0,785$ ,  $p = 0,443$ ) y tampoco entre grupos ( $t = 0,71$ ,  $p = 0,5$ ).

En el registro de la hora de salida del refugio, las hembras salieron más temprano que los machos (Fig. 4), el cual fue mayor durante la época seca ( $t = 8,82$ , g.l = 3,  $p < 0,001$ ).

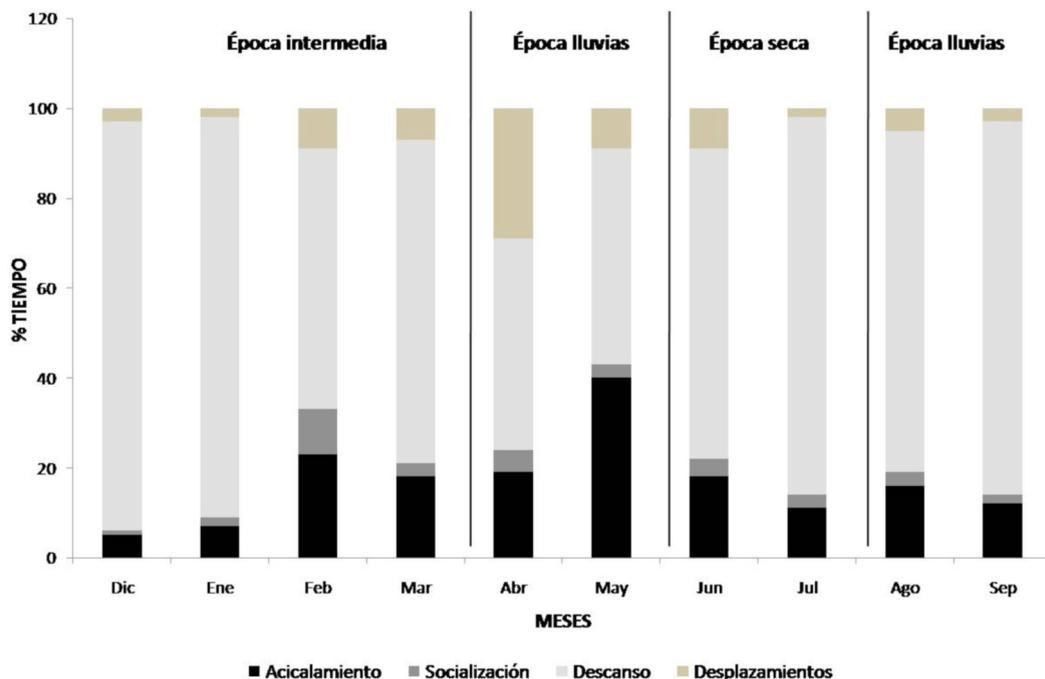


Figura 3. Proporción del tiempo empleado en cada actividad por los individuos de ambos sexos de *C. brevicauda* entre diciembre del 2007 a septiembre de 2008.

