

Artículo

Interacción entre murciélagos frugívoros y plantas en el Bosque seco Tropical del Valle del Cauca, Colombia

Interactions between frugivorous bats and plants in the tropical dry forest of Valle del Cauca, Colombia

Tatiana Velásquez Roa¹  , Cristian Camilo Calvache-Sánchez¹ ,
Andrea Bernal Rivera¹ , Sara Sofia Medina Benavides² , Pamela Carvajal³ 

Universidad del Valle. Cali, Colombia. ¹
Universidad Estatal de Montes Claros. Montes Claros, Brasil. ²
Instituto para la Investigación y la Preservación del Patrimonio Cultural y Natural del Valle del Cauca - INCIVA. Cali, Colombia. ³

Recibido: 10 de mayo de 2022
Aceptado: 28 de octubre de 2022
Publicado en línea: 1 de enero de 2023

Citación del artículo: Interacción entre murciélagos frugívoros y plantas en el Bosque seco Tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 24(1), e1078.

<https://doi.org/10.21068/2539200X.1078>

Resumen

El Bosque seco Tropical (BsT) es uno de los ecosistemas más amenazados del planeta dada la pérdida de cobertura vegetal causada por actividades antropogénicas. Entender cómo se dan las interacciones planta-animal en este tipo de ecosistemas es particularmente importante porque promueven su mantenimiento y funcionamiento. Nuestro objetivo fue identificar las interacciones entre murciélagos frugívoros y plantas a través de redes de interacción mutualistas en diez remanentes de BsT del Valle del Cauca. Para esto se caracterizó el ensamblaje de murciélagos y las semillas encontradas en sus heces y se evaluaron las propiedades estructurales de redes (anidamiento, modularidad y robustez). Se encontraron 36 especies de murciélagos y 1142 individuos; adicionalmente, se identificaron 19 669 semillas y 85 interacciones entre 18 especies de murciélagos y 19 especies de plantas. La red de interacción resultante presentó una estructura anidada, modular y robusta a la pérdida de especies especialistas pero susceptible a la pérdida de especies generalistas. Estos resultados dejan en evidencia la importancia de los murciélagos para el análisis de las interacciones planta-animal y a su vez los propone como un grupo clave para ser incluidos en planes de conservación y restauración de ecosistemas altamente perturbados como el BsT del Valle del Cauca.

Palabras clave. Dispersión de semillas. Ecología. Mutualismo. Redes de interacción.



Abstract

The Tropical Dry Forest is one of the most threatened ecosystems due to the loss of vegetation cover caused by anthropogenic activities. Understanding how plant-animal interactions occur in this type of ecosystem is particularly important because these interactions promote the maintenance and functioning of the ecosystems. Therefore, the objective of this study was to identify interactions between fruit bats and plants through mutualistic interaction networks in ten tropical dry forest fragments in Valle del Cauca, Colombia. For this purpose, we characterized the bat community, as well as the seeds found in their feces; with the data obtained, the structural properties of the network (nestedness, modularity and robustness) were evaluated. Our results show 36 species and 1142 individuals of bats, where we identified 19 669 seeds grouped in 85 interactions between 18 bat species and 19 plant species. Moreover, the resulting interaction network presented a nestedness, modular structure, robust to the loss of specialist species but susceptible to the loss of generalist species. These results demonstrate the importance of bats for the analysis of plant-animal interactions and highlight them as a key group to be considered in conservation and restoration plans in highly disturbed ecosystems such as the Tropical Dry Forest of Valle del Cauca.

Key words. Ecology. Interaction network. Mutualism. Seed dispersal.

Introducción

En Colombia, el Bosque seco Tropical - BsT ha sido expuesto a presiones antrópicas de diferente índole, tales como la ganadería, la expansión agrícola y la minería legal e ilegal, por lo que actualmente se conserva menos del 8% de las coberturas de este ecosistema en el país (Cotler & Ortega-Larrocea, 2006; Ruiz *et al.*, 2013). Por su parte, en el Valle del Cauca el ecosistema de BsT cuenta con aproximadamente el 9.46 % de su cobertura original (Alvarado-Solano & Otero-Ospina, 2015), presentando parches de bosque dispersos, con tamaños reducidos y poca cobertura vegetal. Una de las mayores presiones a la que están expuestos estos bosques son las áreas de cultivo extensivas, las cuales dominan el paisaje vallecaucano (Arcila-Cardona *et al.*, 2012; Alvarado-Solano & Otero-Ospina, 2015). Por estas razones, el BsT se considera como uno de los ecosistemas con mayor grado de amenaza en el planeta, así como uno de los menos estudiados (Pizano & García, 2014). Sin embargo, se ha registrado que dentro de los bosques tropicales se puede encontrar una gran diversidad (Arcila-Cardona *et al.*, 2012; Vargas, 2012), que proporciona beneficios a las comunidades humanas, o lo que se ha establecido como servicios ecosistémicos.

Dentro de la variedad de servicios ecosistémicos asociados a los bosques tropicales se resalta la dispersión de semillas realizada por animales, proceso conocido como zoocoria, el cual es un servicio ecosistémico asociado a las interacciones entre las plantas y animales, donde diferentes grupos de vertebrados, como los mamíferos, intervienen en el movimiento de las semillas permitiendo que las plantas se dispersen y germinen a cierta distancia de los progenitores (Ortiz-Pulido *et al.*, 2000). De esta manera, los bordes de los bosques pueden ampliarse, y así se da el establecimiento de algunos corredores biológicos entre remanentes y un mayor reclutamiento de plántulas al interior del bosque. Dentro de los mamíferos, los murciélagos (Chiroptera) son un grupo clave, ya que es un orden muy diverso, con 217 especies descritas para Colombia (Ramírez-Chaves *et al.*, 2021), contiene especies con hábitos alimenticios contrastantes y pueden ser considerados como indicadores de la perturbación de los ecosistemas (Jones *et al.*, 2005). Particularmente, los murciélagos frugívoros de la familia Phyllostomidae, son considerados importantes

para la dispersión de semillas de plantas de los primeros estadios de sucesión, lo que implica la regeneración natural de los bosques (Muscarella & Fleming, 2007). La dispersión de semillas por parte de este grupo es considerada de alto valor económico para los bosques tropicales, además, es un proceso importante para la estabilidad del BsT, lo que incrementa la importancia de la conservación de los murciélagos en ecosistemas altamente transformados (Aroca *et al.*, 2016).

Adicionalmente, las dinámicas entre animales y plantas son importantes para entender los procesos ecológicos que generan y mantienen la biodiversidad, la estructura y composición, así como, las especies claves para los ecosistemas. El análisis de estas relaciones es posible por medio de interacciones mutualistas, ya que permiten determinar las dinámicas demográficas y la coevolución de las especies en las comunidades (Bascompte *et al.*, 2007). De tal forma, dichas relaciones analizadas a través del tiempo evidencian la acumulación de las interacciones entre los diferentes actores, en distintos niveles y grados de asociación en el tiempo y el espacio (Jordano *et al.*, 2009) y resultan en propiedades distintivas que diferencian las redes mutualistas de otras redes ecológicas (Vázquez *et al.*, 2009). Las denominadas redes de interacción se describen mediante nodos y enlaces, los cuales hacen referencia a los actores relacionados, así como a la fuerza del vínculo entre ellos. La topología de las redes es un reflejo de las dinámicas que ocurren dentro de los ecosistemas, así como de los roles que cumplen las especies en estos ambientes (Bascompte & Jordano, 2007; 2008). Por lo tanto, con el fin de identificar las relaciones entre murciélagos y plantas en el BsT, así como especies clave y las dinámicas que ayudan al mantenimiento del ecosistema, el objetivo del presente estudio fue identificar las interacciones entre murciélagos frugívoros y plantas a través de redes de interacción mutualistas en diez remanentes de BsT en el Valle del Cauca.

