



## MEJOR CONDICIÓN CORPORAL DE *Artibeus lituratus* EN FRAGMENTOS DE BOSQUE SECO ASOCIADOS A SISTEMAS SILVOPASTORILES QUE EN SISTEMAS CONVENCIONALES DE GANADERÍA EN CÓRDOBA, COLOMBIA

Julio Javier Chacón-Pacheco<sup>1,2\*</sup> & Jesús Ballesteros-Correa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Investigación Biodiversidad Unicórdoba, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Córdoba. Carrera 6 No. 76-103, Cod. Postal 230002, Montería, Córdoba, Colombia.

<sup>2</sup> Grupo de Investigación AMDAC, Institución Educativa José María Córdoba. Calle 29 No 16b-43 Barrio San José, Cod. Postal 230002, Montería, Córdoba, Colombia.

E-mails: [jchacon\\_bio@hotmail.com](mailto:jchacon_bio@hotmail.com) (\*autor correspondiente); [jballescor@yahoo.com](mailto:jballescor@yahoo.com)

**Resumen:** El objetivo de este trabajo fue conocer la relación entre características del hábitat y el índice de condición corporal (ICC) de murciélagos fruteros *Artibeus lituratus* en fragmentos de Bosque Seco Tropical (bs-T) asociados a dos sistemas de manejo: sistema convencional (SC) y sistema silvopastoril (SSP) de ganadería extensiva. Para ello, se obtuvo la masa corporal (g), la medida del antebrazo (mm) y el índice de condición corporal (masa corporal/longitud del antebrazo). Para evaluar la diferencia entre los sistemas de ganadería, se calculó la diversidad alfa verdadera de la vegetación,  $q = 0$  (riqueza de especies,  ${}^0D$ ) y  $q = 1$  (exponencial del índice de entropía de Shannon,  ${}^1D$ ), y se analizaron las variables morfométricas y la disponibilidad de frutos a través de estadísticos descriptivos como la prueba de Kruskal-Wallis. Los valores promedios superiores para el ICC y la masa corporal se encontraron para el SSP, mostrando diferencias significativas frente a SC. Para el SSP, la disponibilidad de frutos presentó valores promedios más altos ( $4.12 \pm 5.37$ ) en comparación a los SC ( $3.62 \pm 3.44$ ). La diversidad vegetal presentó mayores valores para  $q = 0$  en el SSP ( ${}^0D = 158$ ,  ${}^1D = 54.19$ ); sin embargo, para  $q = 1$  fue superior en el SC ( ${}^0D = 142$ ,  ${}^1D = 68.73$ ). La variable que presentó mayor relación con el ICC fue el sistema de manejo. Los resultados pueden indicar que fragmentos de Bosque Seco Tropical inmersos en matrices de SSP brindan mayores recursos, mejor calidad del hábitat y conectividad funcional, factores que influyen de manera positiva en la condición corporal y la masa corporal del murciélago *Artibeus lituratus*.

**Palabras clave:** *Artibeus*; Chiroptera; frugívoros; ganadería extensiva.

**BETTER BODY CONDITION OF *Artibeus lituratus* IN FRAGMENTS OF TROPICAL DRY FOREST ASSOCIATED WITH SILVOPASTORAL SYSTEMS THAN IN CONVENTIONAL LIVESTOCK SYSTEMS IN CÓRDOBA, COLOMBIA** The objective of this study was to know the relationship between habitat characteristics and the body condition index (BCI) of fruit-eating bats *Artibeus lituratus* in fragments of Tropical Dry Forest associated with livestock farming, specifically two management systems: conventional systems (SC) and silvopastoral systems (SSP). The body mass (g), measurement of the forearm (mm) and the body condition (body mass/forearm length). Finally, we evaluated the difference between the management systems, we determined the true diversity of vegetation,  $q = 0$  (species richness,  ${}^0D$ ) and  $q = 1$  (exponential of Shannon entropy,  ${}^1D$ ), and we analyzed morphometric variables and fruit available through descriptive statistics like the Kruskal-Wallis test. The higher averages values for the BCI and body mass were found in the SSP, showing significant differences with the SC, the average available fruits was higher ( $4.12 \pm 5.37$ ) than

that for the SC ( $3.62 \pm 3.44$ ). The diversity of vegetation presented higher values for  $q = 0$  in the SSP ( ${}^0D = 158$ ,  ${}^1D = 54.19$ ); however, for  $q = 1$  was higher in the SC ( ${}^0D = 142$ ,  ${}^1D = 68.73$ ). The results of this study suggest that forest fragments immersed in SSP matrices might provide more resources better habitat quality and functional connectivity, which positively influence body condition and body mass of *Artibeus lituratus*.

**Keywords:** *Artibeus*; Chiroptera; frugivorous; livestock farming.

## INTRODUCCIÓN

La alteración y pérdida del hábitat natural por acción de diferentes actividades humanas y el establecimiento de sistemas productivos, genera impactos negativos sobre la diversidad biológica y abundancia de las especies (Saunders *et al.* 1991, Santos & Telleira 2006). Estas condiciones pueden generar cambios en la dinámica de los ecosistemas, estructura trófica y procesos ecológicos, con posibles implicaciones en la preferencia del hábitat de los organismos (Aguirre *et al.* 2002, Fahrig 2003, Arias 2008, Mena 2010, Doudna & Danielson 2015). De este modo, el ambiente puede influir en la morfología de los organismos a través de factores ambientales como la ubicación geográfica, la estructura del hábitat, la amplitud de la dieta y la repartición de los recursos, entre otros, actuando como medio de presión selectiva buscando probablemente reducir la competencia entre los individuos (Ricklefs & Miles 1994, Mancina & Balseiro 2010, Medeiros *et al.* 2018).

Los estudios sobre la ecomorfología en murciélagos permiten entender la forma en la que estos explotan los recursos, cómo las variables ambientales que influyen en la distribución de las especies al interior de los hábitats de acuerdo a su morfología, y esto permite comprender cómo las modificaciones ambientales podrían seleccionar organismos de acuerdo a sus características morfológicas (Norberg & Rayner 1987, Moreno *et al.* 2006, Arias 2008, Rahman & Abdullah 2010). Los murciélagos son conocidos debido a que responden a las modificaciones ecológicas, a través de cambios en la composición taxonómica como en la repartición de especies en gremios alimenticios (Willig *et al.* 2007, Jiménez-Ortega & Mantilla-Meluk 2008, Klingbeil & Willig 2009), y en los mecanismos morfológicos relacionados con las características propias de cada hábitat (Moreno *et al.* 2006, Arias 2008). Diferencias en los parámetros morfológicos explican diversos niveles de flexibilidad conductual

relacionados con la capacidad de forrajeo y el uso de hábitat de los murciélagos (Lee *et al.* 2012). Sin embargo, para los murciélagos no existen investigaciones que han buscado entender la relación entre la morfología y la alteración del paisaje relacionados al establecimiento de sistemas agropecuarios, como si se ha hecho en grupos como peces y roedores (Palkovacs *et al.* 2012, Doudna & Danielson 2015).

El Bosque Seco Tropical (bs-T), ha estado sujeto a procesos de conversión a pequeños fragmentos inmersos en paisajes de ganadería extensiva y áreas de cultivos (Cadenillas 2010, Pizano *et al.* 2014). En estos escenarios, los murciélagos se convierten en sistemas de estudio adecuados para entender estos impactos sobre los ecosistemas. Estudios en bosques tropicales han señalado que los murciélagos serían sensibles ante los cambios producidos en el ambiente, ya que la diversidad, el número de especies raras, la morfología y la dispersión de semillas, se ven influenciados en paisajes fragmentados probablemente por la variación espacio-temporal en la distribución de los recursos (Medellín *et al.* 2000, Perez-Torres & Ahumada 2004, Loba *et al.* 2009, Mena 2010, Aguirre & Barquez 2013, Meyer *et al.* 2016). Sin embargo, para el bs-T solo se conoce el estudio de Olaya (2009) que buscó conocer la relación entre la morfología de los murciélagos y estratificación vertical del bosque a través de análisis de ecomorfología.

Por su parte, para el género *Artibeus* se han realizado aproximaciones que buscan evaluar cambios en la morfología de acuerdo a características ambientales como son la latitud, elevación, estacionalidad y el gradiente de intervención, dentro de los cuales se ha podido evaluar el efecto del ambiente sobre la condición corporal como un factor importante a tener en cuenta al investigar la respuesta de la modificación del hábitat en los murciélagos (Marchán-Rivadeneira *et al.* 2012, Vasconcelos *et al.* 2013,

Stevens *et al.* 2016, Oliveira *et al.* 2017, Medeiros *et al.* 2018), donde se supone que los animales que están en mejores condiciones son más exitosos (McGuire *et al.* 2018). A pesar de esto, en sistemas agropecuarios no se ha evaluado el efecto de los sistemas de ganadería sobre la condición corporal de los murciélagos.