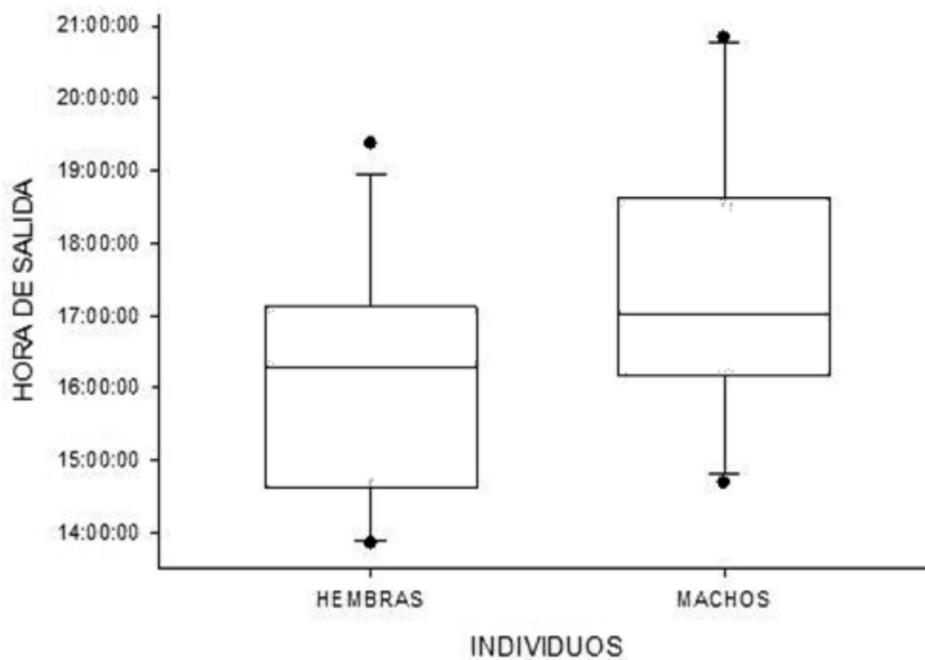


Figura 4. Diagrama de caja que representa el promedio de hora de salida de los individuos del refugio. El límite inferior de la caja indica el percentil 25, la línea interna señala la mediana, y el límite superior señala el percentil 75, las líneas que sobresalen de las cajas (barras de error) indican el 90 y 10 percentil, los puntos negros indican los valores fuera del rango. Los datos representan promedio  $\pm$  1 D.E.

El promedio del peso de las hembras adultas de los grupos fue de 18 g ( $\pm 1,72$  SD, n = 38) y fue significativamente mayor que el peso de los machos (17,2 g) (n = 42) ( $t = 0,38$ ; g.l = 19,  $p < 0,01$ ). Los meses de diciembre de 2007 y enero de 2008, las hembras tuvieron menor peso que los machos, pero, a partir del mes de febrero de 2008 estas fueron incrementando el peso y superaron a los machos (Fig. 5). Entre tanto, los machos tuvieron un descenso en el peso a partir de noviembre de 2007 hasta febrero de 2008 y a partir de mayo tuvieron un leve incremento en este.

**DISCUSIÓN**

La estructura social de *C. brevicauda* en el refugio artificial está definida por cuatro grupos que no difieren en su composición ni en su estabilidad. La colonia de *C. brevicauda* mostró similitud con *C. perspicillata* en la formación de grupos de herenes estables, y en la presencia de individuos que permanecen fuera de ellos y son denominados satélites (Porter, 1979a; Fleming, 1988).

En este estudio, los individuos fuera de los grupos fueron básicamente subadultos como se ha registrado en *C. perspicillata* y *Artibeus jamaicensis* (Kunz et al., 1983; Fleming, 1988). La colonia de *C. brevicauda* tiene una estructura social basada en harem y su sistema de apareamiento es tipo poligínico donde los machos defienden sus grupos y/o las hembras como un recurso importante como lo reportado por: Williams (1986);

Fleming (1988); Ortega y Arita (1999) en *C. perspicillata*. Sin embargo, en este estudio se observó a tres machos dentro de un mismo grupo (grupo 1), defiriendo del comportamiento en grupos de harem de *C. perspicillata* donde los grupos son conformados por varias hembras controladas por un solo macho. En *C. perspicillata* la presencia de varios machos en un mismo grupo ocasiona peleas entre ellos y abandono del refugio (Porter, 1979a; Fleming, 1988).

En este estudio, se observó en tres ocasiones a un macho y tres hembras marcadas dentro de un mismo grupo. Al igual que *C. perspicillata* parece ser que *C. brevicauda* posee sistema poligínico. También se ha registrado que especies poligínicas que habitan en cuevas tienden a formar grupos más estables que los que se refugian en sitios efímeros, por lo tanto no cambian en la composición de los miembros durante periodos largos (Kunz, 1982), esto se observó en *C. brevicauda* mostrando cuatro grupos pequeños estables en cuanto al número de individuos, lo que se asemeja a lo observado en *C. perspicillata* (Porter, 1979a; Williams, 1986).