Materiales y métodos

Fase de campo

El muestreo se llevó a cabo entre diciembre del 2019 y septiembre del 2021 en diez remanentes de BsT ubicados en la región centro-norte del departamento del Valle del Cauca, Colombia (Anexo 1). La fase de campo contó con un total de ocho noches efectivas de muestreo. Los remanentes se visitaron en temporadas climáticas diferentes cuando fue posible y en cada visita se contó con cuatro noches de muestreo efectivo. Los remanentes de BsT muestreados representan fragmentos de bosque ubicados en áreas protegidas, entre matrices de cultivos, o en predios privados (Figura 1). A todos los remanentes de BsT se les asignó una letra con el fin de codificar los individuos capturados en cada sitio, siendo (A) Parque Natural Regional Mateguadua, (B) Reserva Forestal Protectora Nacional Quebrada La Valenzuela, (C) Hacienda El Volcán, (D) Hacienda La Venta, (E) Predio La Gitana, (F) Reserva Natural Chimbilaco, (G) Parque Natural Regional El Vínculo, (H) Bosque comunitario de Higueroncito, (I) Hacienda El Medio y (J) Hacienda Verdún. Los remanentes abarcan los municipios de Andalucía, Bugalagrande, Guadalajara de Buga, Riofrío, Roldanillo, San Pedro, Tuluá, Yotoco y Zarzal (Figura 1). La altitud de los sitios visitados varió en un rango desde los 940 hasta los 1160 metros sobre el nivel del mar (msnm). El BsT del Valle del Cauca se caracteriza por presentar un régimen climático bimodal, con épocas lluviosas entre abril - mayo y octubre - noviembre, que representa el 70 % de la precipitación anual, y dos temporadas secas entre enero - febrero y julio - agosto (Armbrecht & Ulloa-Chacón, 1999).

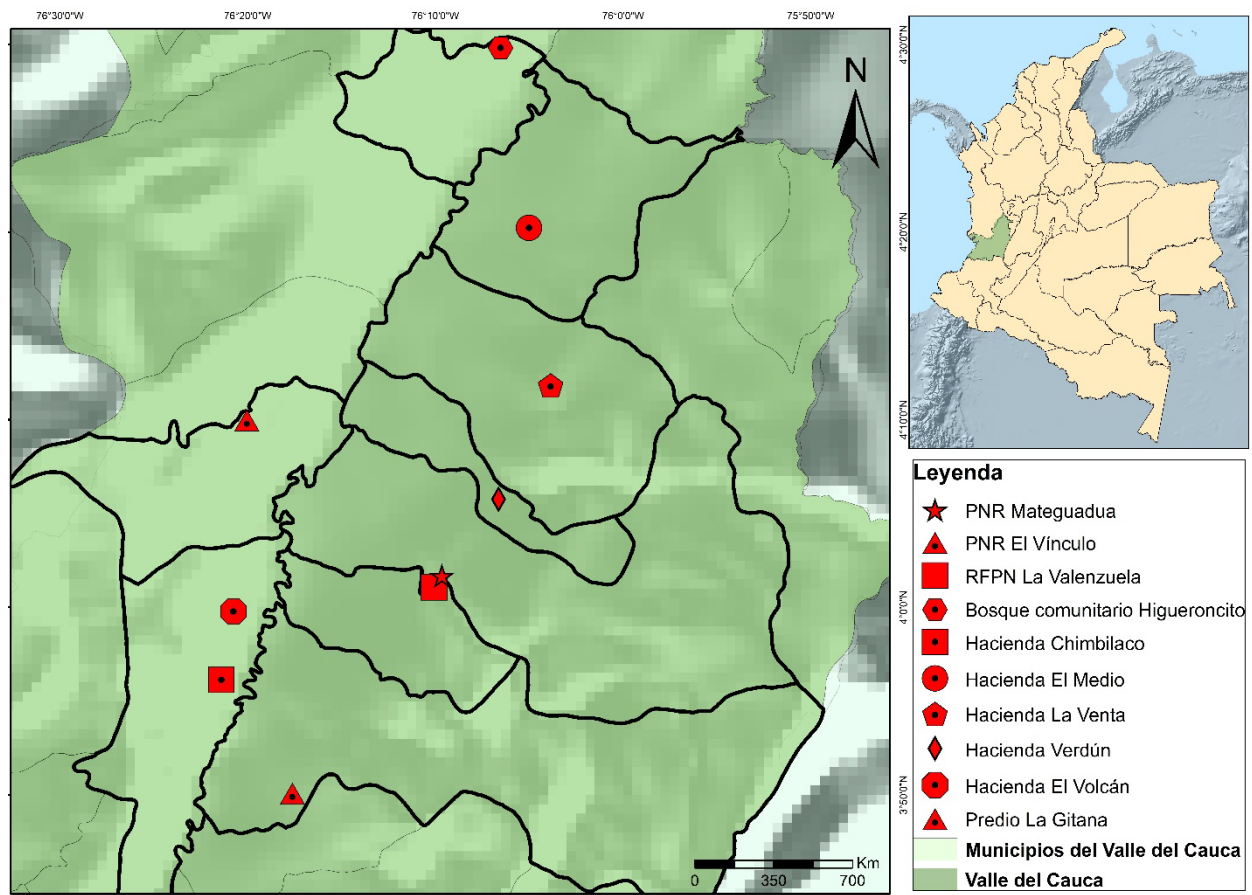


Figura 1. Mapa de los remanentes de bosque seco tropical visitados durante el estudio en el centro y norte del departamento del Valle del Cauca, Colombia.

Figure 1. Map of the tropical dry forest fragments visited in the north and centre region of Valle del Cauca, Colombia.

Los muestreos se llevaron a cabo utilizando diez redes de niebla (111 metros lineales), las cuales estuvieron activas desde las 18:00 hasta las 24:00 horas, con revisiones cada 30 minutos. El esfuerzo de muestreo se determinó multiplicando el número de redes utilizadas en cada remanente por el número de horas netas que las redes estuvieron abiertas por cada noche efectiva (Fenton *et al.*, 1992); para el presente estudio el esfuerzo total fue de 4800 horas.red⁻¹ (8 noches x 10 redes x 6 horas x 10 remanentes). Todas las redes se ubicaron de manera *ad libitum* a nivel de sotobosque, considerando que los murciélagos frugívoros tienden a forrajear a esta altura (Bernard, 2001; Kalko *et al.*, 2008), además, se tuvo en cuenta la presencia de plantas que se encontraban en fructificación, claros y bordes de bosque y refugios potenciales. Cada individuo capturado fue depositado en bolsas de tela a la espera de la excreción de las heces por un periodo máximo de 4 horas y finalmente liberado la misma noche de captura. Posteriormente, las heces fueron recolectadas en bolsas de papel y rotuladas con el código del individuo para análisis posteriores. Cuando fue posible, los individuos capturados se identificaron en campo utilizando la Clave de identificación de los murciélagos de Sudamérica (Díaz *et al.*, 2016) considerando medidas morfométricas y caracteres morfológicos externos; posteriormente, los individuos fueron marcados y liberados. Cuando fue necesaria la revisión de caracteres craneales se efectuó la colecta del individuo; para ello, los individuos fueron inyectados con una solución de lidocaína al 2% directamente en el corazón utilizando una jeringa de insulina de 1 mL, este procedimiento se realizó rápidamente para evitar mayor estrés o dolor a los individuos (Sikes & Gannon, 2011). Los especímenes colectados fueron depositados en el Museo de

Ciencias Naturales Federico Carlos Lehmann Valencia (IMCN:MAM110-IMCN:MAM200) y en la Colección de Mamíferos de la Universidad del Valle (UV:ColeccMamifUV:15960-15987). Todas las muestras y colectas realizadas se efectuaron bajo el permiso de colecta otorgado por parte de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) en la Resolución No. 1122 de 2018.

