

**Diversidad y uso de hábitat de las aves de un mosaico de bosque seco tropical en Cúcuta,  
Norte de Santander, Colombia**

**Jennifer Yurany Castañeda Oviedo  
1 099 894 499**

**Universidad de Pamplona  
Facultad de Ciencias Básicas  
Programa de Biología  
Pamplona, Norte de Santander, Colombia  
2018**



**Diversidad y uso de hábitat de las aves de un mosaico de bosque seco tropical en Cúcuta,  
Norte de Santander, Colombia**

**Estudiante:  
Jennifer Yurany Castañeda Oviedo  
1 099 894 499**

**Director:  
B.Sc. M.Sc. PhD(e) Aldemar A. Acevedo Rincón**

**Codirector:  
B.Sc. M.Sc. PhD(e) Luis Orlando Armesto Sanguino**

**Universidad de Pamplona  
Facultad de Ciencias Básicas  
Programa de Biología  
Pamplona, Norte de Santander, Colombia**

**2018**



**TRABAJO DE GRADO REALIZADO CON EL FIN DE OBTENER EL TITULO DE  
BIÓLOGA DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER,  
COLOMBIA**



## **Dedicatoria**

A mi mamá, Ana Ilba Castañeda Oviedo y a mis hermanos, Andrea del Pilar García Castañeda  
(mi sol) y Alexander García Castañeda (mi fortaleza).



## **Agradecimientos**

A mi mamá Ana Ilba Castañeda Oviedo por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por ser el mejor ejemplo a seguir, por enseñarme a nunca rendirme en la búsqueda de mis sueños, por su paciencia y confianza, por su amor incondicional, por brindarme la oportunidad de estudiar una carrera profesional y por todo su esfuerzo y constancia en esta batalla.

A mi hermano Alexander García Castañeda por sus consejos y sobre todo por sus regaños, por tener la valentía de un hermano mayor (sin serlo) y ser mi fuerza y apoyo.

A mi hermana Andrea del Pilar García Castañeda, por ser mi sol, por ser la luz guía que necesité en los momentos en donde sentí desfallecer y por ayudarme en la construcción del valor de la confianza en mí misma.

A mi padre Aldrubal Garcia Martinez porque con sus experiencias me enseñó que la investigación hacia nuevos saberes es importante porque nos abre la forma de ver el mundo.

A Andrés Palacios por ser parte de esta aventura, por vincularse en este sueño y ayudarme a construirlo y por llegar a amar a las aves tanto como yo las he llegado amar.

Mis más sinceros agradecimientos al B.Sc. M.Sc. PhD(c). Aldemar Acevedo Rincón, por haberme aceptado como su tesista, por la guía que me brindó desde la base de esta investigación, por sus consejos, asesorías y enseñanzas, de igual forma por la revisión del escrito de la tesis que hicieron mejorar esta investigación.

Al B.Sc. M.Sc. PhD(e) Luis Orlando Armesto por su valiosa participación en la realización de esta tesis, por sus consejos, asesorías, sugerencias y revisión del escrito de la tesis que hicieron mejorar



esta investigación, por su diplomacia a la hora de corregir y enseñar. Por ayudarme con la identificación de aquellas aves de caracteres morfológicos complicados.

A todas las personas que participaron directa o indirectamente en la realización del presente estudio, en especial a Camilo Angarita, José A. Sierra & Alberto Peña por su valioso acompañamiento en las primeras salidas a campo; nuevamente a Camilo Angarita por esas charlas y horas de tertulia que se generaban cuando hablar de emplumados se trataba.

Al B.Sc. M.Sc. Roberto Sánchez por su ayuda en la caracterización vegetal realizada en esta investigación y por aportesa esta investigación y por su valiosa amistad.

A mi amigo y biólogo Carlos Cáceres por su contribución en el desarrollo del mapa del área de estudio, por sus consejos, sugerencias y ayuda en momentos donde la vida se ponía de colores tenues, gracias a ti he crecido tanto a nivel personal como profesional, y sobre todo gracias por su amistad mi querido Ornatus.

A la señora Alix Helena Rincón y al Ecoparque Comfanorte por haberme permitido realizar esta investigación en sus propiedades.

Al programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad de Pamplona y al Semillero de Investigaciones en Ecología y Biogeografía (GIEB).

¡Y en definitiva a todas las aves que se dejaron identificar y aquellas que no, un pronto nos conoceremos!



## Contenido

Agradecimientos.....	5
Listado de tablas.....	10
Listado de figuras.....	12
Listado de Imágenes.....	13
Resumen.....	14
INTRODUCCIÓN.....	16
MARCO DE REFERENCIA.....	20
Áreas Urbanas y Bosque Seco Tropical (Bs-T).....	20
Fragmentación y Transformación del Paisaje.....	26
Diversidad Funcional (FD).....	28
Gremios ecológicos.....	32
Estudios sobre Aves en Colombia.....	39
Estudios de Avifauna en Área Urbanas y Periurbanas en Colombia.....	41
Estudios de aves en Norte-Santander.....	44
OBJETIVOS.....	47
Objetivo general.....	47
Objetivos específicos.....	47
MATERIALES Y METODOS.....	48
Área de estudio.....	48
Descripción de la vegetación del área de estudio.....	49
Métodos de Muestreo.....	50
Transectos.....	50
Gremio Trófico.....	51
Captura por medio de redes de niebla y toma de rasgos funcionales en aves..	51



Análisis estadísticos.....	54
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>55</b>
Estructura y composición de la comunidad de aves de un mosaico de Bs-T en Cúcuta.....	60
Área periurbana.....	60
Área Urbana.....	61
Curva de completitud y acumulación de las especies en cada una de las áreas de estudio.....	67
Curva de distribución de abundancias de las especies.....	68
Área Periurbana.....	68
Área Urbana.....	71
Diversidad de aves de un mosaico de Bs-T en Cúcuta (Diversidad alfa) .....	77
Gremios de aves de un mosaico de Bs-T de Cúcuta.....	79
Gremios de aves periurbanas.....	79
Gremios de aves urbanas.....	81
Análisis de Clúster para los gremios de forrajeo de las aves de las áreas de estudio (periurbana y urbana) .....	83
Método de forrajeo de las especies de un mosaico de Bs-T de Cúcuta.....	89
Método de forrajeo de las especies periurbanas.....	89
Método de forrajeo de las especies urbanas.....	89
Análisis de Clúster para el método de forrajeo de las aves de las áreas de estudio (periurbana y urbana) .....	90
Sustrato de forrajeo de las especies de un mosaico de Bs-T de Cúcuta.....	91
Sustrato de forrajeo.....	92
Análisis de Clúster para el sustrato forrajeo de las aves de las áreas de estudio (periurbana y urbana) .....	96
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>98</b>
Estructura y composición de la comunidad de aves.....	98
Distribución de abundancias de las especies de aves para las áreas de estudio.....	104



**Gremios tróficos, Sustrato y Método de Forrajeo de las aves de las áreas de estudio..... 105**

**REFERENCIA..... 110**



## Lista de tablas

**Tabla 1.** Clasificación de grupos ecológicos de especies propuestas por Wilson (1999).

**Tabla 2.** Principales servicios de las aves en los ecosistemas y consecuencias de la pérdida de los grupos funcionales.

**Tabla 3.** Lista de rasgos funcionales propuestos para el estudio con avifauna por el IAvH (2014), algunos rasgos funcionales fueron adicionados en base a (Ding, Feeley, Wang, & Ding, 2013), y otro modificado en base a la caracterización vegetal realizada dentro de cada área de estudio (periurbana y urbana) como en el caso del sustrato de forrajeo.

**Tabla 4.** Lista de especies de aves del área urbana y periurbana de un mosaico de Bs-T de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia.

**Tabla 5.** Lista de especies migratorias del área urbana (Ur) y peri-urbana (PrUr) de un mosaico de Bs-T de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia.

**Tabla 6.** Lista de especies de aves del área urbana (Ur) y periurbana (PrUr) de un mosaico de Bs-T de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia, categorizadas según la CITES en el nivel II.

**Tabla 7.** Listado de especies de aves comunes (C), poco comunes (PC) y raras (R) del área urbana (Ur) y peri-urbana (PrUr) de un mosaico de Bs-T de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia.

**Tabla 8.** Lista de las especies de aves y su abundancia en el área periurbana de un mosaico de Bs-T de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. Los números indican los datos de abundancia de cada especie.

**Tabla 9.** Lista de las especies de aves y su abundancia en el área urbana de un mosaico de Bs-T de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. Los números indican los datos de abundancia de cada especie.

**Tabla 10.** Listado de especies de aves con diferentes abundancias en el área urbana y periurbana de un mosaico de Bs-T de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. Los números indican los datos de abundancia de cada especie en las áreas.



**Tabla 11.** Información de historia de vida de las especies de aves del área urbana (Ur) y periurbana (PrUr) de un mosaico de Bs-T de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. Tabla 12. Listado de especies compartidas entre las áreas de estudio (periurbana-PrUrb y urbana-Ur).



## Lista de figuras

**Figura 1.** Riqueza y abundancia de las familias más representativas en el mosaico de Bs-T de Cúcuta, Norte de Santander.

**Figura 2** Curva de completitud de la muestra para el área periurbana y urbana.

**Figura 3.** Curva de distribución de abundancia de las especies de aves en cada una de las áreas de estudio (peri-urbana y urbana) en un mosaico de bosque seco tropical (Bs-T) en Cúcuta, Nortes de Santander, Colombia (tabla 8 y 9).

**Figura 4.** Perfiles de diversidad alfa para el área periurbana y urbana (orden de diversidad OD: riqueza de especies; 1D: exponencial de Shannon ( $\exp H'$ ); 2D: inverso de Simpson), de un mosaico de Bs-T en Cúcuta, Norte de Santander, Colombia.

**Figura 5.** Heatmaps para gremios del área periurbana. Las especies fueron agrupadas en nueve gremios tróficos. Los árboles en la parte izquierda corresponden a agrupamientos de las especies con base en los datos obtenidos durante la fase de campo.