En cuanto a la fidelidad, existen numerosos datos que sugieren que ciertas especies tropicales de murciélagos tienen un patrón único de harem, donde existe una alta fidelidad por el refugio por parte de los machos (Williams, 1986; Fleming, 1988; McWilliam, 1988; Ortega y Arita, 1999; Storz et al., 2000a, Storz et al., 2000b). Sin embargo, esta colonia de *C. brevicauda*, demostró lo contrario, ya que las hembras fueron

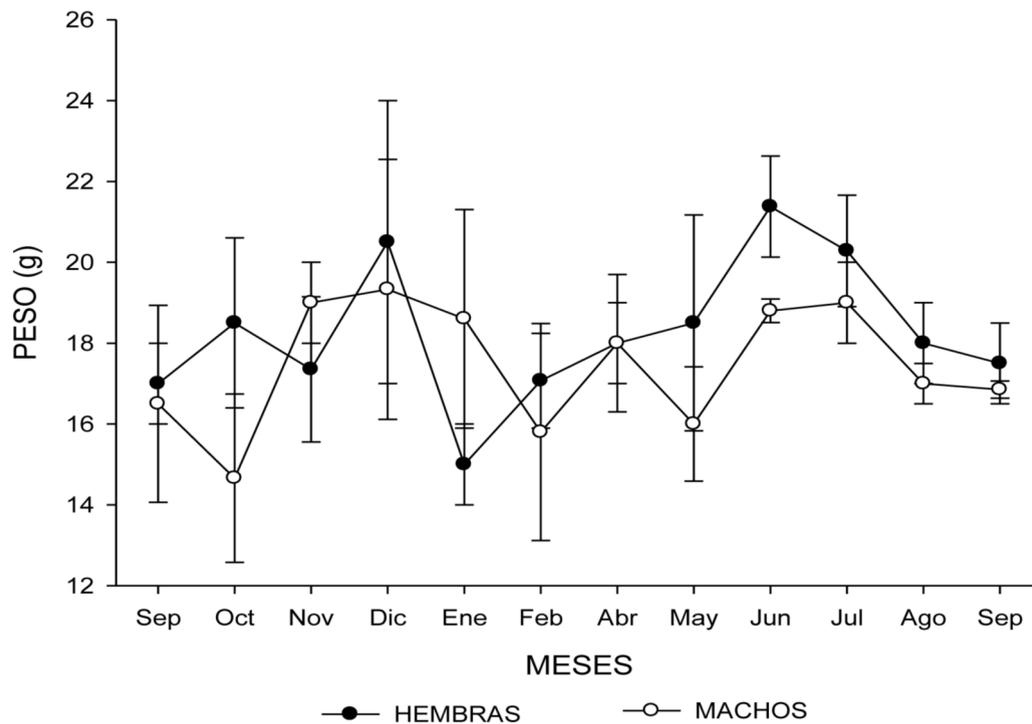


Figura 5. Cambio mensual del peso de los individuos observados de *C. brevicauda* durante septiembre de 2007 a septiembre de 2008 (se excluye el mes de marzo 2008). Las líneas representan promedio  $\pm$  1 D.E.

más estables en el refugio y según el índice de fidelidad estas permanecieron más tiempo que los machos en su interior. También cabe señalar que *C. perspicillata* posee una selectividad de refugio en ciertas épocas del año en donde los machos prefieren las cuevas y las hembras los árboles (Fleming, 1988), esto hace pensar que en *C. brevicauda* las hembras prefieren las cuevas más que los árboles, aunque no se debe descartar la falta de refugios aledaños a la zona donde estaba el refugio de estudio y por ello la estabilidad de estas. También es importante mencionar, que existen numerosos datos que señalan que muchas especies de murciélagos demuestran una dispersión sexo-específica, donde es común observar que los machos se dispersen a otros lugares mientras que las hembras permanecen en la colonia natal (Burland y Wilmer, 2001). Se ha sugerido que la fidelidad a los refugios presenta beneficios para las colonias entre las que se prescindir de la transmisión de parásitos entre colonias, como sucede en especies como *Myotis bechsteinii* (Kerth *et al.*, 2002).