Adicionalmente, en cada uno de los remanentes se tomaron muestras de frutos provenientes de plantas que podrían ser fuente de alimento para los murciélagos frugívoros, con el fin de establecer una colección de referencia de semillas útil para la identificación de las muestras de las heces. Para esto, se realizaron recorridos diurnos en los bordes e interior de bosques buscando plantas en estado de fructificación. Las plantas y los frutos colectadas fueron depositadas en el Herbario TULV del INCIVA y en el Herbario de la Universidad del Valle (CUVC) (Carvajal-Nieto *et al.*, 2021). Posteriormente, los frutos fueron disectados para extraer las semillas y estas fueron depositadas en tubos Eppendorf con alcohol al 70%.

Fase de laboratorio

Se realizó la limpieza de las muestras de heces con agua y alcohol para separar las semillas del resto de materia orgánica, utilizando pinzas y punzones. Posteriormente las semillas se revisaron a través de un estereoscopio Leica EZ4 para realizar su identificación taxonómica. Para la identificación se empleó la guía de semillas de Lobova *et al.* (2009), Ríos *et al.* (2004) y las semillas de referencia obtenidas durante la fase de campo (Carvajal-Nieto *et al.*, 2021).

Análisis de datos

Con el fin de determinar cómo es la estructura de la red de interacción resultante entre murciélagos frugívoros con las plantas que consumen, se evaluaron propiedades topológicas de la red, que permiten entender cómo se dan las interacciones planta-animal: 1) para cuantificar el anidamiento de las redes de cada sitio se usó el índice WNODF (Almeida-Neto & Ulrich, 2011), el cual varía entre 0, cuando no existe anidamiento, y 100, cuando el anidamiento es perfecto y 2) para cuantificar la modularidad se utilizó el algoritmo DIRT-LPA-wb+ (Beckett, 2016), que maximiza la modularidad en redes bipartitas y que es una modificación del algoritmo LPAwb+ (Beckett, 2016). DIRTLPAbw+ calcula varias veces LPAwb+ (sensible a la inicialización de módulos) con diferentes inicializaciones aleatorias de módulos del nodo, elegidas entre μ posibles etiquetas únicas; y devuelve la solución que encuentra el mayor puntaje de modularidad. La significancia de los índices WNODF y DIRT-LPA-wb+ se estimó con un modelo nulo en el cual se generan 1000 matrices aleatorias a partir de la matriz original con el algoritmo de Patfield (1981), implementado en la función *r2dtable* del paquete *stats* del lenguaje de programación R (R Core Team, 2022). Posteriormente, se comparó el valor observado con el intervalo de confianza del 95% para los valores de WNODF y DIRT-LPA-wb+ del modelo nulo, de tal forma que si el valor observado es mayor a los valores del intervalo de confianza se considera una red anidada o modular, si el valor observado es menor a los valores del intervalo de confianza se considera una red menos anidada o modular de lo esperado al azar, y si el valor observado está dentro del intervalo de confianza se considera que la red no es anidada o modular.

Adicionalmente, para evaluar la robustez, que es un procedimiento basado en la extracción al azar de especies (aleatorio, especialistas y generalistas), para la cual el área debajo de cada curva se calculó como una medida de la robustez de toda la red (R); donde R = 1 representa un sistema en el que la mayoría de las plantas o animales permanecen después de las extracciones, mostrando una mayor robustez y R = 0

representa un sistema que se derrumba después de haber eliminado las primeras especies, mostrando una menor robustez (Burgos *et al.*, 2007). Para esto, los datos de las semillas encontradas en las heces se organizaron en matrices por sitio y a nivel general, donde las especies de murciélagos estuvieron en las filas y las especies de plantas en las columnas. De esta forma, se observa la variación de la estructura de la red en el tiempo y se analiza el sistema teniendo en cuenta la fuerza de interacción. Todos los análisis se hicieron a través del paquete *Bipartite* (Dormann *et al.*, 2019) del software *R* (R Core Team, 2022).

Resultados

En total se capturaron 1142 individuos de murciélagos, agrupados en 36 especies, de las cuales 28 pertenecieron a la familia Phyllostomidae. En el presente estudio se tuvieron en cuenta únicamente las especies de filostómidos con registros de semillas en sus heces, teniendo así 991 individuos agrupados en 18 especies (Anexo 2). Se registraron 85 interacciones entre 18 especies de murciélagos y 19 especies de plantas, contabilizando al menos 19669 semillas, donde la mayoría pertenecieron a la especie de planta *Piper aduncum* (11636 semillas). Por parte de los murciélagos, la especie que aportó mayor número de semillas fue *Carollia perspicillata* ($n=10228$). En la Figura 2 se muestran algunas de las especies de murciélagos y plantas que presentaron interacciones.



Figura 2. Ejemplos de especies de murciélagos y plantas con interacciones. A. *Carollia perspicillata*, B. *Sturnira ludovici*, C. *Artibeus lituratus*, D. *Dermanura phaeotis*, E. *Piper aduncum*, F. *Piper umbellatum*, G. *Ficus insipida*, H. *Psidium guajava*. Escala 1mm en todos los casos.

Figure 2. Bats and plants species with interactions. A. *Carollia perspicillata*, B. *Sturnira ludovici*, C. *Artibeus lituratus*, D. *Dermanura phaeotis*, E. *Piper aduncum*, F. *Piper umbellatum*, G. *Ficus insipida*, H. *Psidium guajava*. Scale 1 mm in all cases.

Las especies de murciélagos que mayor número de interacciones presentaron con especies de plantas fueron *C. perspicillata* con 14, *A. lituratus* con 13, *D. phaeotis* con 11, *C. brevicauda* con 10 y *C. castanea* con nueve, las demás especies de murciélagos presentaron seis interacciones o menos. En cuanto a las plantas, las que más interacciones presentaron fueron *P. aduncum*, *Muntingia calabura*, *P. umbellatum*, *P. arboreum* y *Solanum rugosum*. Es importante mencionar que algunas especies de murciélagos que no son frugívoros estrictos se encontraron dentro de las especies de las cuales se logró coleccionar muestras de semillas, tales como *Glossophaga soricina*, *G. commissarisi* y *Phyllostomus hastatus*, donde *G. soricina* presentó interacción con seis especies de plantas aportando un total de 513 semillas, seguida por *G. commissarisi* que interactuó con *M. calabura* (140 semillas) y *P. hastatus* presentó relación con *F. maxima* (1 semilla) (Figura 3).