Este estudio buscó conocer la relación entre el índice de condición corporal de murciélagos fruteros *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) y los sistemas de manejo de ganadería, la disponibilidad de frutos y la diversidad vegetal en fragmentos de bs-T asociados a matrices de ganadería extensiva bajo manejo silvopastoril (SSP) y convencional (SC) en Córdoba, Colombia. El SC implica el establecimiento de pastos mejorados en monocultivos, áreas de pastoreo con muy poca vegetación arbórea o arbustiva, aplicación de agroquímicos, plaguicidas y herbicidas (Harvey & Haber 1998, Harvey *et al.* 2005). El SSP por su parte, son formas de uso de la tierra donde interactúan de manera secuencial o temporal los árboles y arbustos con cultivos anuales y/o perennes, se realizan buenas prácticas culturales, sin utilización de agroquímicos, lo cual ofrece una amplia oferta de opciones para hacer una ganadería que armonice con la diversidad biológica, la conservación del suelo y la calidad del agua (Auquilla 2005). Se parte de la hipótesis que el manejo de ganadería con SSP mejora las condiciones ambientales, al contribuir a regular la temperatura; control de la erosión y el mantenimiento de la diversidad vegetal y la oferta de recursos que favorecen el establecimiento de poblaciones más saludables y con mejor condición corporal.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

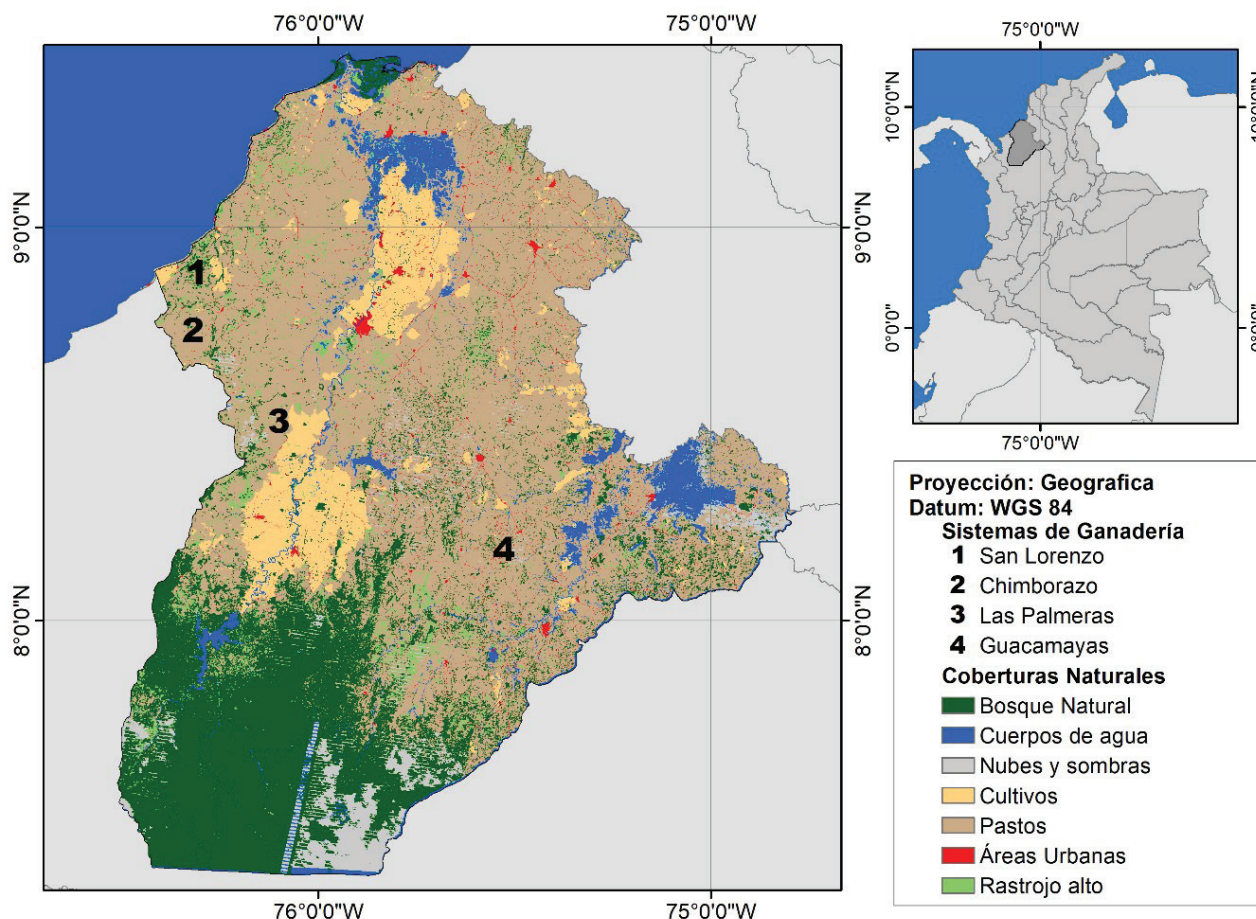
Esta investigación se desarrolló en cuatro fragmentos de bs-T asociados al sistema silvopastoril (SSP) y convencional de ganadería extensiva (SC) en el departamento de Córdoba, región Caribe colombiana, al norte de Colombia (Figura 1). Los muestreos se realizaron en dos fragmentos de bs-T asociados a fincas de ganadería extensiva con manejo SSP en las localidades Las Palmeras en el municipio de Montería (N 8°30'37" W 76°06'12") y San Lorenzo en el municipio de Los Córdoba (N 8°53'20" W 76°18'42"); y dos fragmentos de bs-T asociados a fincas de ganadería extensiva

con manejo SC, Chimborazo en el municipio de Canalete (N 8°44'32" W 76°19'23") y Guacamayas en el municipio de Buenavista (N 8°11'05" W 75°31'49"). El área de estudio (Figura 1) pertenece al bioma de Bosque Seco Tropical, el cual posee un clima cálido tropical con temperatura promedio de 28°C, una precipitación promedio anual de 1300 mm/año en distribución bimodal, con una época seca (diciembre-marzo) y una época de lluvias (abril-noviembre).

### Obtención de datos de murciélagos

Para la captura de especímenes de la especie *Artibeus lituratus*, a lo largo de un ciclo anual (agosto de 2011 a julio de 2012), en cada localidad se realizaron 15 muestreos de tres noches consecutivas cada uno, con intervalos de 24 días entre muestreo, para un esfuerzo total de 45 noches/localidad (136.080 m<sup>2</sup>/red), para un esfuerzo total de muestreo de 544.320 m<sup>2</sup>/red (Straube & Bianconi 2002). Se instalaron 14 redes de niebla de 6 x 3 m distribuidas de la siguiente forma: nueve redes ubicadas de forma aleatoria dentro de los fragmentos de bs-T y cinco redes en la matriz circundante a los fragmentos. Las redes fueron desplegadas desde las 18:00 a 06:00 horas del día siguiente y revisadas cada 45 minutos.

Los murciélagos capturados se colocaron en bolsas de tela. Posteriormente fueron transportados al campamento para su procesamiento. A todos los especímenes se les tomó la longitud del antebrazo (LA) con calibrador digital de precisión 0,01 mm y el masa corporal (g) con balanza electrónica portátil de precisión 0.01 g, previamente calibrada. Se calculó el índice de condición corporal (ICC), definido como la relación entre la masa corporal y la longitud del antebrazo (Jakob *et al.* 1996). Para la identificación en campo de individuos de la especie *A. lituratus*, se tuvieron en cuenta características morfológicas externas, como son: la presencia de líneas faciales fuertemente marcadas, antebrazo mayor a 60 mm, uropatagio y antebrazo peludo; características que los diferencian de las especies del mismo género registradas para las localidades de estudio, *A. jamaicensis* y *A. planirostris*, las cuales presentan líneas faciales débiles, antebrazo menor a 60 mm, uropatagio y antebrazo desnudo (Timm *et al.* 199, Gardner 2008). Los individuos fueron marcados en el mesopatagio con ayuda de un tatuador de conejos y liberados cerca de la zona de captura. No se consideraron las mediciones de



**Figura 1.** Localización geográfica del área y localidades de estudio en paisajes de ganadería extensiva en Córdoba, Colombia. Los números que corresponden a las localidades 1 y 3 pertenecen al sistema silvopastoril (SSP), 2 y 4 al sistema convencional (SC).

**Figure 1.** Geographical location of the area and locations of study in landscapes of extensive farming in Cordoba, Colombia. The numbers corresponding to the locations 1 and 3 belong to the silvopastoral system (SSP), 2 and 4 to the conventional system (SC).

los murciélagos recapturados.