**Figura 6.** Heatmaps para gremios del área urbana. Las especies fueron agrupadas en nueve gremios tróficos. Los árboles en la parte izquierda corresponden a agrupamientos de las especies en base a los datos obtenidos durante la fase de campo.

**Figura 7.** Dendrograma análisis de agrupamientos jerárquicos de las especies de aves comunes para el área de estudio (periurbana y urbana) en gremios tróficos.

**Figura 8.** Heatmaps para método de forrajeo del área periurbana. Los árboles en la parte superior e izquierda corresponden a agrupamientos de las especies en base a los datos colectados durante la fase de campo.

**Figura 9.** Heatmaps para método de forrajeo del área urbana. Los árboles en la parte superior e izquierda corresponden a agrupamientos de las especies en base a los datos colectados durante la fase de campo.



**Figura 10.** Dendrograma análisis de agrupamientos de las especies de aves comunes para el área de estudio (periurbana y urbana) en métodos de forrajeo.

**Figura 11.** Heatmaps para sustrato de forrajeo del área periurbana. Los árboles en la parte superior e izquierda corresponden a agrupamientos de las especies en base a los datos colectados durante la fase de campo.

**Figura 12.** Sustrato de forrajeo de las aves del área urbana. Los árboles en la parte izquierda corresponden a agrupamientos de las especies en base a los datos colectados durante la fase de campo.

**Figura 13.** Dendrograma análisis de agrupamientos jerárquicos de las especies de aves para el área de estudio (periurbana y urbana) en sustratos de forrajeo.

### **Listado de Imágenes**

**Imagen 1.** Distribución de la cobertura de Bs-T de Colombia, se excluye el Bs- de los Llanos. En verde se muestra la distribución del bosque, mientras que en naranja se muestran los bosques en varios estados de sucesión, inmersos en mosaicos como pastizales y cultivos (Pizano C. et al., 2014).

**Imagen 2.** Distribución del bosque seco tropical (Bs-T) de Cúcuta Norte de Santander, Colombia.

**Imagen 3.** Aves de Norte de Santander tomadas de Gallardo et al. 2013.

**Imagen 4.** Ubicación geográfica del área de estudio dentro del mosaico de Bosque Seco Tropical, área 2: zona urbana (ecoparque Comfanorte) y área 1: zona periurbana de Cúcuta (Los Patios), Norte de Santande



## Resumen

En Colombia el bosque seco trópica (Bs-T) es uno de los ecosistemas más amenazados y menos conocidos en el país. Se desconoce cómo los procesos de transformación antrópica y fragmentación del hábitat han afectado o modificado las condiciones de supervivencia de la avifauna, de manera semejante son pocos los estudios realizados en áreas urbanas y periurbanas que permitan considerar como es la formación de gremios ecológicos y la utilidad que las aves le dan a los hábitats disponibles. Este trabajo se realizó en un mosaico de Bs-T de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia y evalúa la diversidad taxonómica, funcional y el uso de hábitat de las aves. El trabajo se desarrolló en dos áreas o localidades, una periurbana otra urbanas inmersas dentro del mosaico de Bs-T. Según la caracterización vegetal realizada en las áreas, se identificaron cinco y seis sustratos de forrajeo (Acuático, Dosel, Arbustal, Herbazal, Suelo y Artificial, disminuye en uno en el área periurbana) utilizados por las aves en la búsqueda de alimento. Con el fin de caracterizar la avifauna de las áreas de estudio se realizó un transecto de observación para cada área y el montaje de dos redes de niebla, durante los meses de junio a octubre 2016 y abril 2017. Los transectos tuvieron, 2km para el área periurbana y 1.73km de longitud para el área urbana, en estos se realizó el conteo de las aves en cada hábitat, las observaciones se hicieron en la mañana (6:30H – 11:00H) y en la tarde (15:00H -17:30H). Se realizó el montaje de dos redes de niebla (12 x 2,5 mts con un ojo de malla de 36mm) para cada área, con horario de apertura y cierre de 6:00H – 10:00 y de 15:00H – 17:30H. Se registraron 631 individuos que representan 109 especies para el mosaico de bosque seco tropical de Cúcuta, incluidas en 17 órdenes, 38 familias y 91 géneros. Las familias con mayor abundancia en el mosaico de Bs-T fueron: Tyrannidae con 15.6% (11 especies) y Thraupidae con 10,1% (11especies). Se registraron cinco especies migratorias pertenecientes a la familia Tyrannidae, Parulidae, Ardeidae y Cardinalidae. Las especies



periurbanas más abundantes fueron: *Thraupis episcopus* (22 individuos), *Ramphocelus dimidiatus* (19 individuos), *Columbina talpacoti* (17 individuos), *Melanerpes rubricapillus* (14 individuos) y *Vanellus chilensis* (12 individuos); las especies urbanas más abundantes fueron: *Columbina talpacoti* (24 individuos), *Pitangus sulphuratus* (18 individuos), *Coereba flaveola* y *Milvago chimachima* (16 individuos cada uno), *Tyrannus melancholicus* y *Sicalis flaveola* (15 individuos cada uno). La mayor riqueza de especies del mosaico de Bs-T de Cúcuta son especialistas del hábitat dosel (44% - 48 spp), el porcentaje restante (36.7% - 40 spp) de especialistas está distribuido en los hábitat arbustal, suelo, acuático y herbazal y finalmente para completar con la riqueza de especies registrada en el mosaico de Bs-T, las especies generalistas (26.6% - 29 spp), demostrando la importancia de mantener espacios heterogéneos en cuanto a vegetación se refiere, ya que contribuye en el sostenimiento de la riqueza de especies. De igual forma se registraron nueve gremios tróficos en las áreas de estudio (insectívoros, omnívoros, carnívoros, frugívoros, granívoros, nectarívoros, piscívoros, carroñeros y herbívoros). Se logra registrar la especie de garza, *Syrigma sibilatrix*, un nuevo registra para el departamento.

**Palabras Claves:** Aves, Mosaico de Bs-T, área urbana y periurbana, Gremios tróficos, método de forrajeo y Sustrato de forrajeo.



## Introducción

La diversidad de especies está asociada a los procesos de perturbación y al tiempo transcurrido de la perturbación, así mismo, lo conocido sobre los efectos de la fragmentación y urbanización en la diversidad taxonómica y funcional de las aves es un tema que cada vez toma más interés en los investigadores (Sitters H., Di Stefano J., Christie F., Swan M. & York A., 2016). En relación, han surgido enfoques de investigación que permitan delucidar sobre los factores que influyen en la abundancia, riqueza, estructura, función y el uso de las aves sobre los ecosistemas (Moreno C., Echeverry M. & Urbina N., 2017).

Según Peraza C. A. (2011) la alta diversidad de especies de aves en Colombia representa el 20% de la avifauna mundial, sin embargo, Avendaño J. et al. (2017), refiere conocer con exactitud la diversidad de aves que alberga Colombia es una cifra sin exactitud, ya que el desarrollo científico en el área de la ornitología y diversos procesos de conservación a nivel nacional (estudios sistemáticos: filogenéticos, morfológicos y comportamentales, monografías, reportes sobre nuevos taxones y ampliación de distribución) han permitido aumentar el conocimiento de las aves, dejando esta pregunta abierta. En este orden de ideas; la SACC (South American Classification Committee de la American Ornithological Society) Remsen et al. (2017), & Avendaño J. et al., (2017) reportan para Colombia 1909 especies, repartidas en 31 órdenes y 90 familias. Colombia cuenta con 79 especies endémicas, 193 casi-endémicas (Chaparro- Herrera S., Echeverry- Galvis M., Córdoba- Córdoba S. & Sua- Becerra A. 2014), 275 especies migratorias, estas últimas según Avendaño J. et al., (2017) aumentan en 15 especies boreales y 124 especies australes, 246 especies acuáticas entre residentes y migratoria (Cortés et al., 2011) y 140 especies amenazadas según la UICN (Renjifo, L. M. et al., 2002, 2013 en prensa).



La urbanización es un proceso continuo que produce una gama de ambientes (jardines, grupo de árboles, arbustos, pastizales, lagos) de diferentes densidades y patrones de asentamiento humano, donde cada, por separado o la mezcla de estos representan hábitats disponibles para las aves urbanas (Villegas M. & Garitano-Zavala Á., 2008). Sin embargo, la degradación y fragmentación del hábitat natural pueden afectar la riqueza y abundancia de las especies (Gómez-Moreno et al., 2015; Brito et al., 2016); aunque la urbanización ocasiona la reducción y fragmentación de la vegetación nativa y modifica las comunidades de fauna residentes (Villegas M. & Garitano-Zavala Á., 2008), la existencia de zonas verdes permiten la formación de islas de vegetación dentro de las ciudades (Costro-Torreblanca & Blancas, 2014) estableciendo sistemas diversos y complejos, lo cual resulta en un paisaje heterogéneo (Aranzana, 2015; Gómez-Moreno et al., 2015) que pueden influir de manera significativa en la riqueza y abundancia de las especies y en la presencia de especies nativas (Brito et al., 2017).

Estudios en Latinoamérica han revelado que la urbanización causa la degradación del hábitat y reduce la biodiversidad (Delgado-V. C. & Correa-H. J., 2013). Sin embargo, estudios han determinado que la diversidad de la vegetación, el volumen del follaje en áreas urbanas y suburbanas sumados a la presencia de vegetación nativa están relacionados con una alta riqueza y abundancia de especies de aves (Rivera-Gutiérrez H., 2006; Londoño-Betancourth J., 2013), en contraste Peña-Núñez J. & Claros-Morales A. (2016), han expuesto que los patrones de diversidad también están relacionados con ecosistemas que presentan alto grado de intervención.