La colonia de *C. brevicauda* analizada destinó gran parte del tiempo (73,9 % de 240 horas analizadas) a descansar, coincidiendo con lo observado en otros murciélagos como en *A. jamaicensis* (Ortega y Arita, 1999) y en *Myotis lucifugus* (Burnett y August, 1981). En *C. perspicillata* se ha registrado que el 98 % de los individuos dedican la mayor parte del tiempo a descansar o a acicalarse existiendo diferencias entre ambos sexos estacionalmente (Williams, 1986; Fleming, 1988). *Carollia brevicauda* mostró mayor actividad en las hembras que en los machos, estas mantenían una mayor actividad de vuelos y presentaron mayor agresión lo que supone que los machos evitaron incurrir en estas acciones ya que eran menos en cantidad y porque se arriesgaban a perder el sitio de percha o el dominio de los grupos como se ha registrado en *A. jamaicensis* (Morrison, 1979).

El acicalamiento es uno de los comportamientos sociales más comunes en murciélagos, pero en *C. perspicillata* el acicalamiento fue raro (Fleming, 1988). En los murciélagos filostómidos como en *Phyllostomus hastatus* (Kunz *et al.*, 1998) y *A. jamaicensis* (Ortega y Arita, 2000) se ha demostrado mayor actividad de vuelos (patrullajes) y vocalizaciones por parte de los machos mientras que en la colonia aquí estudiada de *C. brevicauda* fueron las hembras quienes protagonizaron esas actividades principalmente. Los desplazamientos dentro del refugio realizados por las hembras fueron mayores que en los machos sobre todo en la época seca, difiriendo de lo observado para *Myotis lucifugus* (Humphrey, 1975), *Tadarina brasiliensis* (McCracken y Gustin, 1991) y *C. perspicillata* (Williams, 1986; Fleming, 1988), en las que se ha registrado una reducción de los movimientos en esta época debido a que es una estrategia que permite que las hembras conservan energía.

La defensa de recurso se ha observado en varias especies de murciélagos frugívoros de la familia Phyllostomidae en el trópico (Timm y Mortimer, 1976; Lewis, 1992; Kunz y McCracken, 1996; McCracken y Wilkinson, 2000; Stoner, 2000) y en la colonia de *C. brevicauda* analizada se observó

que la presencia de intrusos ocasionaba que los murciélagos realizaran vocalizaciones y vuelos agresivos; esto también se ha registrado en *C. perspicillata* (Porter, 1978; Williams, 1986). Thies y Kalko (2004) señalan que la fructificación de especies de *Piper*, tanto en bosque como en claros ocurre durante todo el año, siendo tan solo un poco más elevada durante noviembre y diciembre en Panamá (época de lluvias). Aunque las capturas de los individuos fueron a salir del refugio (con el estómago vacío y en igualdad de condiciones para ambos sexos), no se puede descartar un posible sesgo por capturar los individuos a primeras horas de la noche.

Los grupos sociales de *C. brevicauda* son estables y las hembras son más fieles al refugio que los machos, aunque no queda claro el factor que determina la permanente estadía de las hembras. En muchos estudios, murciélagos capturados y marcados en su refugio tienden a abandonar el mismo (Barclay y Bell, 1988). Esto es debido a los tipos de marcaje que se utilizan para el estudio de la organización social tales como bandas metálicas, bandas reflectivas, leds, y collares, los cuales ocasionan molestia a los individuos y estos tienden a buscar otro refugio (Barclay y Bell, 1988). En este estudio se destaca el tipo de marcaje que fue la decoloración capilar ideada por nosotros mismos, y a pesar de que se observaron individuos marcados durante diez meses, este marcaje pudo haber sido influyente en la fidelidad de algunos individuos debido a que probablemente se aumenta la probabilidad de depredación al ser detectado fácilmente por depredadores mientras está volando en la oscuridad.