### **Estructura y composición de la vegetación**

Se realizaron muestreos estandarizados de 0,1 ha según el método propuesto por Gentry (1982), empleado en estudios de bosques tropicales (Campbell *et al.* 2002, Orrego *et al.* 2003), con modificaciones para incluir plantas con DAP  $\geq$  1 cm (diámetro medido a 1.30 m de altura sobre la superficie), con el objetivo de analizar la riqueza y abundancia de la vegetación (Villareal *et al.* 2004). Se evaluaron cuatro parcelas de 50 x 20 m por cada localidad, los cuales se distribuyeron en forma aleatoria simple (Krebs 1989, Lema 2002) dentro de los fragmentos del bosque (Villareal *et al.* 2004, Gordon & Newton 2006). A cada especie arbórea se le midió DAP y altura, y se registró sus hábitos de crecimiento (Vallejo *et al.* 2005). Se

consideraron los hábitos de crecimiento siguiendo las indicaciones de (Mendoza-C, 1999): árboles (a), plantas leñosas con un tronco definido y > 5 m de altura; arbustos (ar), plantas leñosas con altura entre 2 - 5 m; herbáceas (h), plantas no leñosas > 2 m de altura y lianas (l), plantas leñosas y herbáceas trepadoras de tallos flexibles.

### **Disponibilidad de frutos**

Se realizó la caracterización de la abundancia relativa de plantas con frutos potencialmente disponibles para los murciélagos frugívoros en el área de estudio. Para la cuantificación de los frutos, se instalaron cuatro transectos de 50 x 4 m de forma aleatoria en cada fragmento de bs-T, los cuales fueron muestreados en forma paralela al muestreo de los murciélagos. Para cada planta fructificando dentro del transecto se colectaron muestras



botánicas que ingresaron a la colección Botánica del “Herbario de la Universidad de Córdoba”. La identificación de las especies se realizó con ayuda de una colección de referencia y apoyo de especialistas de la Universidad de Córdoba, el Jardín Botánico de Medellín y el Herbario de la Universidad Javeriana.

### **Análisis de los datos**

A las variables morfométricas de los individuos de *A. lituratus* masa corporal, LA y el ICC, se les aplicó estadísticos descriptivos (promedios, desviación estándar e intervalos de confianza a 95%), con el fin de realizar descripciones de las variables y comparaciones entre los sistemas de manejo de ganadería. Además, para las variables morfométricas y la disponibilidad de frutos se realizó un análisis de Kruskal-Wallis para probar si un grupo de datos proviene de la misma población entre los dos sistemas de ganadería: SSP y SC, con un alfa del 95%. Estos análisis se corrieron en el programa PASW Statistics 18 (SPSS, 2009).

Al análisis de los datos de la disponibilidad de frutos, se calculó también la abundancia relativa de plantas con frutos en cada localidad de estudio y sistema de manejo, entendida como el número de individuos con frutos sobre el total de plantas con frutos en todo el estudio. Asimismo, se realizó un análisis de frecuencia mensual de la disponibilidad de frutos en los fragmentos de bs-T entre los sistemas SSP y SC.

Se utilizó un análisis de similitud (ANOSIM) para comparar las abundancias de los taxones de plantas por localidades con el índice de Bray-Curtis. La similaridad y las relaciones observadas se compararon con una expectativa aleatoria basada en 9999 permutaciones. Este análisis permite definir si existen diferencias significativas entre las especies en términos de abundancias. ANOSIM genera un valor de  $r$  que varía entre  $-1$  y  $+1$ , con un dato de  $0$  que indica la no selección de las localidades (Román-Palacios & Román-Valencia 2015). Se realizó un análisis del porcentaje de similaridad (SIMPER), para determinar las plantas responsables de las diferencias entre las localidades, que calcula el promedio de diferencias entre las localidades y registra la contribución de cada categoría a esta desigualdad (Román-Palacios & Román-Valencia 2015). El dendrograma de similitud se construyó por el método de promedios no ponderados (UPGMA).

En cada localidad de estudio se calculó la diversidad de la vegetación mediante el concepto de diversidad verdadera propuesto por (Jost, 2006), cuya unidad de medición es el número de especies efectivas. La diversidad verdadera se calculó utilizando el paquete iNEXT (Hsieh *et al.*, 2016) para los valores  $q = 0$  y  $q = 1$ , donde  $q = 0$  es la diversidad de orden cero ( ${}^0D$ ), donde no se consideran las abundancias de las especies, por lo que equivale a la riqueza de especies. Con  $q = 1$  es la diversidad ( ${}^1D$ ), donde todas las especies son incluidas con un peso exactamente proporcional a su abundancia en la comunidad, se mide como el número de especies efectivas que tendría una comunidad virtual en la que todas las especies fueran igualmente comunes, conservando la abundancia relativa promedio de la comunidad estudiada, siendo el índice de diversidad ( ${}^1D$ ) el exponencial del índice de entropía de Shannon (Jost 2006, Chao & Jost 2012, Calderón-Patrón *et al.* 2013, Hsieh *et al.* 2016). Una de las características más importantes del número de especies efectivas es que permite comparar directamente la magnitud de cambio entre comunidades (Jost 2006, García-Morales *et al.* 2011, Moreno *et al.* 2011, Calderón-Patrón *et al.* 2013).

## **RESULTADOS**

En este estudio se registraron 329 individuos de la especie *A. lituratus* (206 hembras y 123 machos). Para los fragmentos asociados al SC se encontraron 43 hembras y 26 machos; mientras que para los fragmentos asociados al SSP 163 hembras y 97 machos, para una proporción de sexos de 1,65 para SC y 1,68 para SSP.

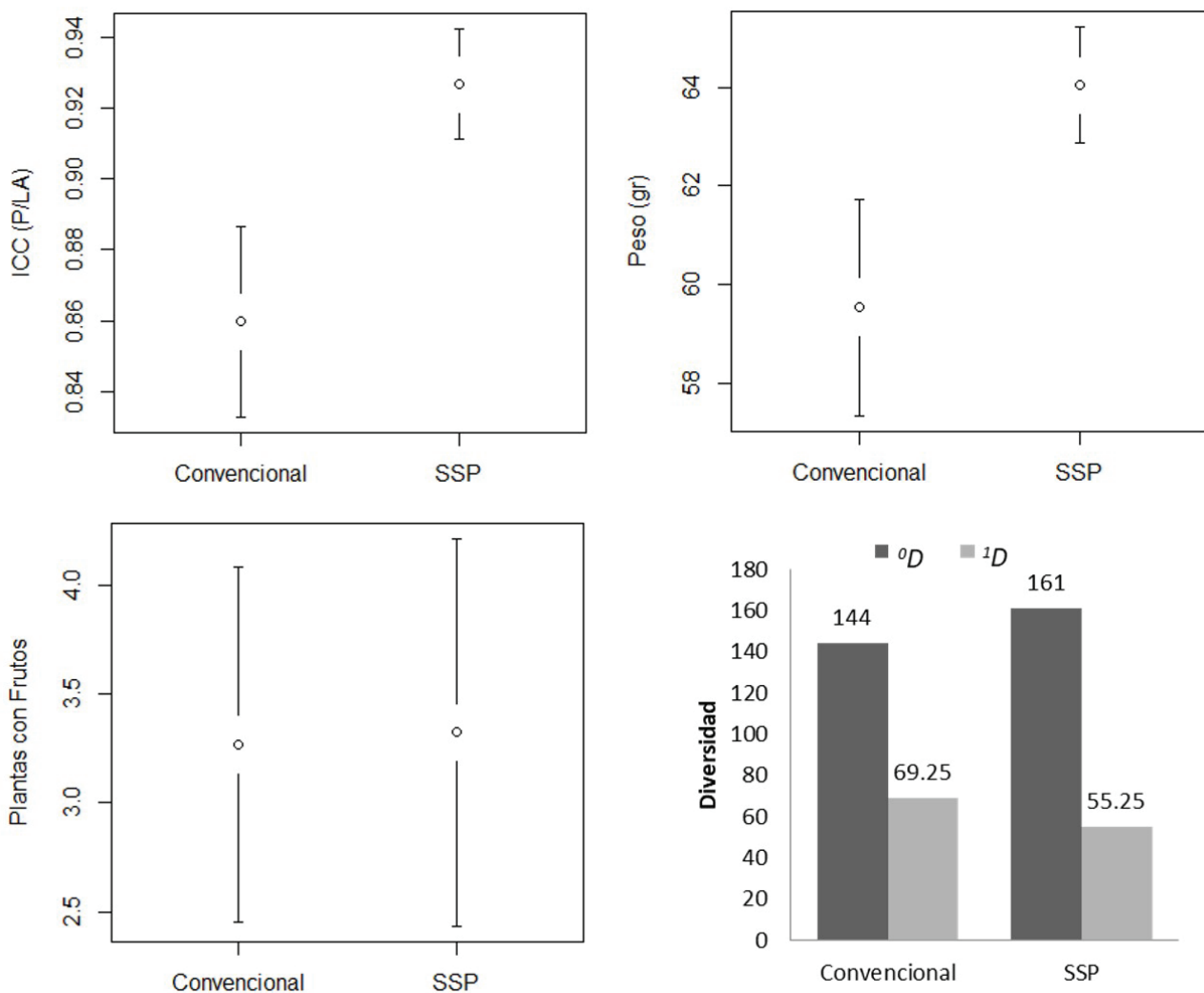
### **Caracterización morfométrica de los murciélagos**

En las mediciones estándares, hubo diferencias significativas para el ICC y la masa corporal ( $p < 0,001$ ) de los murciélagos *A. lituratus* asociados a los sistemas de manejo de ganadería, SSP y SC (Figura 2). Los individuos presentaron valores promedios superiores en fragmentos del SSP, masa corporal de  $64,03 \pm 0,60$  y el ICC de  $0,93 \pm 0,01$ , respecto a los registrados en el sistema convencional (masa corporal de  $59,54 \pm 1,10$  y el ICC de  $0,86 \pm 0,01$ ) (Figura 2).