En Colombia diferentes estudios se han realizado en áreas urbanas y periurbanas, sobre todo para la zona Andinas de la cordillera occidental y Central (e.g. Marín O., 2005; Rivera-Gutiérrez H. 2006; Muñoz M. C., Fierro-Calderon K. & Rivera-Gutierrez H., 2007; Londoño-Betancourth J., 2013; Cruz-Bernate et al., 2014; Peña-Núñez J. & Claros-Morales A., 2016) y para la cordillera oriental en el Municipio de Malaga, departamento de Santander la mas reciente investigación en esta centrada en la evaluacion del efecto de la transformación del paisaje en murciélagos (Moreno C. et al. (2017), un grupo de funciones ecológicas amplias semejantes al de las aves.

Para Colombia se ha sugerido que las áreas urbanas pueden soportar una gran cantidad de especies, considerando, aquellas que consiguen establecerse y proliferan en ambientes de ecosistemas urbanos, logrando encontrar los recursos necesarios para cumplir su ciclo de vida (Muñoz M. C. et al., 2007). Investigaciones con enfoques ecologicos y diversidad de rasgos funcionales de los organismos (características morfológicas, bioquímicas, fisiológicas o comportamentales) han contribuido significativamente a comprender los efectos de la urbanización sobre la biodiversidad, basadas en la observación y evaluación de aspectos ecológicos a partir de las características de interacción de las especies con el entorno biológico, físico, químico, entre otros (Moreno C. et al. 2017).

Las aves son un grupo que por su diversidad de habitos tróficos, rasgos morfológicos y comportamentales los convierte en el grupo faunístico con la mas alta gama de funciones ecológicas (polinización, dispersión de semillas, control de la poblaciones plaga) entre los vertebrados (Sekercioglu, 2006). La mayoría de las plantas pioneras neotropicales producen frutos carnosos para que sus semillas sean ingeridas y dispersadas por vertebrados y son las aves que por



sus capacidades de adaptación y movilidad les permite explotar los recursos disponibles (Acuña S., Porras C., Ramírez O. & Gastezzi-Arias P., 2017).

Apoiados en las ideas de ecología funcional (FD), se propone evaluar la diversidad taxonómica, funcional y uso de hábitat de aves de un mosaico de bosque seco tropical (Bs-T) en Cúcuta, Norte de Santander, Colombia; ya que es posible que a través de FD se determine cómo las transformaciones y motores de cambio afectan o no las condiciones de la biodiversidad (Díaz y Cabido, 2001; Sekercioglu, 2006). Así mismo, Moreno C. et al., 2017 refiere, en base a la heterogeneidad del paisaje y la utilidad del suelo, se puede determinar las funciones ecológicas que se establecen con la perturbación antrópica. Sin embargo, los resultados obtenidos en esta investigación posibilitarán la comparación con grupos taxonómicos (semejante en requerimientos tróficos) que permitan la toma de decisiones en procesos de conservación desde la implementación de herramientas de manejo del paisaje, enfocadas a ciertos grupos con diversidad trófica, ya que, al mantenerse un hábitat adecuado para estos, se permite el establecimiento de especies con requerimientos más específicos.



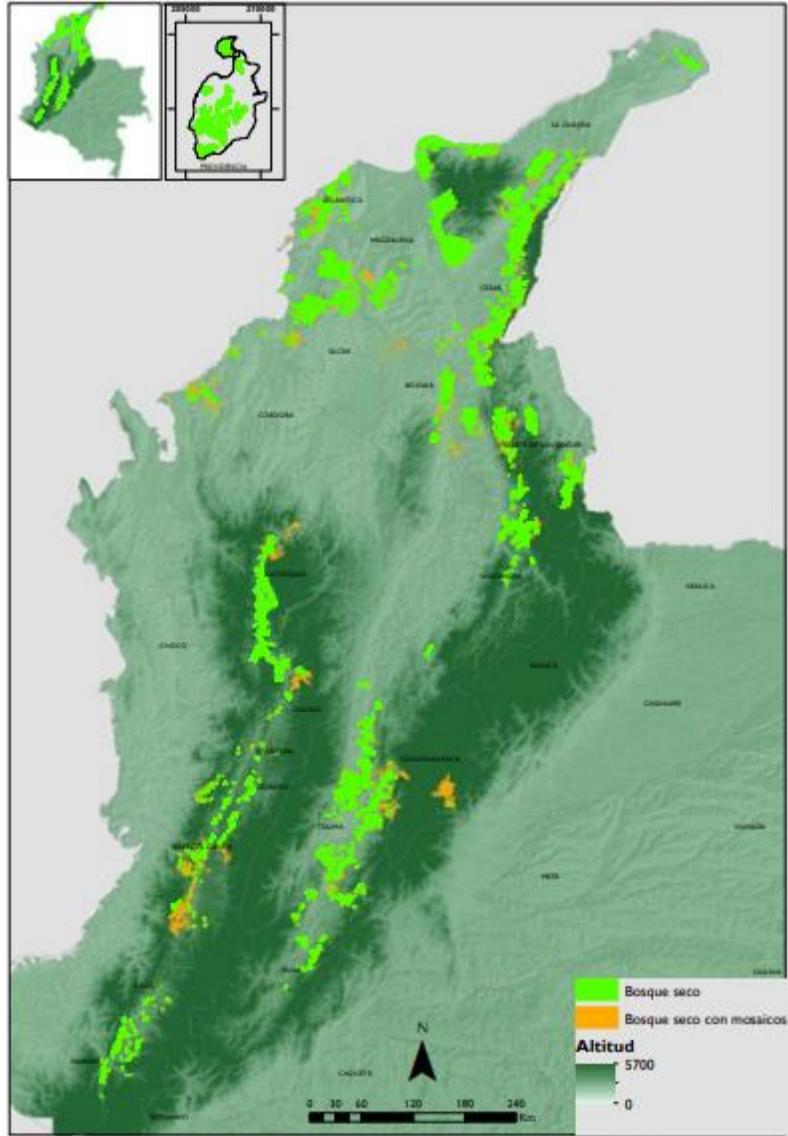
## MARCO DE REFERENCIA

### **Bosque Seco Tropical (Bs-T) y Áreas Urbanas**

El Bs-T es un ecosistema que está localizado sobre las regiones tropicales y subtropicales abarcando una extensión de 1.7 millones de Km<sup>2</sup>. A nivel mundial el bosque seco tropical representa el 42% de la cobertura original, sin embargo, debido al constante establecimiento de sistemas agropecuarios (González-M et al., 2014), es un ecosistema críticamente degradado y fragmentado (Pizano C., Cabrera M. & García H. 2014, y Palacio et al., 2014), de modo que es considerado un ecosistema con prioridad para la conservación (González-M et al., 2014).

El 54% de este ecosistema se localiza en América del Sur, distribuido en Brasil, Bolivia, Perú, Ecuador, Venezuela y Colombia (Pizano C. et al., 2014), en este último se distribuye en seis regiones biogeográficas (Valle de río patia en el sur del Valle geográfico del Cauca, Valle del río Cauca, el alto y medio Valle del río Magdalena, Santander, Norte de Santander, la Costa Caribe y la Orinoquía) (Imagen 1), como se afirmó anteriormente la perturbación antrópica ha generado una pérdida continua de los hábitats naturales (González-M et al., 2014) en la que se ha perdido gran parte de la cobertura vegetal original formando relictos dispersos distribuido en un mosaico de fincas y propiedades privadas (González-M et al., 2014), de modo que la distribución actual del Bs-T está directamente relacionada con los procesos de deforestación y colonización (Pizano C. et al., 2014).





**Imagen 1:** Distribución de la cobertura de Bs-T de Colombia, se excluye el Bs- de los Llanos. En verde se muestra la distribución del bosque, mientras que en naranja se muestran los bosques en varios estados de sucesión, inmersos en mosaicos como pastizales y cultivos (Pizano C. et al., 2014).



El Bs-T se caracteriza por presentar temperatura total anual que oscilan entre los 17°C (Pizano C. et al., 2014), 24°C (Vásquez-Ramos, Guevara-Cardona & Reinoso-Flórez, 2014) y/o  $\geq 25^\circ\text{C}$  (Olascuaga-Vargas et al., 2014), el grado de precipitación total anual varía entre los 250 – 2 000 mm (varía según el autor) (Vásquez-Ramos et al., 2014Vásquez-Ramos et al., 2014 , Olascuaga-Vargas et al., 2014 y Pizano C. et al., 2014), relaciones de evapotranspiración potencial entre 0.8 y 2.0 “que se presentan en el piso térmico cálido en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 1 000m de altitud” (Vásquez-Ramos et al., 2014Vásquez-Ramos et al., 2014 , p. 22).