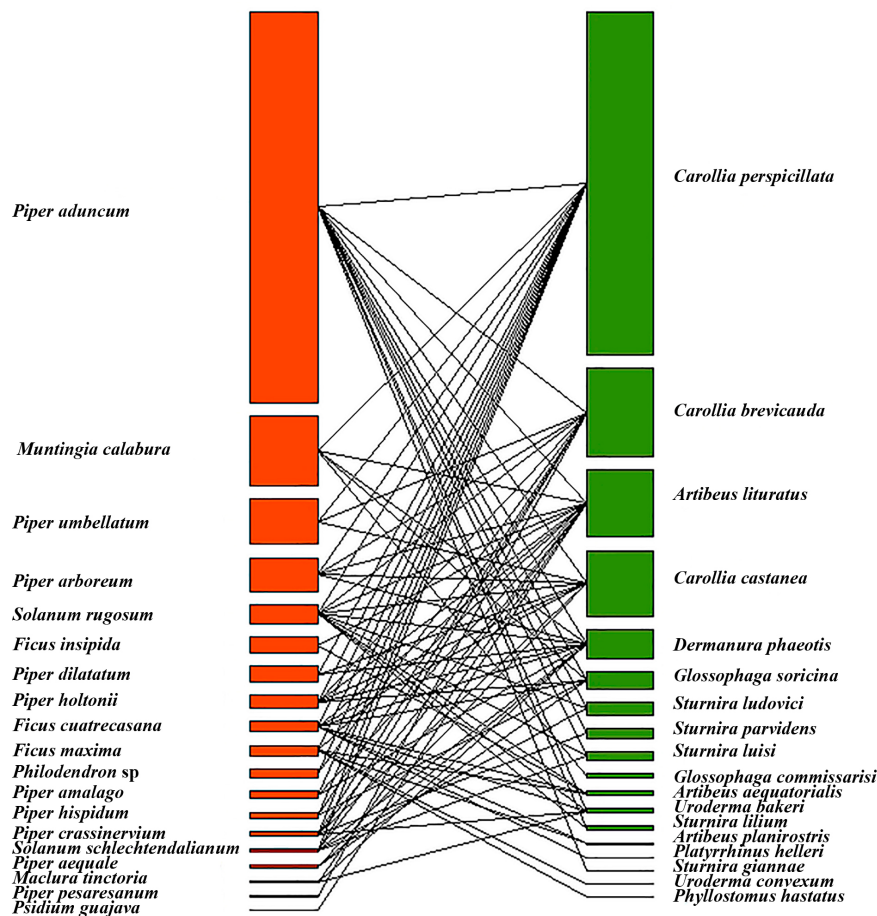


Figura 3. Red de interacción resultante entre murciélagos frugívoros y plantas en el BsT del Valle del Cauca.

Figure 3. Interaction network between frugivorous bats and plants in the Tropical Dry Forest, Valle del Cauca, Colombia.

Por otro lado, al evaluar las propiedades estructurales de la red de interacción se encontró que la red general presentó una estructura menos anidada de lo esperado al azar, con un valor del índice WNODF de 30.29, el cual fue menor al intervalo de confianza, IC: 73.20 – 82-16 (Tabla 1). Asimismo, se determinó que la red general es modular ya que el índice DIRT_LPAwb+ presentó un valor de 0.31 el cual es mayor al intervalo de confianza, IC: 0.01 – 0.02 (Tabla 1). En la Figura 4 se evidencia la conformación de tres módulos principales de especies tanto de plantas como de murciélagos, en el primer módulo se observa la afinidad entre las especies del género *Piper* con especies del género *Carollia* y *Sturnira*; en el segundo módulo se agrupan las especies *P. umbellatum* y *P. dilatatum* con *C. castanea*, mientras que en el tercer módulo se agrupan las especies que presentan una mayor diversidad de interacciones.

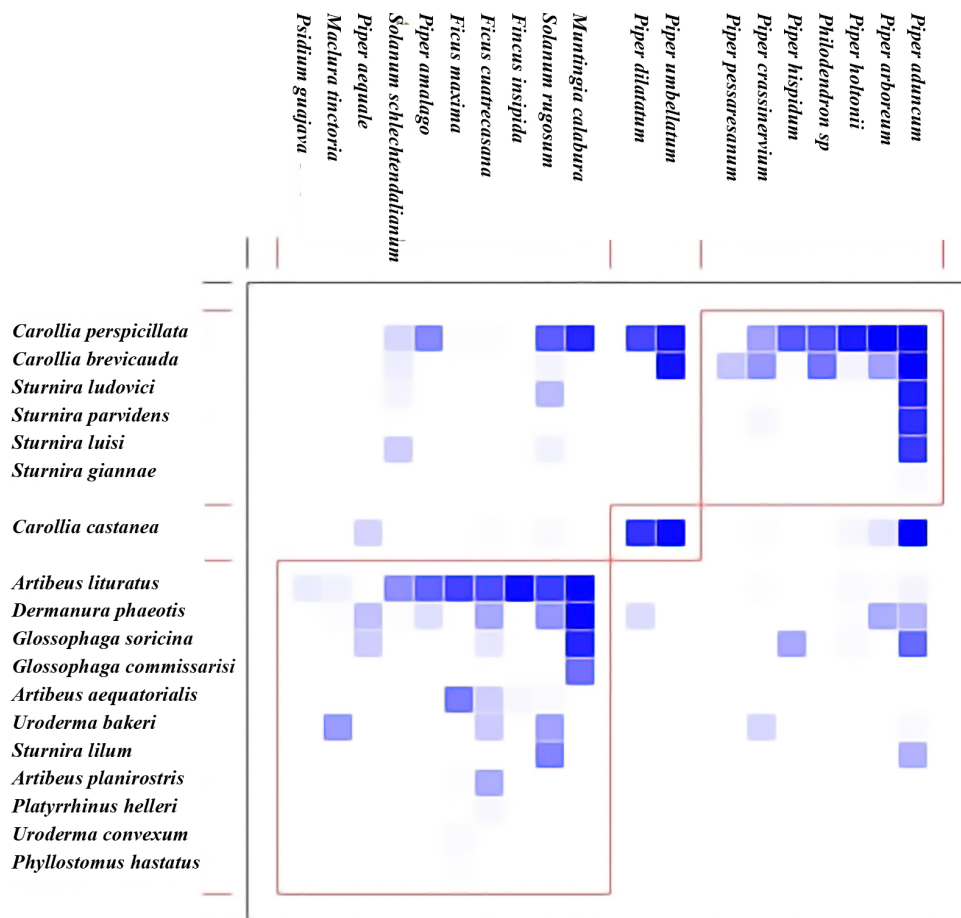


Figura 4. Grado de modularidad entre las especies de murciélagos y plantas de acuerdo con la densidad de las interacciones entre especies.

Figure 4. Modularity between bats and plants according to density of interactions between species.

Al evaluar la robustez a través del área bajo la curva (R) para la red de interacción general, se encontró que tanto las especies de plantas como de murciélagos presentaron valores similares para los tres métodos de extracción de especies utilizados. Teniendo en cuenta el modelo aleatorio los valores de R fueron 0.79 para plantas (R_p) y 0.74 murciélagos (R_m). Al extraer primero las especies menos abundantes a las más abundantes (especialistas) se encontró que el valor del índice fue más alto para plantas $R_p = 0.95$ en comparación con el obtenido para murciélagos $R_m = 0.86$. Por último, el valor del índice a través de la extracción de las especies más abundantes a las menos abundantes (generalistas) fue de $R_p = 0.44$ y $R_m = 0.48$, respectivamente (Tabla 1). Lo anterior indica que tanto las especies de plantas como de murciélagos son más susceptibles a la extinción al perder las especies generalistas, mientras que bajo los otros modelos de extracción de especies ambos grupos presentan valores de R cercanos a 1; por ende, son más robustos a la pérdida de especies bajo un modelo aleatorio y de eliminación de las especies especialistas.