### Estructura y composición de la vegetación

En los fragmentos de bs-T se registraron 3378 individuos pertenecientes a 242 especies de plantas. Se identificaron 56 familias taxonómicas donde Fabaceae (39), Rubiaceae (19), Bignoniaceae (12), Boraginaceae (12), Apocynaceae (9) y Moraceae (9) presentaron la mayor riqueza de especies. El género *Cordia* presentó la mayor diversidad con 10 especies, seguido por *Machaerium* (6), *Coccoloba*, *Casearia* y *Pouteria* con cuatro especies cada una. Hubo diferencias estadísticas entre los fragmentos de bs-T en la composición florística inmersos en sistemas silvopastoriles (SSP) y convencionales

(SC) de ganadería extensiva. En forma general, los fragmentos de bs-T asociados al SSP estuvieron dominados por Malvaceae (18,3 %), Boraginaceae (12,3 %), Fabaceae (10,8 %), Apocynaceae (6,9 %) y Euphorbiaceae (6,3 %). En tanto que, en los fragmentos asociados al SC las familias Rubiaceae (13,2 %), Rutaceae (10,1 %), Fabaceae (7,6 %), Meliaceae (7,2 %) y Sapotaceae (6 %) presentaron la mayor abundancia relativa. Las especies con mayor abundancia en todas las localidades fueron *Guazuma ulmifolia* (9,32 %), *Zanthoxylum setulosum* (6,63 %), *Cordia collococca* (3,96 %), *Hybanthus prunifolius* (2,72 %) y *Trichilia* sp (2,63 %).



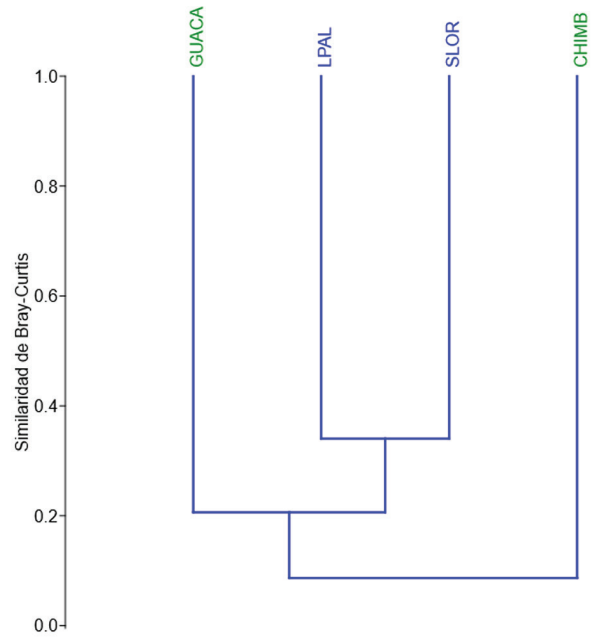
**Figura 2.** Diferencias entre variables morfológicas, disponibilidad de frutos y diversidad de la vegetación entre fragmentos de Bosque Seco Tropical asociados a sistemas convencionales y silvopastoriles (SSP) en el departamento de Córdoba, Colombia. Orden de diversidad:  ${}^0D$  y  ${}^1D$ .

**Figure 2.** Differences between morphological variables, fruit availability and vegetation diversity among fragments of tropical dry forest associated with conventional and silvopastoral systems in the Córdoba department, Colombia. Order of diversity:  ${}^0D$  and  ${}^1D$ .

En los SSP el fragmento de bs-T Las Palmeras estuvo representado por 1.015 individuos distribuidos en 41 familias y 110 especies de plantas vasculares. Las familias con la mayor abundancia fueron Boraginaceae, Malvaceae, Fabaceae, Bignoniaceae y Euphorbiaceae; siendo Fabaceae la de mayor riqueza de especies (20), seguida de Boraginaceae (10) y Bignoniaceae (7). Las especies que presentaron la mayor abundancia fueron *Guazuma ulmifolia*, *Cordia collococca*, *Hura crepitans* y *Hybanthus prunifolius*. En tanto que, en el fragmento San Lorenzo se registraron 631 individuos que incluyeron 33 familias y 88 especies. Las familias con mayor abundancia fueron Malvaceae, Fabaceae, Apocynaceae y Rutaceae. La familia Fabaceae registró la mayor riqueza de especies (16), seguida de Apocynaceae (6), Boraginaceae (4), Euphorbiaceae (4) y Malvaceae (4). Las especies que presentaron la mayor abundancia fueron *Guazuma ulmifolia*, *Zanthoxylum setulosum* y *Casearia arguta*.

En el sistema de ganadería extensiva convencional (SC), en el fragmento de bs-T en Chimborazo se registraron 748 individuos, distribuidos en 30 familias y 90 especies. Las familias con mayor abundancia fueron Rubiaceae, Sapotaceae, Meliaceae, Acanthaceae y Lecythidaceae. Las familias de mayor riqueza de especies fueron Rubiaceae (12), Fabaceae (12). Las especies que presentaron la mayor abundancia fueron *Trichilia* aff. *quadrijuga*, *Pouteria* sp., *Bravaisia integerrima*. En el fragmento de Guacamayas se registraron 984 individuos, distribuidos en 29 familias y 80 especies. Las familias más abundantes fueron Rutaceae, Fabaceae, Myrtaceae, Meliaceae, Anacardiaceae y Rubiaceae. La familia con mayor riqueza de especies fue Fabaceae (16), seguida de Bignoniaceae (6), Rubiaceae (6), Anacardiaceae (5) y Moraceae (5). Las especies que presentaron la mayor abundancia fueron *Zanthoxylum setulosum*, *Myrcia* sp1, *Trichilia* sp., *Picramnia* sp y *Guazuma ulmifolia*.

El análisis de similitud (ANOSIM) mostró la formación de un grupo conformado por los fragmentos de bs-T asociados al SSP (Las Palmeras y San Lorenzo) con 31,26% de similitud (Figura 3). Las especies no se diferencian significativamente en términos de abundancias, puesto que las especies *Guazuma ulmifolia* y *Zanthoxylum setulosum* fueron abundantes en los dos sistemas



**Figura 3.** Dendrograma de similaridad de las plantas entre las localidades de estudio. Sistema silvopastoril (azul): San Lorenzo y Las Palmeras. Sistema Convencional (verde): Chimborazo y Guacamayas.

**Figure 3.** Dendrogram of similarity of the plants between the localities. Silvopastoral system (blue): San Lorenzo and Las Palmeras. Conventional system (green): Chimborazo and Guacamayas.

( $R = 0,52$ ;  $p < 0,001$ ). Se encontró que las especies *Guazuma ulmifolia*, *Zanthoxylum setulosum* y *Cordia collococca*, fueron las que más favorecieron la disimilaridad del grupo con un porcentaje de contribución de 7,58%, 5,72% y 3,98% respectivamente.

En los fragmentos de bosque, la diversidad verdadera más alta se encontró para las localidades Las Palmeras con 110 especies efectivas ( ${}^0D = 110$ ;  ${}^1D = 43,6$ ) y Chimborazo con 90 especies efectivas ( ${}^0D = 90$ ;  ${}^1D = 42,9$ ). En cuanto a los sistemas de manejo, el SSP presentó mayores valores de  $q = 0$ , riqueza de especies ( ${}^0D = 158$ ;  ${}^1D = 54,19$ ); sin embargo, los valores de  $q = 1$ , exponencial del índice de entropía de Shannon fue superior en el SC ( ${}^0D = 142$ ;  ${}^1D = 68,73$ ) (Figura 2).