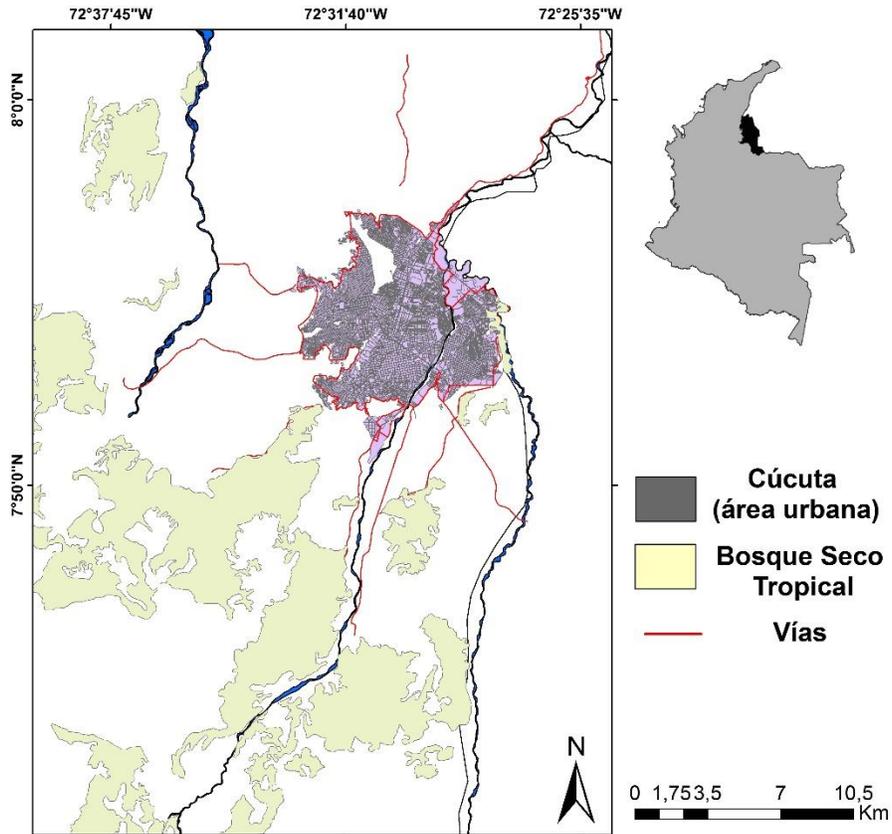
En Colombia se registró una extensión 8 882 854 ha de Bs-T (Vásquez-Ramos et al., 2014), no obstante, este ecosistema es considerado el más el más degradado (Vásquez-Ramos et al., 2014), el menos conocido (Palacio et al., 2014) y el mas afectados por actividades humanas (Alvarado-Solano & Otero Ospina, 2015), de modo que en la actualidad solo persiste el 1.5% de la cobertura vegetal (González-M et al., 2014). Dentro de las principales actividades antrópicas causantes de la transformación del Bs-T esta la explotación agropecuaria, extracción de madera, minería, tala indiscriminada (Vela-Vargas & Pérez-Torres, 2012), desarrollo urbano y cacería (Pizano C. et al., 2014), originando un mosaico (Vela-Vargas & Pérez-Torres, 2012) de fragmentos con cierto nivel de aislamiento (Boom–Urueta et al., 2013) por sistemas agroforestales (Vela-Vargas & Pérez-Torres, 2012) y con estados sucesionales intermedios (Pizano C. et al., 2014).

A pesar de lo anterior es considerado como área estratégica para la conservación de la biodiversidad dado que presenta niveles altos de endemismos (González-M et al., 2014), de grupos funcionales y diversidad beta (Olascuaga-Vargas et al., 2014 y Pizano C. et al., 2014), sin embargo



es un ecosistema en el que la diversidad biológica corre peligro en desaparecer (Vela-Vargas & Pérez-Torres, 2012), poniendo en riesgo procesos ecológicos que aseguran la funcionalidad del ecosistema (Pizano C. et al., 2014).

En la región Norandina, los Bs-T están ubicados en la zona norte de la Cordillera Oriental en los alrededores de Cúcuta (Imagen 2), los Valles de Convención y Ocaña y el Valle del río Chicamocha (Pizano C. et al., 2014). Para el departamento de Norte de Santander los relictos de bosque seco persistentes se encuentran “a lo largo de la ribera del río Pamplonita al sur de San José de Cúcuta y en los municipios de los Patíos, Villa del Rosario, El Zulia, San Cayetano, Sardinata, Convención, Ocaña y Abrego” (Barajas et al., 2004).



**Imagen 2:** Distribución del bosque seco tropical (Bs-T) de Cúcuta Norte de Santander, Colombia.

La urbanización es un proceso continuo que produce una gama de ambientes (jardines, grupo de árboles, arbustos, pastizales, lagos) de diferentes densidades y patrones de asentamiento humano, donde cada, por separado o la mezcla de estos representan hábitats disponibles para las aves urbanas (Villegas M. & Garitano-Zavala, 2008), sin embargo la degradación y fragmentación del hábitat natural pueden afectar la riqueza y abundancia de las especies (Gómez-Moreno et al., 2015 y Brito et al., 2017), aunque la urbanización ocasiona la reducción y fragmentación de la vegetación nativa y modifica las comunidades de fauna residentes (Villegas M. & Garitano-Zavala. 2008), la existencia de zonas verdes permite la formación de islas de vegetación dentro de las ciudades (Costro-Torreblanca & Blancas, 2014) estableciendo sistemas diversos y complejos, lo cual resulta en un paisaje heterogéneo (Gómez-Moreno et al., 2015 y Aranzana, 2015) que pueden influir de manera significativa en la riqueza y abundancia de las especies y en la presencia de especies nativas (Brito et al., 2017).

Como lo menciona Muñoz M., Fierro-Calderón & Rivera-Gutiérrez (2007), en Colombia se ha encontrado que las áreas urbanas pueden soportar una gran cantidad de especies, aquellas que consiguen establecerse y proliferar en ambientes de ecosistemas urbanos logran encontrar los recursos necesarios para cumplir su ciclo de vida (Muñoz M. et al. 2007), es probable que las aves que viven en zonas urbanas hayan sufrido procesos adaptativos ante la transformación antrópica y diferenciarse de sus congéneres que habitan en zonas naturales (Brito et al., 2017).



Las perturbaciones antrópicas producen heterogeneidad en el paisaje determinando la estructura del hábitat (Brito et al., 2017) e influyen en la distribución (horizontal o vertical) de las comunidades de aves (Brito et al., 2017), ya que ofrece condiciones que pueden presentar hábitats para determinadas especies (Gómez-Moreno et al., 2015). Las aves urbanas representan un grupo ecológico y taxonómico muy diverso, desempeñan varios servicios ecológicos como por ejemplo ser especies indicadores de la capacidad de la ciudad para albergar fauna silvestre controladora de plagas, polinizadoras, dispersoras de semillas entre otras (Brito et al., 2017).

La intervención del hombre ha originado nuevas funciones, modificando los ecosistemas naturales preexistentes (remanentes de bosques) creando mosaicos estrechamente relacionados con las prácticas culturales y de desarrollo económico de una zona o región (Torrez-Gómez et al., 2009). Rivera-Gutiérrez (2006) refiere, en diferentes países de la zona templada se ha establecido que la diversidad de la vegetación y el volumen del follaje en parches urbanos y suburbanos (Gómez-Moreno et al., 2015) con niveles de urbanización moderado (Aranzana, 2015), sumados a la presencia de vegetación nativa están asociados con una alta riqueza y abundancia de especie de aves (Gómez-Moreno et al., 2015), ya que se aumentan la diversidad y riqueza de los recursos disponibles (Aranzana, 2015) siendo lugares importantes para la conservación de especies.

No obstante, ciertas especies son sensibles a la perturbación de su ambiente o bien a los cambios en el tamaño de las áreas verdes, a la presencia de construcciones así como a los disturbios asociados en la cercanía de poblaciones humanas; incluso, existen especies especialistas de un determinado tipo de vegetación, poniendo a prueba su habilidad para persistir en ambientes degradados o transformados (Gómez-Moreno et al., 2015), así que, la ocupación de la fauna en



ambientes degradados está condicionada por la capacidad de dispersión de cada especie (Aranzana, 2015).

### **Fragmentación y Transformación del Paisaje**

La regeneración de los bosques secundarios y plantaciones forestales han venido aumentando la cobertura vegetal, sin embargo la modificación del paisaje a causa de la actividad humana es la principal huella ecológica (Suazo Ortuño, 2009), considerada como la principal amenaza para la biodiversidad (González, 2015), dado que el grado de transformación del paisaje determina en parte la tendencia, la inclinación, la estructura, la función, la distribución y el comportamiento del ecosistema (McDonnell & Pickett 1990).

Las continuas transformaciones a causa del establecimiento de poblaciones humanas son denominadas como urbanización (Scherer-Neto & Toledo, 2012) y al igual que la sobre explotación del suelo en busca de aumentar la productividad primaria, no consideran los efectos negativos sobre la diversidad biológica y el funcionamiento del ecosistema (Suazo Ortuño, 2009). A medida que las regiones tropicales son transformadas por actividades antropogénicas (Martines M. 2008) ocasionan cambios estructurales del hábitat, considerándose la causa en el declive de la mayoría de las poblaciones de vida silvestre y de pérdida de la biodiversidad (Suazo Ortuño, 2009), ya que el tamaño, el nivel de aislamiento, la forma, el colindar con otro hábitat que difiere abruptamente (efecto borde) (Scherer-Neto & Toledo, 2012) y la calidad del hábitat (León Lleras, 2013) afectan directamente a la comunidad de aves (Scherer-Neto & Toledo, 2012), dado que implica la remoción, reducción y aislamiento de la vegetación nativa, generando efectos sobre el



tamaño de las poblaciones y el número de individuos a causa del endemismo, selección, preferencia, uso de hábitat y tolerancia de cada una de las especies (León Lleras, 2013).

La transformación de la vegetación nativa es ocasionada por la fragmentación, la cual es un proceso dinámico en el que se va convirtiendo un hábitat de gran tamaño en varios fragmentos con un área menor al original (García-García, 2013), implicando que el hábitat remanente este dividido en fragmentos de tamaños, formas, y grados de aislamiento variables inmersos en una matriz de hábitat modificado (Suazo Ortuño, 2009); en general es la presencia de la matriz del paisaje modificado la que genera varias repuestas a nivel vegetal y animal, en primer lugar repuestas positivas: en el incremento de la población de especies pioneras y/o oportunistas (Scherer-Neto & Toledo, 2012), favorecidas por la disminución de competencia, depredación y el incremento de algunos recursos (agua, alimento, lugares anidación, refugios, entre otro), y en segundo lugar, repuestas negativas: como la disminución en el tamaño poblacional de las especies especialistas (Seijas et al., 2011) y el aumento del parasitismo.

Los efectos de la fragmentación del hábitat sobre la diversidad biológica pueden ser muy variables y depende de factores como: características del taxón, escala espacial, tipo de hábitat, características del paisaje, tipo de repuesta de las poblaciones ha modificaciones del paisaje y la aparición de sinergias entre diferentes procesos, ya que cada individuo responde de manera diferente dependiendo de los requerimientos propios de la especie (alimentación, refugio, espacio, etc.) (Salinas, 2008).