Es probable que las hembras prefieran el refugio debido a la disponibilidad de recursos (alimento o agua) o por qué disminuye el riesgo de depredación. Puede ser que las hembras que nacieron allí se vayan por un tiempo y luego regresen para reproducirse ya que las hembras capturadas y registradas como jóvenes regresaban como adultas. Se encontró que las hembras de *C. brevicauda* aumentaron su actividad (socialización y desplazamientos) durante la época reproductiva (época seca), tal vez es para defender el refugio o para realizar patrullajes de inspección del mismo. *C. brevicauda* después de descansar casi todo el tiempo el segundo comportamiento social que realiza es el acicalamiento como en *C. perspicillata* (Fleming, 1988).

Se recomienda seguir estudiando varios aspectos del comportamiento de *C. brevicauda* como por ejemplo la influencia de la iluminación lunar en horas de salida de refugio, desplazamientos de harem a otros refugios, épocas de apareamiento y dinámica poblacional. Además es conveniente hacer estudios que evalúen a profundidad de la decoloración capilar como tipo de marcaje para estudios de comportamiento.

## AGRADECIMIENTOS

A Diego R. Gutiérrez por su colaboración en las salidas de campo y por sus comentarios. Al señor José H. Gallardo por el transporte al área de estudio y por su colaboración en las salidas de campo. A Silvia Álvarez, por sus comentarios a este

proyecto. A los directivos de Cordillera Country Club por permitir desarrollar el estudio en el lugar y por facilitarnos las instalaciones para el desarrollo del mismo. También a los evaluadores y comentarios editoriales que fueron muy importantes para mejorar la primera versión del manuscrito.