**Disponibilidad de frutos**

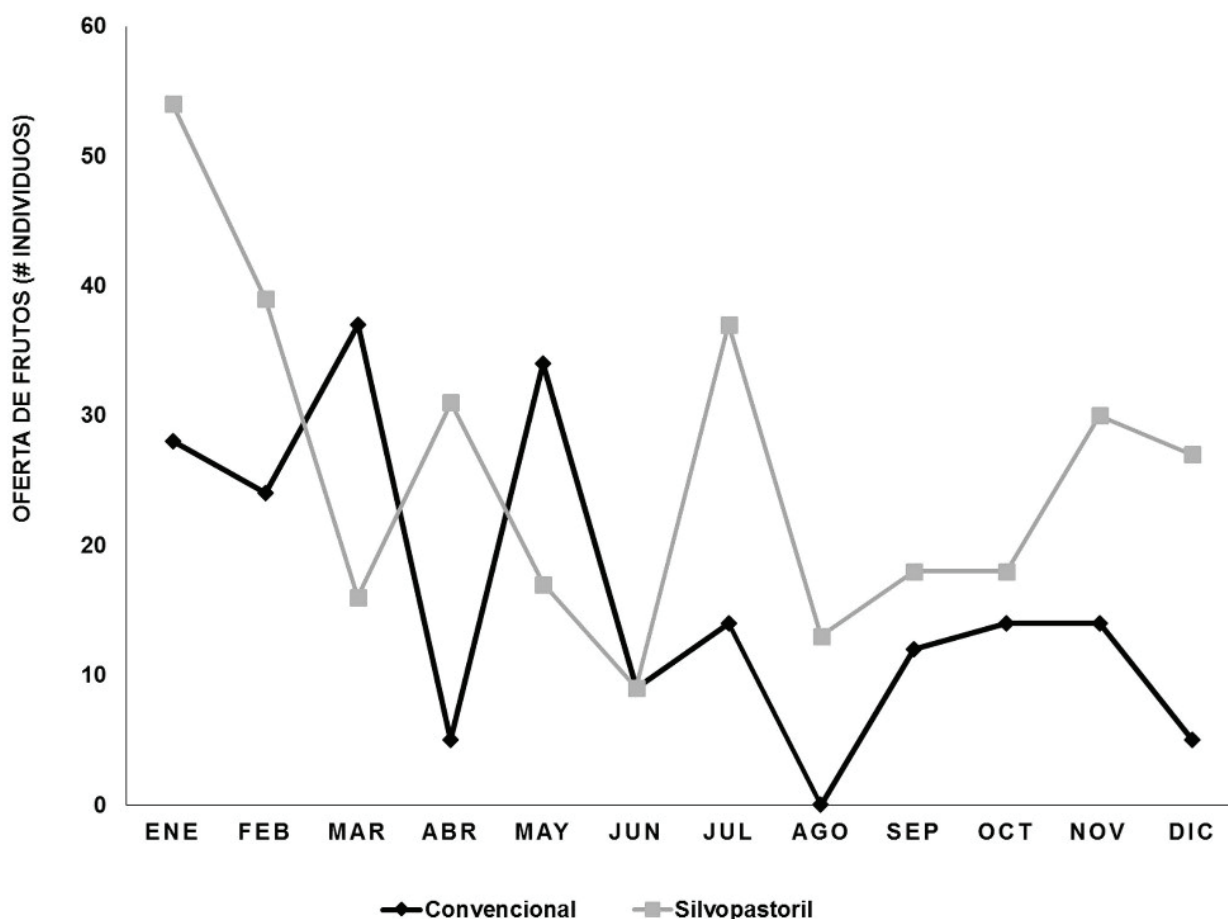
Se registraron 505 plantas con frutos que pertenecen a 104 especies y 38 familias (Apéndice 1). En cuanto al análisis por localidades, se encontró que la localidad Las Palmeras presentó valores

promedios más altos en el número de plantas con frutos (media=  $4,22 \pm 4,97$ ), Guacamayas (media =  $3,88 \pm 3,64$ ), seguida de Chimborazo (media =  $2,75 \pm 2,61$ ) y por ultimo San Lorenzo (media =  $2,52 \pm 3,45$ ). En cuanto al número de plantas con frutos no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,5$ ) para los sistemas de manejo de ganadería, SSP y SC. Sin embargo, se encontró que el SSP presentó valores promedios más altos ( $4,12 \pm 5,37$ ) que en los SC ( $3,62 \pm 3,44$ ); excepto para marzo, mayo y junio, cuando en el SC registró los mismos valores de abundancia de frutos que los fragmentos bajo el SSP (Figuras 2, 4).

## DISCUSIÓN

Al comparar la morfometría de los murciélagos *A. lituratus* en fragmentos de bs-T bajo dos sistemas de manejo de ganadería extensiva, se puede

afirmar que en los fragmentos asociados al SSP presentan valores mayores en el ICC y la masa corporal, comparado con los fragmentos del SC. Esto indica que los fragmentos de bs-T asociados a SSP podrían estar ofreciendo mejores condiciones de hábitat, favoreciendo las condiciones corporales de los individuos. Así mismo, este resultado va de acuerdo con lo descrito por McGuire *et al.* (2018), quienes afirman que el ICC no es mejor predictor de las reservas de grasa que la masa corporal en murciélagos insectívoros. Esto indica que los fragmentos de bs-T asociados a SSP podrían estar ofreciendo mejores condiciones de hábitat, favoreciendo las condiciones corporales de los individuos. La respuesta de murciélagos frugívoros (Stenodermatinae) a la fragmentación del bosque, sugiere que, cambios en la composición de la vegetación presentan relación con la abundancia de las especies y su morfología (Medellín *et al.* 2000,



**Figura 4.** Análisis temporal de la disponibilidad de frutos para los sistemas de ganadería convencional y silvopastoril (SSP) en el departamento de Córdoba.

*Figure 4.* Temporary analysis of the fruit availability for conventional and silvopastoral (SSP) Livestock systems in the Department of Córdoba



Saldaña-Vázquez *et al.* 2010, Medeiros *et al.* 2018).

Estos escenarios, sistemas silvopastoriles, favorecen los procesos de restauración del suelo, de regulación, productividad y dinámica de las comunidades, promoviendo cambios en la composición y estructura de los ecosistemas después de procesos de perturbación (Crespo 2008; Milera 2013); variables que resultan adecuadas para la colonización y mantenimiento de poblaciones de murciélagos (Chacón *et al.* 2015).

La especie *A. lituratus* se reconoce con una distribución geográfica amplia (Gardner 2008), que se relaciona con ambientes perturbados, que pueden implicar cambios en su desarrollo y afectar su maniobrabilidad en bosques perturbados. En estos bosques se reduce el espacio entre la vegetación (Caras & Korine 2008, López-Aguirre & Pérez-Torres 2015), sugiriendo la preferencia de la especie a espacios abiertos o semiabiertos, como es reportado para el Cerrado brasileiro, donde se ha encontrado que *A. lituratus* presenta mayor condición corporal en bosques de galería afectados por la transformación para su uso como áreas agropecuarias (Oliveira *et al.* 2017).

En otras investigaciones se reconoce que cambios en la estructura del bosque en hábitat perturbados, como los fragmentos de bs-T asociados a sistemas agropecuarios, afecta la movilidad de los murciélagos, relacionados principalmente con el tamaño del cuerpo y la morfología alar (Loeb & O'Keefe 2006, Caras & Korine 2008). El efecto negativo de la perturbación presentado en los SC puede ser disminuido por el establecimiento de SSP, que incrementan la oferta de alimento y rutas de vuelo con sitios de perchas y de protección, facilitando el movimiento de los murciélagos dentro de la matriz del paisaje (Estrada & Coates-Estrada 2001). La conversión de los SC de ganadería extensiva a SSP contribuiría a atenuar la insularidad de los fragmentos de bosque (Murgueitio & Calle 1999) y mejorar la conectividad estructural del hábitat, permitiendo que los sistemas productivos sean menos contrastantes con los fragmentos de bosque (Chacón & Harvey 2008). Matrices de SSP pueden facilitar el movimiento de los animales entre parches, además de proveer hábitat para algunas especies (Cárdenas *et al.* 2003, Villanueva 2006, Sáenz *et al.* 2007, Harvey *et al.* 2008).

Los resultados presentados soportan que el SSP contribuye a una mayor diversidad vegetal y mayor

oferta de recursos en los fragmentos de bosque asociados, registrando mayor número de plantas con frutos involucradas en la dieta de murciélagos frugívoros tales como *Carica papaya*, *Cecropia* sp., *Guazuma ulmifolia*, *Spondias mombin*, entre otras; que a su vez presenta una relación positiva con la presencia de murciélagos de mayor tamaño, como es el caso de *A. lituratus* considerada como una especie consumidora de frutos grandes (Fleming 1986, Oprea *et al.* 2007, Ríos-Blanco & Pérez-Torres 2015, Suarez & Montenegro 2015).

Los resultados muestran, al igual que lo reportado por Marchán-Rivadeneira *et al.* (2012), la hipótesis que el filtrado ambiental puede explicar en parte las diferencias morfológicas de las especies, encontrándose que cambios en las condiciones ambientales (estacionalidad climática) juegan un papel en la determinación de la distribución geográfica de las variantes morfológicas de *A. lituratus*. Del mismo modo, se sugiere que la variación geográfica en la morfología alar de *A. lituratus* está relacionada significativamente con las variables climáticas, pero no con las distancias genéticas y espaciales, sugiriendo entonces que, la variación fenotípica no está relacionada con la deriva genética, pero sí con la selección por regímenes ambientales particulares (Stevens *et al.* 2016), como se reporta en este trabajo en relación con las condiciones de manejo de los sistemas de ganadería asociados a fragmentos de bosque seco tropical.