Estudios realizados en la selva amazónica demuestran que la principal perturbación para la avifauna son las grandes transformaciones a la que son sometidos los bosques en su estado natural, llevando a varias especies a la extinción (Scherer-Neto & Toledo, 2012), no obstante Suazo Ortuño (2009) refiere, “La respuesta de vertebrados a la modificación del hábitat ha sido ampliamente explorada, sin embargo, los estudios están sesgados en más de un orden de magnitud hacia aves y mamíferos”. Así que, la conservación de la biodiversidad se hace cada vez más importante, no solo en áreas protegidas, sino también el impulsar la visión de conservar en las matrices productivas (Martines M. 2008).

### **Diversidad Funcional (FD)**

Diversas investigaciones han establecido la importancia de las aves como vínculos móviles en la dinámica y función de los recursos naturales así como en sistemas dominados por el hombre (Sekercioglu, 2006), la FD se define según Ballesteros & Pérez-Torres (2016), como el grado de diferencia de los caracteres funcionales intra-específicos e inter-específicos considerando que cada individuo y/o especies tienen características funcionales que intervienen en las propiedades del ecosistema, de modo que la pérdida de un grupo funcional ocasionaría cambios en las propiedades del hábitat (Ballesteros & Pérez-Torres, 2016).

En ecología la diversidad ha estado estrechamente relacionada con la abundancia y la uniformidad de las especies que se encuentran en una misma área, la diversidad como tema para investigación científica se ha abordado desde diferentes perspectivas, van desde el componente histórico y evolutivo hasta la conservación de la biodiversidad con especial énfasis en especies raras, en



peligro de extinción en zonas altamente diversas y especies sombrillas y/o emblemáticas (Cumming & Child, 2009).

Las aves son un grupo diverso y poseen la gama más alta de funciones ecológicas entre los vertebrados (Sekercioglu, 2006) prestando diversos servicios ecosistémicos; la morfología, fisiología y fenología (rasgos morfológicos) de las especies están relacionados con respuestas a factores ambientales como la perturbación y fragmentación de los ecosistemas (Ballesteros & Pérez-Torres, 2016), las cuales afectan el estado de las poblaciones de especies silvestres (Zaccagnini et al., 2002). Sin embargo, cambiar la idea que las aves tienen poca influencia sobre los procesos ecológicos ha sido compleja, de esta manera surge la necesidad apremiante de comparar las funciones ecológicas y tratar de entender cómo estas funciones se traducen en servicios al ecosistema y estimar implicaciones ecológicas en la disminución de la avifauna (Sekercioglu, 2006).

Las características funcionales de los individuos influyen en las propiedades de los ecosistemas (Ballesteros & Pérez-Torres, 2016), de ahí que varios estudios realizados desde el punto de vista de las FD demuestren su importancia aportando información valiosa sobre patrones y procesos de los ecosistemas, sin embargo y a pesar de la información obtenida la investigación tiende a enfocarse hacia la taxonomía de especies (Cumming & Child, 2009), además para la ecología sigue siendo importante realizar investigación desde el punto de vista de la competencia y estructura de la comunidad y procesos evolutivos, en definitiva ha surgido cierta oposición entre algunos hilos



de la investigación de la biodiversidad presentándose la inconformidad entre la diversidad taxonómica y diversidad funcional (FD) (Cumming & Child, 2009).

Tanto la diversidad filogenética, taxonómica y funcional se están efectuando como herramienta clave para la subsistencia de los ecosistemas, esta última ha sido el centro de estudios recientes que evalúan la estabilidad o cambios en los procesos ecosistémicos (Brandl & Bellwood, 2013). La FD mide el rango y los valores de los atributos de las especies presentes en una comunidad exhibiendo la composición de los organismo, por lo tanto las métricas de la diversidad funcional tiene ventajas potenciales para la ampliación de la teoría de islas (fragmentos más pequeños y más aislados contendrán un menor número de especies en relación con sus homólogos); de igual modo la FD estima parámetros adicionales como las diferencias de composición y diferencias ecológicas entre las especies (Zhifeng Ding, Feeley K., Wang Y., Pakeman R. & Ding P., 2013), así, por ejemplo la SAR (relación especie-área) y la FAR (relación función-área), cuantifican diferencias espaciales entre patrones taxonómicos y funcionales, aceptadas en ecología (Fisher et al., 1943), así mismo presentan índices complementarios como Fric (riqueza funcional), Feve (uniformidad funcional) y FDiv (divergencia funcional) que al comparar los con otros índices de diversidad cumplen con todos los criterios (Zhifeng Ding et al., 2013 y Ma M. & Herzon I. 2014).

Los estudios liderados que tratan de evaluar la función de las especies en el ecosistema utilizan la diversidad funcional (FD), por los tanto de los rasgos fenotípicos se deriva una clasificación de la correspondiente especie de nicho (Brandl & Bellwood, 2013), es decir, “el papel funcional de una especie es tratado con frecuencia como la equivalencia a su nicho ecológico”, donde el nicho



ecológico o funcional es el volumen potencial que una especie ocupa delimitada por factores bióticos y abióticos considerando que la especie específica presenta características propias como atributos morfológicos o fisiológicos siendo estos los únicos determinantes, es decir un nicho formado (Brandl & Bellwood, 2013).

En un inicio el funcionamiento ecosistémico era relacionado de manera directa con la riqueza y diversidad de las especies, se asumía que a mayor diversidad específica mayor estabilidad dentro del ecosistema (Dzul, 2010), sin embargo, la FD no necesariamente esta correlacionada con la riqueza de especie dado que las especies que dominan los procesos funcionales del ecosistema no son necesariamente las más numerosas (Ballesteros & Pérez-Torres, 2016). La diversidad funcional no pretende reemplazar las formas clásicas de estudiar y sistematizar la biodiversidad o las formas de comprender la evolución de las características interespecíficas, más aún pretende ser un enfoque complementario (Dzul, 2010) que ayude a entender en una aproximación integrativa como varia la composición, estructura y función entre los grupos (Kusch et al., 2016, Ding et al., 2013), su influencia y respuesta en los procesos ecosistémicos (Dzul, 2010).

La variación en los grupos funcionales no captura completamente la dinámica de la red trófica, pero permite considerar cambios (Cumming & Child, 2009); los rasgos funcionales de la especie son atributos fenotípicos del individuo agremiado con su biología y función ecológica (Kusch et al., 2016) proporcionando una taxonomía alternativa relacionada estrechamente con la red trófica y los ecosistemas funcionales, la ocurrencia o frecuencia de cada patrón funcional (Cumming & Child, 2009) influye en los procesos ecológicos (Kusch et al., 2016), al mismo tiempo ofrece



atractivas ideas sobre una serie de problemas especiales, explícitos en ecología y conservación, como la cuantificación de la variación espacial en la flexibilidad o resistencia de los ecosistemas a la pérdida de especies y la integración de los procesos de los ecosistemas en la planificación enfocada a la conservación como un método que permite cuantificar el declive en la riqueza de especies locales en un hábitat disponible (Cumming & Child, 2009).

Los patrones de la biodiversidad han sido objeto de una gran variedad de estudios sin tener en cuenta las implicaciones ecológicas y servicios ecosistémicos que están siendo perturbados por la acelerada disminución y extinción de la fauna, dado el impulso del cambio climático y la pérdida de hábitats pone de manifiesto el aumento de especies especialistas que se limitan a un solo tipo hábitat, permitiendo el progresivo aumento de especies generalistas e invasoras (Şekercioğlu et al., 2004), es decir se pierden especies funcionales, por lo tanto la pérdida de la diversidad funcional dentro de un ecosistema puede disminuir la estabilidad de los servicios ecosistémicos (Ballesteros & Pérez-Torres, 2016) dado que se pierden por ejemplo, especies dispersora de semillas y polinizadoras específicas de una comunidad de plantas dependientes, incrementando el riesgo de extinción de las especies por la pérdida de procesos mutualistas (Şekercioğlu et al., 2004).

### **Gremios ecológicos**

Richard Root (1967) define el término gremio como, “grupo de especies que explota la misma clase de recursos ecosistémicos de una manera similar”, agrupando especies con requerimientos semejantes de nicho sin considerar la posición taxonómica (Sánchez et al., 2007; López de Casenave, 2001), el termino parece tener numerosas virtudes, ya que permite agrupar especies no



emparentadas (López de Casenave, 2001), aunque simpátricas e involucradas en una interacción competitiva (González-Salazar C. et al., 2014) acordes al rol funcional que cumplen en la comunidad (López de Casenave, 2001).

Para algunos ecólogos el termino gremio carece de claridad y bases teóricas, dando origen a una polémica en torno al término propuesto por Root (González-Salazar C. et al., 2014), la aceptación que tuvo su definición y la gran cantidad de estudios que se desplegaron a partir de este, ocasiono la proliferación del término entrando en la ambigüedad (López de Casenave, 2001), perdiendo precisión y adquiriendo una variedad de significados (González-Salazar C. et al., 2014) pasando a ser conocido como constructo meramente artificial que solo existía en la mente de los ecólogos (López de Casenave, 2001).

Simberloff & Dayan (1991) sugirieron restringir el termino, no obstante los ecólogos seguían utilizando la idea del léxico demostrando su importancia proponiendo definiciones mucho más amplias en la que se utilizaron esquemas jerárquicos complejos y abarcadores (ver tabla 3, en López de Casenave, 2001, p. 13), así mismo el concepto desde el punto de vista de la ecología se ha usado desde tres perspectivas importantes “(1) estudios que apuntan a como las especies pertenecientes al mismo gremio dividen los recursos, (2) estudios de comunidades individuales para identificar los recurso que determinan la estructura de la comunidad y (3) comparaciones de diferentes comunidades en entornos similares o contrastantes” (González-Salazar C. et al., 2014).