En la Tabla 1 se observan los resultados obtenidos de las propiedades estructurales de las redes de interacción para cada remanente evaluado. Se evidenció que para todos los sitios las redes fueron menos anidadas de lo esperado al azar y a pesar de que todos los valores de modularidad fueron menores a 0.55, representan una estructura modular. Por otro lado, para la robustez se encontró que, teniendo en cuenta el método de extracción aleatorio y de especialistas tanto plantas como murciélagos presentaron valores

similares; siendo el Bosque comunitario de Higueroncito (H) el sitio que presentó el valor más bajo para murciélagos bajo el método de extracción de las especies especialistas. Por el contrario, al evaluar el método de extracción de las especies generalistas se encontró que, para la mayoría de los sitios, la red es más susceptible a la pérdida de especies de plantas, a excepción de la red para A (PNR Mateguadua) e I (Hacienda El Medio); resaltando que bajo este método se presentan los valores más bajos de robustez tanto para plantas como para murciélagos.

Tabla 1. Valor de los índices de anidamiento (WNODF), modularidad (DIRT_LPAwb+) y robustez (R) para la red de interacción de murciélagos y plantas en diez remanentes de bosque seco tropical del Valle del Cauca. Representados con el código de letra asignado y para el conjunto de datos de la matriz completa. IC (Intervalo de confianza), P (Plantas) y M (Murciélagos).

Table 1. Nestedness (WNODF), modularity (DIRT_LPAwb+) and robustness (R) values for the bat-plant interaction network in ten fragments of tropical dry forest in Valle del Cauca. Each letter represents one of the fragments as seen in the matrix. IC (Confidence interval), P (Plants) y M (Bats). All data results are shown.

Remanente	WNODF			DIRT_LPAwb+			R					
	IC		Valor Índice	IC		Valor Índice	Aleatorio		Especialistas		Generalistas	
	0.25	0.95		0.25	0.95		P	M	P	M	P	M
A	71.65	83.38	23.73	0.01	0.03	0.44	0.77	0.69	0.88	0.77	0.59	0.55
B	58.04	72.31	22.64	0.01	0.03	0.40	0.56	0.62	0.71	0.75	0.41	0.44
C	70.95	89.20	22.13	0.01	0.03	0.32	0.71	0.65	0.88	0.74	0.47	0.49
D	59.02	82.38	23.39	0.02	0.04	0.28	0.64	0.68	0.85	0.76	0.46	0.53
E	48.41	84.12	26.19	0.002	0.008	0.06	0.59	0.65	0.83	0.89	0.38	0.73
F	61.36	81.63	9.30	0.02	0.05	0.55	0.65	0.66	0.77	0.76	0.46	0.66
G	49.71	76.90	17.54	0.05	0.10	0.40	0.61	0.62	0.85	0.70	0.32	0.48
H	44.44	66.67	16.66	0.01	0.10	0.17	0.46	0.43	0.66	0.37	0.33	0.37
I	37.50	81.25	25	0.008	0.034	0.29	0.61	0.65	0.73	0.73	0.60	0.30
J	63.20	84.19	15.27	0.03	0.06	0.42	0.60	0.62	0.75	0.84	0.34	0.39
RED GENERAL	73.20	82.16	30.29	0.01	0.02	0.31	0.79	0.74	0.95	0.86	0.44	0.48

Remanente: (A) Parque Natural Regional Mateguadua, (B) Reserva Forestal Protectora Nacional Quebrada La Valenzuela, (C) Hacienda El Volcán, (D) Hacienda La Venta, (E) Predio La Gitana, (F) Reserva Natural Chimbilaco, (G) Parque Natural Regional El Vínculo, (H) Bosque comunitario de Higueroncito, (I) Hacienda El Medio y (J) Hacienda Verdún.

Discusión

De acuerdo con la red de interacción resultante (Figura 3) se pueden observar las relaciones ampliamente descritas en literatura sobre la relación entre los murciélagos del género *Carollia* y *Sturnira* con frutos del género *Piper* y *Solanum*, respectivamente. Esto deja en evidencia un comportamiento diferente por parte de las especies dentro de *Carollia* y *Sturnira*, respecto a las demás especies de murciélagos. Asimismo, se destaca la interacción entre los murciélagos del género *Artibeus* y frutos del género *Ficus* (Giannini & Kalko, 2004; Sánchez *et al.*, 2012). La red de interacción presentó un patrón menos anidado de lo esperado al azar, modular y robusto, lo que concuerda con lo encontrado en otros remanentes de BsT de Colombia (Velásquez-Roa & Murillo-García 2019). Contrario a lo esperado para redes de interacción murciélago-planta (Mello *et al.*, 2011) no encontramos un patrón anidado, en el cual las especies más generalistas tienden a interactuar entre ellas formando un núcleo en la matriz de interacción, mientras que las especies más especialistas tienden a interactuar con las especies del núcleo (Bascompte & Jordano 2014, Bascompte *et al.*, 2007). Una estructura menos anidada de lo esperado al azar se produce por la ausencia de interacción entre especies especialistas y el núcleo de especies generalistas (Dormann *et al.*, 2017). Este patrón puede resultar si las especies más generalistas de murciélagos (*A. lituratus* y *C. perspicillata*) pueden ser dominantes y monopolizar especies de plantas (*F. cuatrecasana* y *P. aduncum*, respectivamente) forzando a las especies especialistas a alimentarse de ciertas especies de plantas (Dormann *et al.*, 2017). Por el contrario, de acuerdo con lo esperado en las redes mutualistas se encontró una estructura modular (Olesen *et al.*, 2007) donde hay grupos de especies que están más conectados entre ellos que con especies de otros grupos, lo cual se evidencia en nuestros resultados (Figura 4). Los módulos resultantes dejan en evidencia que el primer módulo es conformado por especies del género *Piper* y especies del género *Carollia* y *Sturnira*; en el segundo módulo se aprecia la separación de las especies *P. umbellatum* y *P. dilatatum* y *C. castanea*, mientras que el tercer módulo agrupa especies con diversas interacciones. Lo anterior indica que la modularidad observada no es máxima y, por ende, no se observa una compartimentalización marcada de cada módulo, lo cual es concordante con Castaño *et al.* (2018). De acuerdo con esto sugerimos que la estructura modular de la red no es el resultado de interacciones aleatorias entre las especies de plantas y murciélagos en los diferentes remanentes, ya que al observar la identidad de las especies que conforman cada módulo en cada red por separado se evidencia que hay grupos de especies de murciélagos y plantas que interactúan fuertemente en diferentes remanentes, es decir que comparten los recursos.

Por otra parte, los resultados obtenidos en cuanto a la robustez evidencian que la red de interacción para el BsT es más susceptible a la pérdida de especies generalistas, pues los valores de R fueron cercanos a cero ($R_p = 0.44$ y $R_m = 0.48$). Nuestros resultados concuerdan con lo encontrado por Velásquez-Roa & Murillo (2019), para un BsT del Valle del Cauca, donde se encontró que la red podría colapsar rápidamente debido a la pérdida de murciélagos con muchas interacciones (generalistas). El hecho de que las especies generalistas sean más importantes para la estabilidad de la red de interacción resultante está en consenso con lo mencionado por Robinson & Strauss (2020), quienes encontraron que en hábitats con menos recursos las especies generalistas de una red de interacción promueven la estabilidad de esta. *Carollia perspicillata* fue la especie de murciélago con mayor número de interacciones y a su vez la más abundante, esta especie es considerada como un indicador potencial de hábitats deteriorados (Schulze *et al.*, 2000), además de presentar una amplia variedad de frutas en su dieta, presentando tendencias generalistas. No obstante, esta especie presenta una alta preferencia por las infrutescencias de plantas del género *Piper*, representando hasta el 65 % de su dieta (Thies & Kalko, 2004; Lopez & Vaughan, 2007). Esto se pudo evidenciar en la alta cantidad de interacciones que *C. perspicillata* registró con múltiples especies del género *Piper* en el estudio.