En conclusión, los fragmentos de bs-T inmersos en matrices de ganadería extensiva bajo SSP pueden brindar mayor cantidad de recursos, mejor calidad del hábitat, e incrementar la conectividad funcional, como lo son mayor disponibilidad de frutos y diversidad vegetal, factores que influyen de manera positiva en la abundancia y selección de individuos de *A. lituratus* con mayor ICC y masa corporal comparados con los encontrados en los fragmentos en matrices de ganadería bajo SC. Esta información puede facilitar el diseño de acciones de manejo y conservación que estén acordes con las actividades productivas y mejorar la gestión de los ecosistemas (Bennett *et al.* 2009).

De acuerdo a estos resultados, es importante adelantar acciones de conservación de la diversidad de quirópteros asociados a fragmentos de bs-T, procurando desarrollar esfuerzos de investigación dirigidos a entender la relación entre

las características del hábitat y la morfología de las especies en los fragmentos de bosque inmersos en las matrices productivas.

## AGRADECIMIENTOS

A los propietarios de las fincas ganaderas de Chimborazo (Canalete), Guacamayas (Buenavista), Las Palmeras (Montería) y San Lorenzo (Los Córdoba) por el permiso y apoyo para la realización del trabajo de campo. A Luis Morelo, por su participación en la caracterización vegetal.

## REFERENCIAS

- Aguirre, L. F., Herrel, A., van Damme, R., & Matthysen E. 2002. Ecomorphological analysis of trophic niche partitioning in a tropical savannah bat community. *Proceedings of Biological Sciences*, 269(1497), 1271–1278. DOI: 10.1098/rspb.2002.2011.
- Aguirre, L., & Barquez, R. 2013. Critical areas for bat conservation: Latin American conservationists build a grand strategy. *Bats*, 31(1), 10–12.
- Arias, L. 2008. Ecomorphological structure of an Amazonian Phyllostomid bat assemblage. Thesis in Biology, Master of Sciences. Texas Tech University. Lubbock, Texas. p. 115.
- Auquilla, R. 2005. Uso del suelo y calidad del agua en quebradas de fincas con sistemas silvopastoriles en la Subcuenca del Río Jabonal, Costa Rica.
- Bennett, E. M., Peterson, G. D., & Gordon, L. J. 2009. Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecology Letters*, 12(12), 1394–1404. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2009.01387.x.
- Burnham, K. P., Anderson, D. R., & Huyvaert K. P. 2010. AIC model selection and multimodel inference in behavioral ecology: some background, observations, and comparisons. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 65(1), 23–35. DOI: 10.1007/s00265-010-1029-6.
- Cadenillas, R. 2010. Diversidad, ecología y análisis biogeográfico de los murciélagos del Parque Nacional Cerros de Amotape, Tumbes-Perú. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. p. 107.
- Calderón-Patrón, J. M., Briones-Salas, M. & Moreno, C. E. 2013. Diversidad de murciélagos en cuatro tipos de bosque de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Therya*, 4(1), 121–137. DOI: 10.12933/therya-13-90.
- Campbell, P., Comiskey, J., Alonso, A., Dallmeier, F., Nuñez, P., Beltran, H., Baldeon, S., Nauray, W., De La Colina, R., & Acurio L. 2002. Modified Whittaker plots as an assessment and monitoring tool for vegetation in a lowland tropical rainforest. *Environmental Monitoring and Assessment*, 76(1), 19–41. DOI: 10.1023/A:101526472.
- Caras, T., & Korine C. 2008. Effect of vegetation density on the use of trails by bats in a secondary tropical rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, 25(01), 97–101. DOI: 10.1017/s0266467408005671.
- Cárdenas, G., Harvey, C. A., Ibrahim, M., & Finegan, B. 2003. Diversidad y riqueza de aves en diferentes hábitats en un paisaje fragmentado en Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 10, 39–40.
- Carrière, S. M., André, M., Letourmy, P., Olivier, I., & McKey, D. B. 2002. Seed rain beneath remnant trees in a slash-and-burn agricultural system in southern Cameroon. *Journal of Tropical Ecology*, 18(03), 353–374. DOI: 10.1017/s0266467402002250.
- Chacón, J., Humanez-López, E., & Martínez, J. 2015. Murciélagos asociados a un área de restauración ecológica en el alto Sinú, departamento de Córdoba, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical* 5(2), 120–123. DOI: 10.18636/bioneotropical.v5i2.207.
- Chacón, L., & Harvey, C. A. 2006. Live fences and landscape connectivity in a neotropical agricultural landscape. *Agroforestry System*, 68(1), 15–26. DOI: 10.1007/s10457-005-5831-5.
- Chacón, M., & Harvey, C. A. 2008. Contribuciones de las cercas vivas a la estructura y la conectividad de un paisaje fragmentado en Río Frío, Costa Rica. En: Harvey, C. A., & Sáenz J. C. (Eds.), *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. pp. 225–250. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio.
- Chao, A., & Jost, L. 2012. Diversity measures. In: A. Hastings & L. Gross, (Eds.), *Encyclopedia of Theoretical Ecology*. pp. 203–207. California, E.E.U.U.: University of California Press, Berkeley.
- Crespo, G. 2008. Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales.

- Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 42(4), 329–335.
- Doudna, J. W., & Danielson, B. J. 2015. Rapid Morphological Change in the Masticatory Structures of an Important Ecosystem Service Provider. *PLoS ONE*, 10(6), e0127218. DOI: 10.1371/journal.pone.0127218.
- Estrada, A., & Coates-Estrada, R. 2001. Bat species richness in live fences and in corridors of residual rain forest vegetation at Los Tuxtlas, Mexico. *Ecography*, 24(1), 94–102. DOI: 10.1034/j.1600-0587.2001.240111.x.
- Fahrig, L. 2003. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34(1), 487–515. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419.
- Fleming, T. H. 1986. Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats. In: A. Estrada & T. H. Fleming, (Eds.), *Frugivores and seed dispersal*. pp. 105–118. Dordrecht, Netherlands: Springer Netherlands.
- García-Morales, R., Moreno, C. E., & Bello-Gutiérrez J. 2011. Renovando las medidas para evaluar la diversidad en comunidades ecológicas: el número de especies efectivas de murciélagos en el sureste de Tabasco, México. *Therya*, 2(3), 205–215. DOI: 10.12933/therya-11-47.
- Gardner, A. L. 2008. *Mammals of south america, volume 1: Marsupials, xenarthrans, shrews, and bats*. Vol. 1. Chicago, Illinois: University of Chicago Press: p. 669.
- Gentry, A. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. In: Hecht, M. K., Wallace, B., & Prance, E. T., (Eds.), *Evolutionary Biology*. pp. 1–84. New York, E.E.U.U: Springer US. DOI: 10.1007/978-1-4615-6968-8\_1.
- Gordon, J. E., & Newton, A. C.. 2006. Efficient floristic inventory for the assessment of tropical tree diversity: A comparative test of four alternative approaches. *Forestry Ecology and Management*, 237(1), 564–573. DOI: 10.1016/j.foreco.2006.10.002.
- Harvey, C. A., Komar, O., Chazdon, R., Ferguson, B. G., Finegan, B., Griffith, D. M., Martinez-Ramos, M., Morales, H., Nigh, R., Soto-Pinto, L., Van Breugel, M., & Wishnie, M. Working Group on Biodiversity & Conservation Value of Agricultural Landscapes of Mesoamerica. 2008. Integrating agricultural landscapes with biodiversity conservation in the Mesoamerican hotspot. *Conserv. Biol.*, 22(1), 8–15. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2007.00863.x.
- Harvey, C., Alpizar, F., Chacón, M., & Madrigal, R. 2005. Assessing linkages between agriculture and biodiversity in central america: Historical overview and future perspectives. TNC; San José, Costa Rica: Mesoamerican & Caribbean Region, Conservation Science Program. The Nature Conservancy.
- Harvey, C. A., & Haber, W. A. 1998. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry and Systematics*, 44(1), 37–68. DOI: 10.1023/A:1006122211692.
- Hsieh, T., Ma, K., & Chao, A. 2016. iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1451–1456. DOI: 10.1111/2041-210X.12613.
- Jakob, E. M., Marshall, S. D., & Uetz, G. W. 1996. Estimating fitness: A comparison of body condition indices. *Oikos*, 77, 61–67. DOI: 10.2307/3545585.
- Jiménez-Ortega, A. M., & Mantilla-Meluk, H. 2008. El papel de la tala selectiva en la conservación de bosques neotropicales y la utilidad de los murciélagos como bioindicadores de disturbio. *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó*, 27(1), 100–108.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos*, 113(2), 363–375. DOI: 10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x.
- Klingbeil, B. T., & Willig, M. R. 2009. Guild-specific responses of bats to landscape composition and configuration in fragmented Amazonian rainforest. *Journal of Applied Ecology*, 46(1), 203–213. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2008.01594.x.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological methodology*. New York, USA.: Harper Collins Publishers, Inc. University of British Columbia: p. 654.
- Lee, Y. F., Kuo, Y. M., Chu, W. C., Lin, Y. H., Chang, H. Y., & Chen, W. M. 2012. Ecomorphology, differentiated habitat use, and nocturnal activities of *Rhinolophus* and *Hipposideros* species in East Asian tropical forests. *Zoology (Jena)*, 115(1), 22–29. DOI: 10.1016/j.zool.2011.07.006.
- Lema, A. 2002. *Inventarios forestales: Estadísticas y planificación*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia sede Medellín: p. 221.
- Lobova, T. A., Geiselman, C. K., & Mori, S. A. 2009.