## BIBLIOGRAFÍA

- Altringham JD. Bats. Biology and Behaviour. Oxford University Press. Oxford; 1996. p. 118-121.
- Barclay R, Bell G.P. Marking and observational techniques. En: Kunz TH, editor. Ecological and behavioral methods for the study of bats. Washington and London: Smithsonian Institution Press; 1988. p. 59-76.
- Bradbury JW. Social organization and communication. En: Wimsatt WA, editor. Biology of Bats. Nueva York, EE.UU: Academic Press; 1977. p. 1-73.
- Burland T, Wilmer JW. Seeing in the dark: Molecular approaches to the study of bat populations. Biol Rev Camb Philos Soc. 2001;76(3):389-409.
- Burnett C, August PV. Time and energy budgets for day roosting in a maternity colony *Myotis lucifugus*. J Mammal. 1981;62(4):758-766.
- Chaverry G, Kunz TH. Roosting Ecology of the Tent-Roosting Bat *Artibeus watsoni* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Southwestern Costa Rica. Biotropica. 2006;38(1):77-84. DOI: 10.1111/j.1744-7429.2006.00107.x
- Cloutier D, Thomas W. *Carollia perspicillata*. (Chiroptera: Phyllostomidae). Mammalian Species. 1992;417:1-9.
- Fleming T, Heithaus E, Sawyer W. An experimental analysis of the food location behavior of frugivorous bats. Ecology. 1977;58(2):619-627.
- Fleming TH. The Short-Tailed Fruit Bat: A Study in Plant-Animal Interactions. Chicago, EE.UU: University of Chicago Press; 1988. p. 181-214.
- Gardner AL. Feeding habits. En: Baker R.J, Jones J.K, Jr, Carter D.C, editors. Biology of bats of the New World family Phyllostomatidae. Part II. 293-350. Special Publications of the Museum 13. Lubbock: Texas Tech University Press; 1977. p. 364.
- Gardner AL. Mammals of South America, Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, shrews, and Bats. The University of Chicago Press, Chicago and London; 2008. p. 669.
- Hinde RA. Interactions, relationships and social structure. Man. 1976;11(1):1-7.
- Holdridge LR. Determination of world plant formation from simple climatic data. Science. 1947;105(2727):367-368. DOI: 10.1126/science.105.2727.367
- Humphrey SR. Nursery roost and community diversity of Nearctic bats. J Mammal. 1975;56(2):321-346.
- Kerth G, Safi K, König B. Mean colony relatedness is a poor predictor of colony structure and female philopatry in the communally breeding Bechstein's bat (*Myotis bechsteini*). Behav Ecol Sociobiol. 2002;52(3):203-210. DOI: 10.1007/s00265-002-0499-6
- Koopman KF. Orden Chiroptera. En: Wilson D.E, Reeder D, editors. Mammal Species of the World: a taxonomic and geographic reference. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C; 1993. p. 137-241.
- Kunz TH. Roosting ecology of bats. En: Kunz TH, editor. Ecology of Bats. Nueva York, EE.UU; 1982. p. 1-55.
- Kunz TH, August P, Burnett CD. Harem social organization in cave roosting *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). Biotropica. 1983;15(2):133-138.
- Kunz TH, McCracken GF. Tents and harems: apparent defense of foliage roosts by tent-making bats. J Trop Ecol. 1996;12:121-137.
- Kunz TH, Wemmer C, Hayssen V. Measuring and monitoring biological diversity, standard methods for mammals. En: Wilson R, Nichols C, Foster R, editors. Sex, age and reproductive condition of mammals. Smithsonian, Press; 1996. p. 279-290.
- Kunz TH, Robson S, Nagy KA. Economy of harem maintenance in the greater spear-nosed bat, *Phyllostomus hastatus*. J Mammal. 1998;79(2):631-642.
- Kunz TH, Lumsden LF. Ecology of cavity and foliage roosting bats. En: Kunz TH, Fenton MB, editors. Bat Ecology. Chicago, Illinois: University of Chicago Press; 2003. p. 3-89.
- Laval R, Fitch H. Structure movements and reproduction in three Costa Rican bats communities. Occ Pap Mus Nat Hist. 1977;69:1-28.
- Lewis S. Behavior of Peter's tent-making bat, *Uroderma bilobatum* at maternity roosts in Costa Rica. J Mammal. 1992;73(3):541-546.
- Mantilla-Meluk H, Jiménez-Ortega AM, Baker RJ. Phyllostomid Bats of Colombia: Annotated checklist, distribution, and biogeography. Special Publications, Museum of Texas Tech University. Lubbock, USA; 2009;56:1-37.
- Mccracken G, Gustin M. Nursing behavior in Mexican free-tailed bat maternity colonies. Ethology. 1991;89(4):305-321. DOI:10.1111/j.1439-0310.1991.tb00376.x
- Mccracken G, Wilkinson G. Bat mating systems. En: Crichton EG, Krutzsch PH, editors. Reproductive biology of bats. Academic Press, Londres; 2000. p. 321-362.
- McLellan L. A morphometric analysis of *Carollia* (Chiroptera, Phyllostomidae). Am Mus Novit. 1984;2791:1-35.
- McWilliam A. Social organization of the bat *Tadarida* (Chaerephon) *pumila* (Chiroptera: Molossidae) in Ghana, West Africa. Ethology. 1988;77(2):115-124. DOI: 10.1111/j.1439-0310.1988.tb00197.x
- Morrison DW. Apparent male defense of tree hollows in the fruit bat, *Artibeus jamaicensis*. J Mammal. 1979;60(1):11-15.
- Muñoz J. Los murciélagos de Colombia. Sistemática, distribución, descripción, historia natural y ecología. Universidad de Antioquia, Editorial Ciudad. Medellín, Colombia; 2001. p. 389.
- Nowak RM. Walker's mammals of the world. 6th ed. Baltimore: The Johns Hopkins Univ. Press; 1999. p. 1936