Términos como gremio estructural, gremio de gestión y gremio funcional se han propuesto para dar mayor precisión al concepto de gremio, de esta forma el primero agrupa especies que utiliza el mismo recurso pero no necesariamente de la misma manera, el segundo agrupa especies con respuestas similares a cambios en el ambiente y por último la agrupación de especies que responden de manera similar a factores ambientales (González-Salazar C. et al., 2014), por otra parte algunos estudios han propuesto diferentes tipos de agrupación de especies, Gittay & Noble (1997) plantean agrupar a las especies basados en el uso del recurso en: grupo estructural y grupo funcional, así como la agrupación de especies, basados en la respuesta de la especie a los cambios ambientales en: grupo de respuesta y grupo funcional, además Wilson (1999) sugirió usar el termino gremio alfa para agrupar especies que usan el mismo recurso, y gremio Beta para agrupar aquellas especies que enfrentan condiciones ambientales diferentes (tabla 1) (López de Casenave, 2001).

La adaptación para la alimentación es una de las características importantes en la evolución de las aves incluye modos de locomoción, sistema digestivo (Colorado, 2004), tipo y longitud de las patas (describen la forma en la que exploran los diferentes hábitat y los diferentes recursos dentro de estos) (Villavicencio et al., 2012), y la estructura del pico, esta última es uno de los caracteres más descriptivos y claves por lo que el tamaño, forma y fortaleza influyen en la dieta y tasa de ingesta del alimento (Colorado, 2004, Villavicencio et al., 2012), sin embargo el comportamiento de forrajeo de las aves no sólo está determinada por su anatomía y morfología sino también por la distribución, abundancia (Flores et al., 2001), disponibilidad y variación del alimento (Colorado, 2004, Villavicencio et al., 2012), así como la estructura de la vegetación y los recursos asociados (Mileši et al., 2002).



El éxito del forrajeo de las aves depende de la forma y elección en la explotación de los recursos disponibles en los diferentes niveles del bosque (Villavicencio et al., 2012), por lo que combinando con sus caracteres morfológicos, los métodos de búsqueda, la experiencia y la elección de ciertos sitios de forrajeo pueden llevar a la elección y uso repetitivo de estos lugares entre especies, géneros o familia (Colorado, 2004), considerando que estas características están condicionadas directamente por la selección natural a través de la competencia por el alimento (Villavicencio et al., 2012), de manera que las especies pueden estar agrupadas dentro de pequeñas unidades llamadas gremios ecológicos (Colorado, 2004).

Los ecólogos le han dado importancia a las diferentes formas de agremiar a las especies dado que se ha agremiado en base al uso del hábitat, sitio de nidificación y polinizadores de hospedadores (López de Casenave, 2001), aunque en la mayoría de los estudios se le ha dado mayor relevancia a la agremiación por el uso del hábitat, técnicas utilizadas para el forrajeo y el alimento considerando que esta última es un recurso limitante que genera patrones comunitarios al ser distribuidos entre las especies, y que los patrones de alimentación son los más característicos en la dieta por consiguiente permiten su determinación, sin embargo eso no significa que las poblaciones están siendo afectadas necesariamente por el recurso de alimento ni que la comunidad este estructurada en función del mismo (López de Casenave, 2001). De este modo, Root (1967) refiere, es más informativo la manera en cómo las especies explotan los recursos (insectívoro-dosel, insectívoro-herbazal) sobre como las especies cumplen el espacio de nicho en base a su papel ecológico (Milesi et al., 2002).



En este contexto, realizar estudios morfométricos de diferentes organismos no sólo resulta importante para conocer la especialización que se han fijado en las distintas especies que coexisten en un paisaje fragmentado a través del proceso de selección natural, sino que también permite conocer los mecanismos de disyunción en la utilización de los diferentes recursos disponibles como el alimento (Chávez- Villavicencio et al., 2012), contribuyendo a la comprensión de los mecanismos asociados con la diversidad y análisis entre las relaciones ecológicas de las especies (López de Casenave, 2001).

**Tabla 1.** Clasificación de grupos ecológicos de especies propuestas por Wilson (1999). Para más detalles ver López de Casenave, 2001, tabla 3, pág. 13).

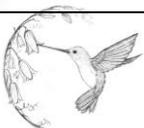
<b>Gremio alfa</b> (basado en uso de recursos)	<b>Rootianos</b>	<b>Gremios rootianos a priori subjetivos</b>	
		<b>Gremios rootianos a priori comprobados</b>	
		<b>Gremios rootianos objetivos de caracteres</b>	
	<b>Intrínsecos</b>	<b>Gremios intrínsecos</b>	
<b>Gremios beta</b> (basados en condiciones ambientales)	<b>De distribución</b>	<b>Gremios de distribución espacial</b>	
		<b>Gremios de distribución temporal</b>	
	<b>De caracteres</b>	<b>De caracteres descriptivos</b>	<b>Gremios subjetivos de caracteres beta</b>
			<b>Gremios objetivos de caracteres beta</b>
		<b>De respuesta a factores ambientales</b>	<b>Gremios de respuesta</b>



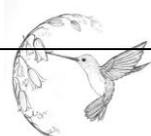
Dada la importancia ecológica de las aves en la tabla 2, se muestra una descripción general de sus funciones y servicios ecológicos, de manera análoga permitían detallar la importancia y sus contribuciones al funcionamiento de los ecosistemas naturales y ecosistemas dominados por humanos, a su vez permite agrupar a los individuos observados en uno de los grupos funcionales acá mencionados.

**Tabla 2.** Principales servicios de las aves en los ecosistemas y consecuencias de la pérdida de los grupos funcionales.

<b>Grupo Funcional</b>	<b>Proceso Ecológico</b>	<b>Servicio Ecosistémico y Beneficio Económico</b>	<b>Consecuencias Negativas de Perdida de Grupo Funciones</b>
Frugívoros	Dispersor de semillas	Remoción de semillas del árbol parental, mejorar la germinación, mayor rendimiento económico, aumento del flujo de genes, recolonización y restauración de ecosistemas perturbados.	Alteración de dispersión mutualista, reducción de la remoción de semillas, bajo el árbol parental, reducción del flujo de genes y germinación, reducción o extinción de especies dependientes.
Nectarívoro	Polinizador	Exogamia de las especies dependientes	Limitación de polinizadores, consanguinidad y rendimiento reducido del



		o de importancia económica.	fruto, consecuencias evolutivas, extinción.
Carroñeros	Consumo de carroña	Eliminación de cadáveres, reciclaje de nutrientes, sanidad.	Descomposición más lenta, incremento en cadáveres, aumento de especies indispensables, focos de enfermedad.
Insectívoros	Predación de invertebrados	Control de la población de insectos, reduce daño a las plantas alternativa a los pesticidas.	Pérdida del control natural de plagas, focos de plagas, pérdida de cosechas, cascada trófica.
Piscívoros o Ictiófagos	Depredación de peces e invertebrados y producción de guano	Control de especies no deseadas, deposición de nutrientes alrededor de colonias, formación de suelos en ambientes polares, indicadores de la población de peces, monitores ambientales.	Perdida de guano y nutrientes asociados, empobrecimiento de las comunidades asociadas, pérdida de los recursos socioeconómicos y monitores ambientales de la cascada trófica.
Rapaces	Predación de vertebrados	Regulación de poblaciones de roedores dispersores secundarios.	Foco de plaga de roedores, cascada trófica, efectos indirectos.
Todas las especies	Diverso	Monitoreo ambiental, efectos indirectos, el turismo observación de aves, reducción de los residuos agrícolas,	Perdida de los recursos socioeconómicos y monitoreo ambiental consecuencias impredecibles.



		usos culturales y económicos.	
--	--	-------------------------------	--

### **Estudios sobre Aves en Colombia**

Estudios sobre la comunidad de aves en bosques fragmentados están repartidos en diferentes biomas, estos carecen de análisis en la dinámica poblacional a largo plazo y son aún escasos en vista a la gran diversidad (Scherer & Toledo, 2012), la fragmentación y transformación del paisaje ha tenido un impacto negativo sobre la comunidad de aves nativas (Cárdenas et al., 2003) reduciendo el número total de las especies y se considera que las más afectadas son aquellas de alta importancia para la conservación, esto permite observar que la aves sufren impactos poblacionales graves que llevan a muchas a la extinción local (Scherer & Toledo, 2012).

Aunque la comunidad de aves puede equilibrarse por el desplazamiento que posee cada especie para alejarse de un entorno hostil (Scherer & Toledo, 2012) hay especies con rangos de distribuciones amplios que son valoradas como especialistas y en algunos casos dependen de cierto tipo de hábitat (Salinas, 2008; Martínez & Rechberger, 2007), además muchas de la especies de aves asociadas a bosques disminuyen como las insectívoras de sotobosque (familia Formicariidae) (Salinas, 2008), por otra parte varias de la especies tienen baja tasa de colonización y permanecen en los fragmentos dado que no poseen la capacidad de cruzar distancias < 100m o son especies con pequeñas distribuciones geográficas (Scherer & Toledo, 2012), así mismo estudios realizados



sobre la composición de aves en paisajes transformados manifiestan que las insectívoras de sotobosque son observadas ocasional y esporádicamente, considerando que son especies sensibles a la fragmentación (Salinas, 2008).

Salinas (2008) refiere, la heterogeneidad vegetal es ocasionada por los procesos de fragmentación determinando la distribución de la población de aves en los paisajes, esta distribución puede afectar a las poblaciones, ya sea por la pérdida de especies especialistas o por los cambios en la composición. Además, se ha documentado la reducción de la diversidad de especies, donde se modifica la composición de la comunidad de aves e interrumpir procesos ecológicos (Cárdenas et al., 2003) como la polinización, desarrollo, depredación, germinación y dispersión de semillas, este último es uno de los procesos biológicos más importantes involucrados en la regeneración natural de poblaciones vegetales (Pérez et al., 2013).