- Seed dispersal by bats in the neotropics. Bronx, New York, E.E.U.U.: New York Botanical Garden: p. 471.
- Loeb, S. C., & O'Keefe, J. M. 2006. Habitat use by forest bats in South Carolina in relation to local, stand, and landscape characteristics. *Journal of Wildlife and Management*, 70, 1210–1218.
- López-Aguirre, C., & Pérez-Torres, J. 2015. Asimetría cráneo-mandibular de *Artibeus lituratus* (Chiroptera, Phyllostomidae) en Colombia. *Universitas Scientiarum*, 20(1), 141–152. DOI: 10.11144/Javeriana.SC20-1.acal.
- Mancina, C. A., & Balseiro, F. 2010. Variación en la forma de la mandíbula en *Monophyllus redmani* (Chiroptera: Phyllostomidae): análisis geométrico de la variación sexual y geográfica. *Mastozoología Neotropical*, 17(1), 87–95.
- Marchán-Rivadeneira, M. R., Larsen, P. A., Phillips, C. J., Strauss, R. E., & Baker, R. J. 2012. On the association between environmental gradients and skull size variation in the great fruit-eating bat, *Artibeus lituratus* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 105(3), 623–634. DOI: 10.1111/j.1095-8312.2011.01804.x.
- Mazerolle, M. J. 2017. AICcmodavg: Model selection and multimodel inference based on (Q)AIC(c). R package version 2.1-1. <https://cran.r-project.org/package=AICcmodavg>. Consultada 10/12 2017.
- McGuire, L. P., Kelly, L. A., Baloun, D. E., Boyle, W. A., Cheng, T. L., Clerc, J., Fuller, N. W., Gerson, A. R., Jonasson, K. A., Rogers, E. J., Sommers, A. S., & Guglielmo, C. G. 2018. Common condition indices are no more effective than body mass for estimating fat stores in insectivorous bats. *Journal of Mammalogy*, 99(5), 1065–1071. DOI:10.1093/jmammal/gyy103
- Medeiros, S., de Carvalho-Neto, F., Garcia, A., Montes, M., & Duarte-Neto, P. 2018. Morphometric variability in *Artibeus planirostris* (Chiroptera: Phyllostomidae) in environments with different states of conservation in the Atlantic Forest, Brazil. *Mammalian Biology*, 90, 66–73. DOI: 10.1016/j.mambio.2018.03.002.
- Medellín, R. A., Equihua, M., & Amin, M. A. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation Biology*, 14(6), 1666–1675. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2000.99068.x.
- Mena, J. L. 2010. Respuestas de los murciélagos a la fragmentación del bosque en Pozuzo, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 17(3), 277–284. DOI: 10.15381/rpb.v17i3.2.
- Mendoza-C, H. 1999. Estructura y riqueza florística del Bosque Seco Tropical en la región Caribe y el valle del río Magdalena, Colombia. *Caldasia*, 21(1), 70–94. DOI: 10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2015.1.a04.
- Meyer, C. F. J., Struebig, M. J., & Willig, M. R. 2016. Responses of Tropical Bats to Habitat Fragmentation, Logging, and Deforestation. In: Voigt, C. C. & Kingston, T. (Eds.), *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. pp. 63–103. Cham, Germany: Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-319-25220-9\_4.
- Milera, M. 2013. Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(3), 7–24.
- Moreno, C. E., Arita, H. T., & Solis, L. 2006. Morphological assembly mechanisms in Neotropical bat assemblages and ensembles within a landscape. *Oecologia*, 149(1), 133–140. DOI: 10.1007/s00442-006-0417-0.
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., & Pavón, N. P. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1249–1261. DOI: 10.7550/rmb.28802.
- Murgueitio, E., & Calle, Z. 1999. Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. In: Sánchez, M. & Rosales, M., (Eds.), *Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica*. pp. 53–88. Roma, Italia: Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO.
- Norberg, U. M., & Rayner, J. M. V. 1987. Ecological Morphology and Flight in Bats (Mammalia; Chiroptera): Wing Adaptations, Flight Performance, Foraging Strategy and Echolocation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 316(1179), 335–427. DOI: 10.1098/rstb.1987.0030.
- Olaya, M. H. 2009. Análisis de la estratificación vertical del ensamblaje de murciélagos de un fragmento de bosque seco tropical (Córdoba, Colombia), a partir de la heterogeneidad del hábitat y la ecomorfología alar. Trabajo



- de Grado, Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. p. 73.
- Oliveira, H. F., de Camargo, N. F., Gager, Y., & Aguiar, L. M. 2017. The Response of bats (Mammalia: Chiroptera) to habitat modification in a Neotropical savannah. *Tropical Conservation Science*, 10, 1–14. DOI: 10.1177/1940082917697263.
- Oprea, M., Brito, D., Vieira, T. B., Mendes, P., Lopes, S. R., Fonseca, R. M., Coutinho, R. Z., & Ditchfield, A. D. 2007. A note on the diet and foraging behavior of *Artibeus lituratus* (Chiroptera, Phyllostomidae) in an urban park in southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 7(2), 207–300. DOI: 10.1590/S1676-06032007000200033.
- Orrego, S. A., del Valle, J. I., & Moreno, F. H. 2003. Medición de la captura de carbono en ecosistemas forestales tropicales de Colombia: Contribuciones para la mitigación del cambio climático. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Centro Andino para la economía del medio ambiente: p. 314.
- Palkovacs, E. P., Kinnison, M. T., Correa, C., Dalton, C. M., & Hendry, A. P. 2012. Fates beyond traits: ecological consequences of human-induced trait change. *Evolutionary Applications*, 5(2), 183–191. DOI: 10.1111/j.1752-4571.2011.00212.x.
- Perez-Torres, J., & Ahumada, J. A. 2004. Murciélagos en bosques alto-andinos, fragmentados y continuos, en el sector occidental de la Sabana de Bogotá. *Universitas Scientiarum*, 9, 33-46.
- Pizano, C., Cabrera, M., & García, H. 2014. El Bosque Seco Tropical en Colombia; Generalidades y Contexto. In: Pizano, C., & García, H. (Eds.), *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. pp. 37-47. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Posada, D. 2008. jModelTest: phylogenetic model averaging. *Mol. Biol. Evol.*, 25(7), 1253–1256. DOI: 10.1093/molbev/msn083.
- Rahman, M., & Abdullah, M. 2010. Morphological Variation in the Dusky Fruit Bat, *Pteropus lucasi*, in Sarawak, Malaysia. *Tropical Natural History*, 10(2), 141–158.
- Ricklefs, R. E., & Miles, D. B. 1994. Ecological and evolutionary inferences from morphology: an ecological perspective. In: Wainwright, P. C., & Reilly, S. M., (Eds.), *Ecological morphology: integrative organismal biology*. pp. 13–41. Chicago: University of Chicago Press.
- Ríos-Blanco, M. C., & Pérez-Torres, J. 2015. Dieta de las especies dominantes del ensamblaje de murciélagos frugívoros en un bosque seco tropical (Colombia). *Mastozoología Neotropical*, 22(1), 103–111.
- Román-Palacios, C., & Román-Valencia, C. 2015. Hábitos tróficos de dos especies sintópicas de carácidos en una quebrada de alta montaña en los Andes colombianos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 782-788.
- Sáenz, J. C., Villatoro, F., Ibrahim, M., Fajardo, D., & Pérez, M. 2007. Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agropaisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia. *Agroforestería en las Américas*, 1(45), 37–48.
- Saldaña-Vázquez, R. A., Sosa, V. J., Hernández-Montero, J. R., & López-Barrera, F. 2010. Abundance responses of frugivorous bats (Stenodermatinae) to coffee cultivation and selective logging practices in mountainous central Veracruz, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 19(7), 2111–2124. DOI: 10.1007/s10531-010-9829-6.
- Santos, T., & Telleira, J. L. 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*, 15(2), 1–7.
- Saunders, D. A., Hobbs, R. J., & Margules, C. R. 1991. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. *Conservation Biology*, 5(1), 18–32.
- SPSS, I. 2009. PASW statistics for windows, version 18.0. Chicago: SPSS Inc.
- Stevens, R., Johnson, M. E., & McCulloch, E. 2016. Geographic variation of wing morphology of great fruit-eating bats (*Artibeus lituratus*): environmental, genetic and spatial correlates of phenotypic differences. *Biological Journal of the Linnean Society*, 118(4), 734-744. DOI: 10.1111/bij.12787.
- Straube, F., & Bianconi, G. V. 2018. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. *Chiroptera Neotropical*, 8(1-2), 150-152
- Suarez, A., & Montenegro, O. 2015. Consumo de plantas pioneras por murciélagos frugívoros en una localidad de la Orinoquía Colombiana. *Mastozoología Neotropical*, 22(1), 125–139.
- Timm, R. M., LaVal, R. K., & Rodríguez-H, B. 1999.