Además, tuvo una alta preferencia por *Piper aduncum*, incluso en presencia de especies similares. Este mayor consumo de *P. aduncum* por parte de *C. perspicillata* puede estar relacionado con el contenido nutricional de las infrutescencias, ya que se ha comprobado que esta especie presenta una mayor cantidad de lípidos y un mayor valor calórico (Lima & Reis, 2004), por lo cual representa una importante fuente de energía para los murciélagos. El alto consumo de *Piper*, que son plantas pioneras con características principalmente arbustivas (Figueiredo & Sazima, 2000) por parte de especies de murciélagos del género *Carollia* reafirma la importancia de estas interacciones para la regeneración de bosques, incluso en áreas perturbadas. Una de las ventajas del consumo de plantas pioneras por parte de murciélagos, es que, debido a sus hábitos alimenticios, la alta riqueza de especies y su movilidad, los quirópteros pueden jugar un rol determinante en la promoción de procesos como la dispersión de semillas y el flujo genético dentro y entre poblaciones de plantas (Dumont, 2003).

Adicionalmente, según diversos autores (Aizen *et al.*, 2012; Chacoff *et al.*, 2018; Resasco *et al.*, 2021) las especies generalistas son la base de una red de interacción estable, pues perduran en el tiempo, lo cual podría indicar una mayor tolerancia a cambios y perturbaciones en el hábitat en el que se encuentren. Sin embargo, la relevancia de estas especies en los ecosistemas es comúnmente subestimada debido a sus altas abundancias, a pesar de ser el eje principal en las complejas redes de interacción que mantienen el equilibrio del ecosistema. En el contexto de los remanentes de Bosque seco Tropical evaluados, las especies como *C. perspicillata* y *P. aduncum*, recobran mayor importancia ya que estos remanentes se encuentran aislados entre sí, varían en tamaño y en estado de conservación y por ende existe variación en la oferta de recursos que pueden llegar a reconfigurar las interacciones de las especies, evidenciando interacciones con plantas que generalmente crecen fuera de los bosques como *Psidium guajava* (Castaño *et al.*, 2020); por lo que las especies generalistas resultan más especializadas en hábitats con pocos recursos, incrementando así la estabilidad de las redes de interacción (Robinson & Strauss, 2020), sin embargo, no dejan de ser susceptibles a grandes reducciones en el tamaño de sus poblaciones a causa de fuertes cambios ambientales (Wagner, 2020). Por esta razón, es importante incluir a las especies generalistas en los esfuerzos de conservación y planes de restauración de áreas naturales, los cuales usualmente se enfocan sólo en especies raras (Lindenmayer *et al.*, 2011). Además, la presencia de los generalistas es considerada particularmente importante para la persistencia de las especies especialistas, contribuyendo a que la red sea resiliente ante perturbaciones (Bascompte *et al.*, 2003). De acuerdo con los resultados, especies vegetales pioneras como aquellas del género *Piper* y especies abundantes de dispersores como *C. perspicillata* y *A. lituratus* representan la base para soportar la red de interacción dentro del BsT. Lo anterior toma mayor relevancia al tratarse de especies que se encuentran en el BsT, pues al aportar a la estabilidad de interacciones planta-animal, promueven la restauración de este ecosistema tan altamente amenazado, ya que dada la configuración espacial de los remanentes de bosque se hace necesaria la intervención por parte de especies con roles ecológicos claves como los murciélagos. Además, los murciélagos debido a sus hábitos pueden ser un grupo focal en la implementación de planes de restauración para el BsT.

Conclusiones

Con los datos obtenidos se concluyó que la red de interacción resultante para diez remanentes de BsT del Valle del Cauca presenta una estructura menos anidada que lo esperado al azar, modular y robusta a la pérdida de especies especialistas, mientras que resalta el rol fundamental que están llevando a cabo las especies generalistas al mostrar susceptibilidad a la pérdida de estas. No obstante, se debe considerar la complejidad de las relaciones existentes entre las comunidades de especies presentes en los hábitats,

incluyendo las especies especialistas, lo cual implica preservar la mayor cantidad de diversidad posible que permita conservar funcionalmente dichas especies en los ecosistemas. Adicionalmente, los resultados hacen un llamado de atención sobre la inclusión de especies con hábitos generalistas en estrategias de conservación y en procesos de implementación de planes de restauración del BsT, ya que con la información que aportan promueven el mantenimiento del ecosistema en el que se encuentran y ayudan a la regeneración natural de los bosques.

Agradecimientos

Este estudio se desarrolló y financió en el marco del proyecto “Contribución a la conservación del bosque seco tropical del Valle del Cauca” en convenio entre el Instituto para la Preservación y la Conservación del Patrimonio Natural y Cultural del Valle del Cauca INCIA y el Sistema General de Regalías. Agradecemos a todo equipo administrativo y técnico del Proyecto BsT de INCIVA, por su apoyo incondicional en cada momento del proyecto. Y agradecer especialmente a los propietarios de los predios privados donde realizamos el trabajo de campo, por la hospitalidad y la disposición para ayudarnos a realizar nuestras labores. Al curador de la colección de mamíferos de la Universidad del Valle, el Doctor Oscar Murillo por la colaboración y préstamo de equipos, así como por la disposición para el depósito de material.

Referencias

- Aizen, M. A., Sabatino, M. & Tylianakis, J. M. (2012). Specialization and rarity predict nonrandom loss of interactions from mutualist networks. *Science*, 335, 1486–1489. <https://doi.org/10.1126/science.1215320>
- Almeida-Neto, M. & Ulrich, W. (2011). A straightforward computational approach for measuring nestedness using quantitative matrices. *Environmental Modelling and Software*, 26(2), 173-178. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2010.08.003>
- Alvarado-Solano, D. P. & Otero-Ospina, J. T. (2015). Distribución espacial del Bosque seco Tropical en el Valle del Cauca, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 20(3), 141-153. <https://doi.org/10.15446/abc.v20n3.46703>
- Arcila-Cardona, A. M., Valderrama, A. C. & Chacón de Ulloa, P. (2012). Estado de fragmentación del bosque seco de la cuenca del río Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 13(2), 82-101. <https://doi.org/10.21068/c2017.v18n01a21>
- Armbrecht, I. & Ulloa-Chacón, P. (1999). Rareza y diversidad de hormigas en fragmentos de bosque seco colombianos y sus matrices. *Biotropica*, 31(4), 646–653. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.1999.tb00413.x>
- Aroca, A. K., González, L. A., Hurtado, M. A. & Murillo-García, O. E. (2016). Preferencia en la dieta de murciélagos frugívoros (Phyllostomidae) en un fragmento de bosque seco tropical. *Revista de Ciencias*, 20(2), 139-146. <https://doi.org/10.25100/rc.v20i2.4607>
- Bascompte, J. & Jordano, P. (2014). *Mutualistic Networks*. Princeton University Press.
- Bascompte, J. & Jordano, P. (2007). Plant-animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 38, 567-593. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095818>