La fragmentación produce la separación de un hábitat continuo en dos o más fragmentos aislados entre sí, por un mosaico de hábitats con distintos grados de alteración llamado matriz (Herrera, 2011). Estudios han demostrado que la mayor riqueza y diversidad de especies de aves está asociada con la cobertura vegetal, encontrando una relación entre la presencia-ausencia de especies asociadas a hábitat boscosos y la mayor riqueza de especies arbóreas (Salinas, 2008). El trabajo realizado por Simonetti (2007) y Salinas (2008) exponen, la calidad del hábitat puede ser evaluada indirectamente por las características propias de los individuos que lo habitan, ya que la riqueza de aves se encuentra positivamente correlacionada con la cobertura del sotobosque; además las



aves han sido consideradas excelentes bioindicadores tanto por el número de especies como por los requerimientos ecológicos específicos de estas (Hinterholzer-Rodríguez, 2010).

Varias teorías ecológicas se han planteado para poder explicar la estructura comunitaria en el interior de los fragmentos, entre estas está la hipótesis de muestreo, umbrales de extinción, corredores biológicos, metapoblaciones y diseño de reservas y áreas protegidas (Herrera, 2011), esta última recopila las consideraciones de las teorías anteriormente mencionadas, encaminando estrategias para la conservación de la biodiversidad en ecosistemas fragmentados buscando disminuir el efecto borde y el aislamiento espacial entre fragmentos, igualmente hay que tener en cuenta que cada fragmento tiene propiedades específicas como el tamaño, número, forma y grado de aislamiento (Herrera, 2011).

### **Estudios de Avifauna en Área Urbanas y Periurbanas en Colombia**

Colombia es reconocida por su asombrosa y alta diversidad de especies de aves silvestres, cuenta con 1909 especies de aves de las cuales 79 especies son endémicas, 193 casi endémicas (Chaparro- Herrera S., et al 2017), 275 migratorias, estas últimas según Avendaño J. et al., (2017) han aumentan en 15 especies boreales y 124 especies australes y 246 especies acuáticas entre residentes y migratoria (Cortés et al., 2011).

Varios estudios ornitológicos se han realizado en el país desde revisiones en colecciones científicas (Pacheco, 2005), especies indicadoras de la calidad ambiental (Hernández et al., 2010), inventarios



y estudios ecológicos (Delgado-V. C. & Correa-H. J., 2013) siendo estos dos últimos los más frecuentes, por ejemplo, en Medellín se tienen un registro de 26 estudios, Bogotá nueve estudios, Cali y Popayán con cuatro estudios cada uno, donde los estudios ecológicos son los más representativos en Medellín y Bogotá, sin embargo para la ciudad de Popayán y Armenia los estudios se centran en la generación de listados de especies (Para más detalle ver, Delgado-V. C. & Correa-H. J., 2013)

Estudios en el área periurbana se han direccionado a evaluar el estado de la avifauna y los cambios que se presentan con los procesos de fragmentación y urbanización; por ejemplo, Rosselli L. et al. (2017), centro su estudio en la evaluación de un relicto de bosque de sabana, en Bogotá durante diez años, en el cual la riqueza y composición de especies de aves iba variando en relación a la comunidad vegetal, a medida que se presentaban etapas sucesionales más avanzadas, se iba realizando el registro de especies características del bosque de sabana como *Picoides fumigatus*, *Mecocerculus leucophrys*, *Myiothlypis nigrocristata*. Este tipo de estudios constituyen una base importante para la toma de decisiones y la aplicación de medidas de manejo con objetivos de sostenibilidad ambiental.

Estudios en Latinoamérica han revelado que la urbanización causa la degradación del hábitat y reduce la biodiversidad (Delgado-V. C. & Correa-H. J., 2013), sin embargo estudios han determinado que la diversidad de la vegetación, el volumen del follaje en áreas urbanas y suburbanas sumados a la presencia de vegetación nativa (Rivera-Gutiérrez H., 2006) presentan varias estructuras de vegetación y heterogeneidad del hábitat (Londoño-Betancourth J., 2013)



relacionados con una alta riqueza y abundancia de especies de aves (Rivera-Gutiérrez H., 2006; Londoño-Betancourth J., 2013), así mismo, otros estudios han expuesto que la alta diversidad también está relacionada con ecosistemas que presentan alto grado de intervención (Peña-Núñez J. & Claros-Morales A., 2016).

Las ciudades de Colombia están evolucionando en complejidad arquitectónica, obras de ingeniería, número de habitantes y extensión (Delgado-V. C. & Correa-H. J., 2013), sin embargo el acelerado y desordenado crecimiento de las ciudades causa el deterioro y pérdida de ambientes naturales y relictos de vegetación (Rivera-Gutiérrez H., 2006), por tal motivo se hace necesario el conocimiento de la biodiversidad y la dinámica poblacional en ambientes urbanos y periurbanos, razón por la cual se han realizado 26 estudios a nivel ecológico, 25 listados de especies y 4 de conservación (Delgado-V. C. & Correa-H. J., 2013).

En relación con lo anterior diferentes estudios se han realizado en áreas urbanas y peri-urbanas, es así como Marín O. (2005), en el campus universitario del Quindío registra 128 especies de aves, Rivera-Gutiérrez H. (2006) en la ciudad de Cali en un área de 8ha registran 114 especies de aves, Muñoz M. C. et al. (2007) en el campus universitario del Valle de la ciudad de Cali registran 93 especies, Londoño-Betancourth J. (2013) en la ciudad de Pereira registra 86 especies, Cruz-Bernate et al. (2014) en el Valle del Cauca registran 76 especies y Peña-Núñez J. & Claros-Morales A. (2016) en la ciudad de Florencia-Caquetá registran 62 especies de aves, en tres de los estudios mencionados las familias más representativas en número de especies fueron Tyrannidae y Thraupidae (Muñoz M. C. et al., 2007, Cruz-Bernate et al., 2014, Peña-Núñez J. & Claros-Morales



A. (2016) seguidas por la familia Fringillidae (Muñoz M. C. et al., 2007) y la familia Parullidae (Cruz-Bernate et al., 2014), sin embargo, en los resultados presentados por Rivera-Gutiérrez H. (2006) la familia Fringillidae es una de las familias más abundantes después de Tyrannidae y, en Marín O. (2005) la familia más abundante es Parullidae después de Tyrannidae.

Las ciudades donde más estudios se han realizado a nivel urbano y peri-urbano son Medellín, Bogotá, Cali, Popayán, Manizales, Ibagué, Armenia, Apartadó, Barranquilla, Quibdó y Santa Marta (Delgado-V. C. & Correa-H. J., 2013), estudios repetitivos en las mismas áreas a través del tiempo permiten diagnosticar y evaluar la calidad del hábitat (Cruz-Bernate et al., 2014), dado que las aves han sido utilizadas como indicadores biológicos eficientes que por medio de su presencia-ausencia revelan la calidad ambiental en áreas naturales, rurales y urbanas (Londoño-Betancourth J. (2013), por lo tanto realizar estudios en áreas urbanas y periurbanas resultan útiles como primeros acercamientos para entender como las especies logran mantenerse en un ambiente proporcionado y para identificar las características del hábitat, necesarias para la conservación de la avifauna (Muñoz M. C. et al., 2007).

### **Estudios de aves en Norte-Santander**

El departamento de Norte de Santander posee un sistema orográfico diverso, en cual se encuentran ecosistemas de alta montaña hasta ecosistemas de bosque seco tropical (Armesto et al., 2013), acorde con lo anterior en el flanco occidental de Cúcuta, Norte de Santander se presenta un enclave de bosque seco tropical; Carrillo-Fajardo M. et al., (2007) es ampliamente conocida por la



explotación minera y cría de ganado caprino, actividades que han causado gran impacto en el ecosistema.

Contribuciones al estudio de la ornitofauna del departamento se han ejecutado por el inglés Wyatt desde 1781, seguidas por las grandes contribuciones a la zoología de Pamplona realizadas por el hermano Nicéforo María desde 1930 a 1972 dejando una colección de pieles que reposan en el Museo la Salle y en el Museo de la Universidad Nacional de Colombia (Toloza, 1982).

De igual modo varios estudios ornitológicos se han elaborado en el departamento, liderados por el programa de Biología de la Universidad de Pamplona, enfocados a la ecología, conservación y biogeografía del grupo; Mogollón et al. (2000) realizaron, la valoración de la avifauna de municipio de Pamplonita encontrando 10 órdenes, 32 familias y 90 especies, Rodríguez (1982) realizó, un inventario preliminar de las aves de Pamplona reportando un conjunto de 138 especies agrupadas en 103 géneros correspondientes a 36 familias las más representativas son: Trochilidae (15), Tyrannidae (14), Thraupidae (14), Fringillidae (12) y Coerebidae (8).

Para el 2010 en la celebración del día de la biodiversidad el Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía (GIEB) realizó un inventario rápido de flora y fauna en Pamplona y Cúcuta Norte-Santander reportando en avifauna 42 especies, 4 de estas por confirmar (Lizcano et al., 2010); Armesto et al. (2013) reportaron 5 especies poco conocidas para el departamento, una migratoria (*C. americanus*) y dos ya conocidas para Norte de Santander, así mismo dan a conocer que las



investigaciones para el grupo de aves son pocas en el departamento y que la distribución geográfica del grupo se reduce a lo conocido en la Hilty y Brown del 1986.

Simultáneamente Gallardo et al. (2013) realizaron, un estudio sobre la avifauna de Pamplona, Norte-Santander apoyada por el GIEB registraron 105 individuos correspondientes a 21 familias representadas así: Accipitridae (2) , Falconidae (4), Caprimulgidae (1), Cardinalidae (1) Columbidae (4), Cracidae (1), Cuculidae (3), Emberizidae (5), Fringillidae (3), Furnariidae (2), Hirundinidae (2), Icteridae (6), Parullidae (5), Picidae (1), Polioptilidae (1), Rallidae (1), Stringidae (1), Thraupidae (17), Trochilidae (7), Troglodytidae (1), Turdidae (4), Tyrannidae (14) yVireonidae (2) (Imagen 1).