- Clave de campo para los murciélagos de Costa Rica. Brenesia, 52, 1–32.
- Vallejo, J., Álvarez, M. I., Devia, E., Galeano, W., Londoño, G., & López, A. C. 2005. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt . Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Vasconcelos, P. F., Falcão, L. A. D., Cabadilha, K. S., & Santo, M. M. E. 2013. Efeito da sazonalidade na condição corporal de *Artibeus panirostris* Spix, 1858 e *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758). Anais do Encontro Brasileiro para o Estudo de Quirópteros. Ed. Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros. pp 215-217.
- Villanueva, D. 2006. Estudio de los mamíferos de la Serranía de los Yariguíes y su conservación. In: Huertas, B. C., & Donegan, T. M. (Eds.), Proyecto YARÉ: Investigación y Evaluación de las Especies Amenazadas de la Serranía de los Yariguíes, Santander, Colombia. pp. 56–66. In: BP Conservation Programme, Santander, Colombia.
- Villareal, H., Álvarez, M. , Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, M. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Segunda edición ed. GEMA, Bogotá, Colombia: p. 236.
- Willig, M. R., Presley, S. J. , Bloch, C. P., Hice, C. L., Yanoviak, S. P., Díaz, M. M., Chauca, L. A., Pacheco, V., & Weaver, S. C. 2007. Phyllostomid bats of lowland Amazonia: effects of habitat alteration on abundance. *Biotropica*, 39(6), 737–746. DOI: 10.1111/j.1744-7429.2007.00322.x.

*Presentado en: 13 de octubre de 2018*

*Aceptado en: 13 de febrero de 2019*

*Publicado online: 14 de marzo de 2019*

*Editor de Área: Alexandra Bezerra*

**Apéndice 1.** Abundancia (número de individuos) de plantas con frutos potencialmente disponibles para los murciélagos frugívoros en fragmentos de bs-T asociados a sistemas de ganadería extensiva bajo manejo silvopastoril y convencional en el departamento de Córdoba, Colombia. CHIM (Chimborazo), GUAC (Guacamayas), LPAL (Las Palmeras) y SLOR (San Lorenzo).

**Appendix 1.** Abundance (number of individuals) of plants with fruits potentially fruit for bats in bs-T fragments associated with extensive livestock systems under silvopastoral and conventional management in the department of Córdoba, Colombia. CHIM (Chimborazo), GUAC (Guacamaya), LPAL (Las Palmeras) and SLOR (San Lorenzo).

Familia	Especie	CHIM	GUAC	LPAL	SLOR
Acanthaceae	<i>Aphelandra</i> sp1			1	
	<i>Trichanthera</i> sp			1	2
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>				3
	<i>Astronium graveolens</i>	1			
	<i>Spondias mombin</i>		2		16
Anonnaceae	<i>Duguetia</i> sp				1
	Anonnaceae 1	1			
Apocynaceae	<i>Rauwolfia littoralis</i>			7	1
	<i>Rauwolfia tetraphylla</i>			9	
	<i>Tabernaemontana cymosa</i>			12	19
	<i>Tabernaemontana grandiflora</i>	7	3	12	
	<i>Thevetia ahouai</i>			4	
	<i>Matelea</i> sp				1
Arecaceae	<i>Astrocaryum standleyanum</i>	5			
	<i>Bactris guineensis</i>			1	
	<i>Bactris major</i>		5	4	1
	<i>Desmoncus orthacanthos</i>		1		1
	<i>Sabal mauritiiformis</i>		13		1
Bignoniaceae	<i>Pithecoctenium crucigerum</i>		1		3
	<i>Tabebuia</i> sp				1
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>		3	4	
Bombacaceae	<i>Pseudobombax septenatum</i>		10		2
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	9			
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>		1		
	<i>Capparis baducca</i>		14	1	1
	<i>Capparis</i> cf. <i>flexuosa</i>	1			
Caricaceae	<i>Capparis</i> sp	1			
	<i>Carica papaya</i>			3	
Cyclanthaceae	<i>Vasconcellea cauliflora</i>	1		4	1
	<i>Carludovica palmata</i>				1
Dilleniaceae	<i>Doliocarpus dentatus</i>	1			
Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i>			3	1

**Apéndice 1.** Continua en la siguiente página...  
**Appendix 1.** Continued on next page...

## Apéndice 1. ...Continuado

## Appendix 1. ...Continued

Familia	Especie	CHIM	GUAC	LPAL	SLOR
Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i>		1	1	1
	<i>Cassia grandis</i>		2	8	
	<i>Peltogyne</i>	1			
	<i>Copaifera canime</i>	1			
	<i>Coursetia ferruginea</i>		2		1
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>			7	
	<i>Phaseolus</i> sp				1
	<i>Samanea saman</i>			1	
	<i>Senna</i> sp	1		1	
	<i>Senna</i> sp1				2
	<i>Senna</i> sp2				1
	<i>Swartzia</i> sp				1
	Fabaceae 1	1		1	
Flacourtiaceae	<i>Casearia arguta</i>			3	3
	<i>Casearia</i> sp				1
Heliconiaceae	<i>Heliconia latispatha</i>				8
	<i>Heliconia metallica</i>				1
	<i>Heliconia rostrata</i>				2
Lamiaceae	<i>Aegiphila martinicensis</i>				2
Lecythidaceae	<i>Gustavia</i> sp	2			
	<i>Lecythis minor</i>			1	1
Loganiaceae	<i>Strychnos darienensis</i>			1	
Lythraceae	<i>Lafoensia puniceifolia</i>	2			
Malpighiaceae	Malpighiaceae 1		1		
	<i>Malpighia glabra</i>			14	
Malvaceae	<i>Cavanillesia platanifolia</i>	3			
	<i>Guazuma ulmifolia</i>			4	6
	<i>Ochroma pyramidale</i>				3
	<i>Sterculia apetala</i>		4	4	2
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>				2
	<i>Trichilia hirta</i>		3	4	
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>			1	
	Moraceae 1				2
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>				2
Myrtaceae	Myrtaceae 1	1	1		
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>		4	5	1
	<i>Piper emarginatum</i>		5	28	1
	<i>Piper hispidum</i>				1

Apéndice 1. Continua en la siguiente página...

Appendix 1. Continued on next page...



**Apéndice 1.** ...Continuado  
**Appendix 1.** ...Continued

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>CHIM</b>	<b>GUAC</b>	<b>LPAL</b>	<b>SLOR</b>
	<i>Alseis blackiana</i>	11			
	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	3	1		2
	<i>Faramea</i> sp	6			
	<i>Hamelia patens</i>			1	
	<i>Isertia</i> cf. <i>haenkeana</i>			3	
Rubiaceae	<i>Margaritopsis microdon</i>		1		
	<i>Posoqueria latifolia</i>				2
	<i>Psychotria</i> sp1	1			
	<i>Randia armata</i>	3		5	
	<i>Rosenbergiodendron formosum</i>	3	9		
	Rubiaceae 1	3			1
	Rubiaceae 2	1			
Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i> sp	1	5	1	
	<i>Allophylus mollis</i>	1	2		
Sapindaceae	<i>Paullinia alata</i>		2	1	
	<i>Serjania</i> sp		6		1
	<i>Capsicum</i> sp			1	1
	<i>Solanum</i> cf. <i>erianthum</i>			3	1
	<i>Solanum</i> sp1			2	
	<i>Solanum</i> sp2			9	
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp3			1	1
	<i>Solanum</i> sp4			1	
	<i>Solanum</i> sp5			1	
	Solanaceae 1			5	1
	Solanaceae 2			2	
Tiliaceae	Tiliaceae 2	5			
	<i>Cecropia peltata</i>				5
Urticaceae	<i>Cecropia</i> sp		3		5
	<i>Urtica urens</i>				2
Verbenaceae	<i>Vitex cymosa</i>	1			
Violaceae	<i>Hybanthus prunifolius</i>	5			
	<i>Rinorea hirsuta</i>	6			
Zingiberaceae	<i>Renealmia aromatica</i>	1			
Desconocida	Desconocida 1	1			
<b>TOTAL</b>		<b>91</b>	<b>105</b>	<b>186</b>	<b>123</b>