- Ortega J, Arita H. Structure and social dynamics of harem groups of *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *J Mammal.* 1999;80(4):1173-1185.
- Ortega J, Arita H. Defensive behavior of females by dominant males of *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Ethology.* 2000;106(5): 395-407. DOI: 10.1046/j.1439-0310.2000.00557.x
- Porter FL. Roosting patterns and social behaviour in captive *Carollia perspicillata*. *J Mammal.* 1978;59(3):627-30.
- Porter FL. Social behaviour in the leaf-nosed bat, *Carollia perspicillata*. 1. Social organization. *Z. Tierpsychologie.* 1979a;49(4):406-17. DOI: 10.1111/j.1439-0310.1979.tb00301.x
- Porter FL. Social behaviour in the leaf-nosed bat, *Carollia perspicillata*. 2. Social communication. *Z. Tierpsychologie.* 1979b;50(1):1-8. DOI: 10.1111/j.1439-0310.1979.tb01012.x
- Racey PA. Ecology of bat reproduction. En: Kunz TH, editor. *Ecology of bats.* Nueva York, EE.UU: Plenum Press; 1982. p. 425.
- Racey PA. Reproductive assessment in bats. En: Kunz TH, Racey PA, editors. *Ecological and behavioral methods for the study of bats* Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 1988. p. 31-46
- Simmons NB. Order Chiroptera. En: Wilson D, Reeder DM, editors. *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference.* Baltimore: Johns Hopkins University Press; 2005. p. 312-529.
- Solari S, Muñoz-Saba Y, Rodríguez-Mahecha JV, Defler TR, Ramírez-Chaves HE, Trujillo F. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mast Neot.* 2013;20(2):301-365.
- Stoner K. Leaf selection by the tent-making bat *Artibeus watsoni* in *Asterogyne martiana* palms in southwestern Costa Rica. *J Trop Ecol.* 2000;16:151-157.
- Storz J, Bhat H, Kunz TH. Social structure of a polygynous tent-making bat, *Cynopterus sphinx* (Megachiroptera). *J Zool.* 2000a;251(2):151-165. DOI: 10.1111/j.1469-7998.2000.tb00600.x
- Storz J, Balasingh J, Nathan P, Emmanuel K, Kunz TH. Dispersion and site fidelity in a tent-roosting population of the shortnosed fruit bat (*Cynopterus sphinx*) in southern India. *J Trop Ecol.* 2000b;16:1-15.
- Thies W, Kalko E. Phenology of Neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two short-tailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). *Oikos.* 2004;104(2): 362-376. DOI: 10.1111/j.0030-1299.2004.12747.x
- Timm R, Mortimer J. Selection of roost sites by Honduran white bats, *Ectophylla alba* (Chiroptera: Phyllostomatidae). *Ecology.* 1976;57(2):385-389.
- Tuttle MD. Collecting techniques. En: Baker R, Jones JK, Carter DC, editors. *Biology of bats of the new world family Phyllostomidae Part I* Museum Texas: Tech University, Texas; 1976. p. 71-88.
- Winchell J, Kunz TH. Day-roosting activity budget of the eastern pipistrelle bat, *Pipistrellus sabflavus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Can J Zoolog.* 1996;74:431-441.
- Williams CF. Social organization of the bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Ethology.* 1986;71(4): 265-82. DOI: 10.1111/j.1439-0310.1986.tb00591.x
- Wilkinson GS. The social organization of the common vampire bat, 2: Mating system, genetic-structure, and relatedness. *Behav Ecol Sociobol.* 1985;17:123-134.
- Wilson EO. "Sociobiology: The new synthesis". Cambridge Belknap Press; 1975. p. 144-172.
- Wilson D. Reproductive patterns. En: Baker RJ, Jones JK, Carter DC, editors. *Biology of bats of the new world family Phyllostomidae Part I.* Special Publication of The Museum Texas Tech University, Texas; 1977. p. 321-357.