- Bascompte, J. & Jordano, P. (2008). Mutualistic networks of species. *Investigación y ciencia*, 384, 50-59.
- Bascompte, J., Jordano, P., Melian, C. J. & Olesen, J. M. (2003). The nested assembly of plant-animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(16), 9383-9387.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1633576100>
- Beckett, S. J. (2016) Improved community detection in weighted bipartite networks. *Royal Society open science*, 3(1), 140536.
<https://doi.org/10.1098/rsos.140536>
- Bernard, E. (2001). Vertical stratification of bat communities in primary forests of Central Amazon, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 17(1), 115-126.
<https://doi.org/10.1017/s0266467401001079>
- Burgos, E., Ceva, H., Perazzo, R. P., Devoto, M. & Medan, D. (2007). Why nestedness in mutualistic networks? *Journal of Theoretical Biology*, 247(2), 307-313.
<https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2007.07.030>
- Carvajal-Nieto, P., Bernal, A. & Medina, S. (2021). Flora y Fauna asociada a servicios ecosistémicos de polinización y zoocoria para 10 remanentes de bosque seco tropical en el Valle del Cauca. Version 1.2. Instituto para la Investigación y la Preservación del Patrimonio Cultural y Natural del Valle del Cauca - INCIVA. Occurrence dataset
- Castaño, J. H., Carranza-Quiceno, J. A. & Pérez-Torres, J. (2020). Bat-fruit networks structure resist habitat modification but species roles change in the most transformed habitats. *Acta Oecologica*, 105, 103550.
<https://doi.org/10.1016/j.actao.2020.103550>
- Castaño, J. H., Carranza, J. A. & Pérez-Torres, J. (2018). Diet and trophic structure in assemblages of montane frugivorous phyllostomid bats. *Acta Oecologica*, 91, 81-90.
<https://doi.org/10.1016/j.actao.2018.06.005>
- Chacoff, N. P., Resasco, J. & Vázquez, D. P. (2018). Interaction frequency, network position, and the temporal persistence of interactions in a plant-pollinator network. *Ecology*, 99(1), 21- 28.
<https://doi.org/10.1002/ecy.2063>
- Cotler, H. & Ortega-Larrocea, M. P. (2006). Effects of land use on soil erosion in a tropical dry forest ecosystem, Chamela watershed, Mexico. *Catena*, 65(2), 107-117.
<https://doi.org/10.1016/j.catena.2005.11.004>
- Díaz, M.M., Solari, S., Aguirre, L.F., Aguiar, L. & Barquez, R.M. (2016). Clave de identificación de los murciélagos de Sudamérica, 2nd ed. Yerba Buena, Tucumán, Argentina.
- Dormann, C., Fründ, J. & Schaefer, H. (2017). Identifying Causes of Patterns in Ecological Networks: Opportunities and Limitations. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 48.
<https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110316-022928>
- Dormann, F., Fruend, J., Gruber, B., Beckett, S., Devoto, M., Iriondo, J. & Vazquez, D. (2019). Package bipartite Visualising Bipartite Networks and Calculating Some (Ecological) Indices.
<https://github.com/biometry/bipartite>
- Dumont, E. R. (2003). Bats and fruit: An ecomorphological approach. En Kunz, T. & Fenton, H. R. eds. *Bat ecology*. (Pp. 308-428). University of Chicago Press.

- Fenton, M.B., Acharya, L., Audet, D., Hickey, M.B.C., Merriman, C., Obrist, M.K. & Syme, D.M. (1992). Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica*, 24, 440-446.
<https://doi.org/10.2307/2388615>
- Figueiredo, R. A. & Sazima, M. (2000). Pollination biology of Piperaceae species in southeastern Brazil. *Annals of Botany London*, 85(4), 455-460.
<https://doi.org/10.1006/anbo.1999.1087>
- Giannini, N. & Kalko, E. K. V. (2004) Trophic structure in a large assemblage of phyllostomid bats in Panama. *Oikos*, 105, 209-220.
<https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2004.12690.x>
- Jones, K. E., Beninda-Emonds, O. R. & Gittleman, J. L. (2005). Bats, clocks, and rocks: diversification patterns in Chiroptera. *Evolution*, 59(10), 2243-2255.
<https://doi.org/10.1554/04-635.1>
- Jordano, P., Vásquez, D. & Bascompte, J. (2009). Redes complejas de interacciones mutualistas planta-animal En R. Mendel. M. Aizen. & R. Zamora (Eds). *Ecología y Evolución de Interacciones planta-animal* (Pp.17-42). Editorial Universitaria.
- Kalko, E. K., Estrada-Villegas, S., Schmidt, M., Wegmann, M. & Meyer, C. F. (2008). Flying high assessing the use of the aerosphere by bats. *Integrative and Comparative Biology*, 48(1), 60-73.
<https://doi.org/10.1093/icb/icn030>
- Lima, I. P. & Reis, N. R. (2004). The availability of Piperaceae and the search for this resource by *Carollia perspicillata* (Linnaeus) (Chiroptera. Phyllostomidae. Carollinae) in Parque Municipal Arthur Thomas. Londrina. Paraná. Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(2), 371-377.
<https://doi.org/10.1590/s0101-81752004000200035>
- Lindenmayer, D. B., Wood, J. T., McBurney, L., MacGregor, C., Youngentob, K. & Banks, S. C. (2011). How to make a common species rare: a case against conservation complacency. *Biological Conservation*, 144(5), 1663- 1672.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.02.022>
- Lobova, T. A., Geiselman, C. K. & Mori, S. A. (2009). *Seed dispersal by bats in the Neotropics*. New York Botanical Garden.
- Lopez, J. E. & C. Vaughan. (2007). Food niche overlap among neotropical frugivorous bats in Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 55, 301- 313.
<https://doi.org/10.15517/rbt.v55i1.6082>
- Mello, M.A.R., Marquitti, F.M.D., Guimarães, P.R. Jr., Kalko, E.K.V., Jordano, P. & Martinez de Aguiar, M. A. (2011) The Missing Part of Seed Dispersal Networks: Structure and Robustness of Bat-Fruit Interactions. *PLOS ONE*, 6(2), e17395.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017395>
- Muscarella, R. & Fleming, T. H. (2007). The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological Reviews*, 82(4), 573-570.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-185x.2007.00026.x>

- Olesen, J. M., Bascompte, J., Dupont, Y. L. & Jordano, P. (2007). The modularity of pollination networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50), 19891-19896.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0706375104>
- Ortiz-Pulido, R., Laborde, J. & Guevara, S. (2000). Frugivoría por Aves en un Paisaje Fragmentado: Consecuencias en la Dispersión de Semillas. *Biotropica*, 32(3), 473-488.
<https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00494.x>
- Patfield, W. M. (1981). Algorithm AS 159: An efficient method of generating random RxC tables with given row and column totals. *Journal of the royal Statistical Society*, 91-97.
- Pizano, C. & García, H. (2014). *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- R Core Team. (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL
<https://www.R-project.org/>.
- Ramírez-Chaves, H. E., Suárez-Castro, A. F., Morales-Martínez, D. M., Rodríguez-Posada, M. E., Zurc, D., Concha-Osbahr, D. C., Trujillo, A., Noguera-Urbano, E. A., Pantoja-Peña, G. E., González-Maya, J. F., Pérez-Torres, J., Mantilla-Meluk, H., López-Castañeda, C., Velásquez-Valencia, A. & Zárrate-Charry, D. (2021). *Mamíferos de Colombia*. v1.12. Sociedad Colombiana de Mastozoología. Dataset/Checklist.
- Resasco, J., Chacoff, N. P. & Vázquez, D. P. (2021). Plant–pollinator interactions between generalists persist over time and space. *Ecology*, 102(6), e03359.
<https://doi.org/10.1002/ecy.3359>
- Ríos, M., Giraldo, P. & Correa, D. (2004). *Guía de Frutos y Semillas de la Cuenca media del Río Otún*. Fundación EcoAndina. Wildlife Conservation Society.
- Robinson, M. L. & Strauss, S. Y. (2020). Generalists are more specialized in low-resource habitats. increasing stability of ecological network structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(4), 2043-2048.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1820143117>
- Ruiz, V., Savé, R. & Herrera, A. (2013). Multitemporal analysis of land use change in the Terrestrial Protected Landscape Miraflores Moropotenente. *Ecosistemas*, 22(3), 117-123.
<https://doi.org/10.7818/ECOS.2013.22-3.16>
- Sánchez, M. S., Giannini, N. P. & Barquez, R. M. (2012). Bat frugivory in two subtropical rain forests of northern Argentina: testing hypotheses of fruit selection in the Neotropics. *Mammalian Biology*, 77(1), 22-31.
- Schulze, M. D., Seavy, N. E. & Whitacre, D. F. (2000). A comparison of the phyllostomid bat assemblages in undisturbed neotropical forest and in forest fragments of a slash-and-burn farming mosaic in Peten, Guatemala. *Biotropica*, 32(1), 174-184.
<https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00459.x>
- Sikes, R. S. & Gannon, W. L. (2011). Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of Mammalogy*, 92(1), 235-253.
<https://doi.org/10.1644/10-mamm-f-355.1>
- Thies, W. & Kalko, E. K. V. (2004). 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*, 104(2), 362– 376.

<https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2004.12747.x>

Vargas, W. (2012). Los bosques secos del Valle del Cauca. Colombia: una aproximación a su flora actual. *Biota Colombiana*, 13(2), 102-164.

<http://doi.org/10.15472/9iusrz>

Vázquez, D. P., Blüthgen, L. & Chacoff, N. P. (2009). Uniting patterns and process in plant-animal mutualistic networks: a review. *Annals of Botany*, 103(9), 1445-1457.

<https://doi.org/10.1093/aob/mcp057>

Velásquez-Roa, T. & Murillo-García, O. E. (2019). Influence of bat morphology on structural properties of a plant-frugivore network. *Mastozoología Neotropical*, 26(2), 440-451.

<https://doi.org/10.31687/saremMN.19.26.2.0.23>

Wagner, D. L. (2020). Insect declines in the Anthropocene. *Annual Review of Entomology*, 65, 457– 480.

<https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025151>

Anexo 1. Remanentes de Bosque seco Tropical en el departamento del Valle del Cauca, Colombia, visitados durante el estudio.

Remanente	Coordenadas	Área (ha)	Altitud (m)	Características
Parque natural regional mateguadua	4°01'37.2"N 76°09'36.9"W	104	1050-1450	Cobertura predominante es vegetación secundaria, se encuentra en proceso de sucesión. Transición entre valle geográfico y pie de monte. Pocos cuerpos de agua sujetos a la precipitación del área.
Reserva forestal protectora nacional quebrada la valenzuela	4°01'07.4"N 76°10'08.0"W	474	1145-1200	Zonas boscosas correspondientes a bosque ripario y vegetación secundaria. Zonas abiertas de pastos limpios y matorrales. Atravesado por una quebrada.
Hacienda el volcán	4°01'17.8"N 76°21'55.8"W	1200	1050-1150	Pequeños relictos de bosque, principalmente de vegetación secundaria y bosque ripario, con poca conectividad entre sí. Se encuentran dispersos en medio de una matriz de cultivos y pastos limpios.
Hacienda la venta	4°11'33.7"N 76°03'33.7"W	585	1050-1166	Franjas de bosque de vegetación secundaria, en proceso de conectividad, rodeados de pastos limpios, guaduales y arbustales densos. Presencia de pozos artificiales; quebradas y espejos de agua permanecen secos la mayor parte del año.
Predio la gitana	4°09'57.7"N 76°20'02.3"W	220	1027-1122	Zona boscosa que presenta un estado de sucesión secundario. Presenta algunas zonas de arbustales y pastizales. Es atravesado en su parte alta por un canal que conduce agua hacia una hidroeléctrica cercana.
Reserva natural chimilaco	3°56'24.2"N 76°20'43.5"W	85	938-1092	Zonas de bosque de regeneración temprana, dominado por <i>Eugenia procera</i> . Se encuentra al lado de una quebrada grande.
Parque natural regional el vínculo	3°50'09.4"N 76°17'32.0"W	83	980-1150	Zonas boscosas con distintos estados de regeneración, coberturas como relictos de bosque primario intervenido, parches de bosque secundario, y matorrales. Pequeños cuerpos de agua en el área.
Bosque comunitario de higuaroncito	4°29'51.1"N 76°06'38.7"W	75	950-1050	Zonas boscosas dominadas por <i>Eugenia monticola</i> y vegetación subxerófitica. Rodeado por pastizales y cultivos frutales. En su interior se encuentra una franja inundable que representa la principal fuente hídrica en temporada lluviosa.
Hacienda el medio	4°20'12.8"N 76°04'57.5"W	13	945-950	Fragmento principal de forma cuadrangular, con vegetación muy densa, con un alto grado de conservación, rodeado de una matriz de cultivos. Otros parches de bosque ripario bordeando un río, con presencia de guaduales.
Hacienda verdún	4°05'45.7"N 76°06'38.5"W	90	995-1180	Zonas boscosas rodeadas por matrices de cultivos y potreros. Hacia el centro de los parches boscosos se presenta un dosel alto, compuestos de vegetación secundaria, con especies pioneras en los bordes. Es atravesado por una quebrada.

Anexo 2. Abundancias de murciélagos frugívoros capturados en 10 remanentes de Bosque seco Tropical en el departamento del Valle del Cauca, Colombia, distribuidas por temporadas.

Especie	Remanente	A		B		C		D		E		F		G		H		I		J	
		Se	Hu	Se	Hu	Se	Hu	Se	Hu	Se	Hu	Se	Hu	Se	Hu	Se	Hu	Se	Hu	Se	Hu
<i>Artibeus aequatorialis</i>		20	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	4	6	0	0	0	20	0	0
<i>Artibeus lituratus</i>		33	0	13	0	1	7	0	14	3	5	6	38	9	10	0	26	0	17	0	7
<i>Artibeus planirostris</i>		2	0	0	0	3	2	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	9	5	0	3
<i>Carollia brevicauda</i>		11	0	3	0	2	1	0	0	3	0	7	0	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Carollia castanea</i>		10	0	15	0	3	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carollia perspicillata</i>		54	0	18	0	8	15	9	17	34	28	1	20	0	6	1	2	8	8	10	0
<i>Dermanura phaeotis</i>		21	0	33	0	8	1	11	12	3	0	0	7	1	11	5	0	5	2	0	0
<i>Glossophaga commissarisi</i>		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Glossophaga soricina</i>		41	0	9	0	7	18	7	21	3	4	2	35	12	6	14	1	7	3	4	0
<i>Phyllostomus hastatus</i>		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0
<i>Platyrrhinus helleri</i>		1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	5	0
<i>Sturnira giannae</i>		2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sturnira lilium</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sturnira ludovici</i>		1	0	2	0	1	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0
<i>Sturnira luisi</i>		0	0	4	0	0	0	2	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sturnira parvidens</i>		9	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Uroderma bakeri</i>		7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0
<i>Uroderma convexum</i>		0	0	1	0	2	2	0	0	1	1	0	1	3	0	0	0	1	0	0	0
Subtotal		220	0	105	0	36	53	30	76	50	39	17	104	43	46	20	29	32	56	25	10
Total		991																			

Remanentes: (A) Parque Natural Regional Mateguadua, (B) Reserva Forestal Protectora Nacional Quebrada La Valenzuela, (C) Hacienda El Volcán, (D) Hacienda La Venta, (E) Predio La Gitana, (F) Reserva Natural Chimbilaco, (G) Parque Natural Regional El Vínculo, (H) Bosque comunitario de Higueroncito, (I) Hacienda El Medio y (J) Hacienda Verdún.

Temporada: Se – Seca, Hu – Húmeda.