**Imagen 3:** Aves de Norte de Santander tomadas de Gallardo et al. 2013.



## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar la diversidad taxonómica, funcional y uso de hábitat de las aves de un mosaico de bosque seco tropical (Bs-T) en Cúcuta, Norte de Santander, Colombia.

### **Objetivos específicos**

- Calcular la diversidad alfa taxonómica en una comunidad de aves de un mosaico de bosque seco tropical en Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. (área urbana y periurbana).
- Determinar los rasgos funcionales locales y de comportamiento asociados a la selección de uso del hábitat.
- Estimar la diversidad funcional en una comunidad de aves inmersas en áreas urbanas y periurbanas dentro del mosaico de Bs-T de Cúcuta, Norte de Santander Colombia.

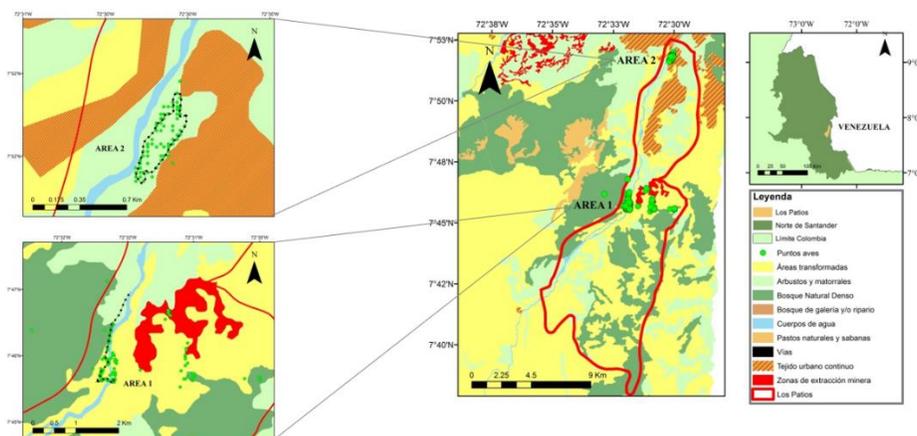


## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estudio se elaboró en el ecosistema de bosque seco a muy seco, situado en las estribaciones de la cordillera oriental, hacia la parte oriental del departamento de Norte de Santander, oscilan entre los 100 y 1000 msnm, la temperatura media anual es de 27°C, perdiéndose una gran cantidad de agua por evapotranspiración exhibiendo suelos muy secos y este pertenecen a la subcuenca del río Pamplonita, en (Suárez F et al., 2004) (Imagen 2).

El área periurbana donde se realizó el muestreo fue la vereda los Vados y el corregimiento San Pedro de Cúcuta (7°45'32,3"N - 72°31'52,2"W) en la finca Prados de los Vados y finca Moros, pertenecientes a la señora Alix Helena Ortiz con una altura promedio de 383 msnm; la zona urbana donde se realizó el muestreo fue el ecoparque, Comfanorte (7°51'44,4"N - 72°30'04,1"W) ubicado en el Km 3 vía Los Patios, en el municipio Los Patios con una altura promedio de 343 msnm (Imagen 1).



**Imagen 4.** Ubicación geográfica del área de estudio dentro del mosaico de Bosque Seco Tropical, área 2: zona urbana (ecoparque Comfanorte) y área 1: zona periurbana de Cúcuta (Los Patios), Norte de Santander. Elaboró: B.Sc. Carlos Caceres.

### **Descripción de la vegetación del área de estudio**

Los tipos de vegetación encontrados en el área de estudio fueron nombrados con base en las leyendas del mapa de Coberturas propuesto para el país a partir de la metodología CORINE Land Cover (2010). Para la verificación en campo se realizó una parcela de 10 x 10 m para el sitio periurbano, lo que permitió proponer 5 estratos vegetales como fueron: dosel, arbustal, herbazal, acuático y suelo, se categorizó la presencia de las aves teniendo en cuenta el estrato, método de forrajeo y comportamiento observado, el tipo de bosque dominante encontrado es seco achaparrado con intervenciones antrópicas como procesos de poda, entresaca y tumba de los alrededores para siembra de cultivos de melón (*Cucumis melo*), explotación caprina, extracción de madera, explotación minera y cacería. Se puede considerar un bosque bajo donde se presenta abundancia de árboles y arbustos con alturas predominante entre los 12 a 8 mts y los 4,5 a 7 mts representando el 68,5% de la vegetación, en algunos otros sitios se presentan herbazales con aproximadamente el 31,6% de la cobertura donde abundan también los arbustos con alturas predominantes entre los 1,2 y 4,2 mts. Según la metodología CORINE Land Cover (2010) el área periurbana está clasificada como bosque fragmentado con pastos y cultivos.

Para el área urbana se realizó un transecto de 1,73 km en el que se iba describiendo los tipos de vegetación, determinando 6 estratos vegetales: dosel, arbustal, herbazal, suelo, acuático y artificial



(cercas, sillas, mallas, cuerdas eléctricas, postas, entre otros), de igual forma se categorizaron las aves en base al sustrato, método de forrajeo y comportamiento observado. Según la metodología CORINE Land Cover (2010) el área urbana está clasificada como paisaje urbano, territorio artificializado con instalaciones recreativas.

## **Métodos de Muestreo**

### **Transectos**

Se realizó un transecto fijo para cada sitio, uno de 2 km para el sitio periurbano y otro de 1,73 Km para el sitio urbano durante los meses de junio a octubre del 2016 y abril del 2017 entre las 6:30-11:00h y nuevamente entre las 15:00-17:30h, se realizaron 11 recorridos para el sitio periurbano y 9 recorridos para el sitio urbano, a lo largo de los cuales se iban realizando observaciones directas de la avifauna presente, con ayuda de binoculares marca Nykon 10x42, cámara Nykon complex p510 de 42x para el registro fotográfico de las especies. Para la determinación de las especies observadas se utilizó la guía de campo de Miles McMullan (2011), Miles McMullan (2014) y guía de aves de Colombia de Hilty & Brown (2009), para el caso de las especies conocidas e identificadas por vocalización se utilizó la página web XenoCanto, la nomenclatura y verificación taxonómica se realizó siguiendo la SACC (Remasen et al. 2017).

En cuanto a las observaciones realizadas se registró número de individuos e información funcional de los ejemplares como método de forrajeo, sustrato de forrajeo, comportamiento, y donde fue posible sexo del ave, de esta forma y en base a la información colectada se categorizo a los individuos observados como especie generalista (si explota dos o más de un hábitat) y especialistas



(si explota un solo tipo de hábitat), así mismo siguiendo la propuesta de Rivera-Gutiérrez H., 2006 y Naranjo L. (1992), se consideraron comunes a las especies de aves observadas en el 100-50% de la muestra total, poco comunes a aquellas con frecuencia del 10-50% y raras a las aves que se observaron en menos del 10% de los censos.

### **Gremio Trófico**

Se agruparon a las especies según la principal característica trófica, en 9 grupos así: **In:** Insectívoros, **Ne:** Nectarívoros, **O:** Omnívoros (se consideraron a las especies es este grupo cuando se les observo explotando más de un recurso en el área de estudio), **Fr:** Frugívoros, **Gr:** Granívoros, **Ca:** Carnívoros, **Ps:** Piscívoros, **Cr:** Carroñeros, **Hr:** Herbívoros.

Los gremios tróficos se determinaron en base a la información de historia de vida de los ejemplares, por ejemplo, técnicas de forrajeo e información recopilada por medio de observaciones directas de las especies durante la fase de campo, además de datos bibliográficos como Hilty & Brown (1986), Castaño (2004) y González-Salazar C., Martínez-Meyer E. & López-Santiago G. (2014).

### **Captura por medio de redes de niebla y toma de rasgos funcionales en aves**

Se realizó el montaje de dos redes de niebla (12 x 2,5 mts con un ojo de malla de 36mm) para cada área (periurbano y urbano), capturando el límite y/o cortando el flujo entre dos tipos de hábitat (fragmento de bosque seco-cultivos y herbazal-área abierta – periurbano, y fragmento de bosque



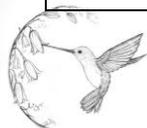
seco-área recreativa de camping - urbano). Se efectuaron once visitas para el área periurbana y nueve visitas para el área urbana, las redes de niebla se abrieron entre 6:00 a 10:00h (se cierran por orden de apertura) y nuevamente se abren entre las 15:00 - 17:30h, las redes se ubicaron a una distancia de 2m (periurbano) y 1m (urbano), se revisaban cada 30 minutos, el esfuerzo de muestreo para el sitio periurbano fue de 116h/red (1hora-red=1red de 12 mts abierta por una hora) y 102 h/red en el sitio urbano (Ralph et al., 1996).

Los ejemplares capturados en las redes de niebla se procesaron “*in situ*” siguiendo el protocolo de rasgos funcionales (Tabla 3) para aves del IAvH (2014). Obteniendo datos funcionales como longitud total, longitud de la rectriz, longitud de las primarias y secundarias, longitud de la envergadura, longitud del pico total y expuesto, longitud del ancho y alto del pico, longitud del GAPE, longitud del tarso y longitud del hallux, se realizó el marcaje de los ejemplares procesados realizando un pequeño corte en la rectriz numero 6 (vista dorsal), para evitar la toma de datos del mismo ejemplar, posteriormente se procedía con la liberación del individuo. Los datos tomados permitieron realizar análisis de índices de diversidad funcional (Zhifeng Ding et al., 2013).

**Tabla 3.** Lista de rasgos funcionales propuestos para el estudio con avifauna por el IAvH (2014), algunos rasgos funcionales fueron adicionados en base a (Ding, Feeley, Wang, & Ding, 2013), y otro modificado en base a la caracterización vegetal realizada dentro de cada área de estudio (periurbana y urbana) como en el caso del sustrato de forrajeo.



Tipo de Rasgo	Rasgos	Atributos	
<b>Morfológicos</b>	Longitud del ala		Mm
	Distancia entre plumas primarias y secundarias		Mm
	Envergadura alar		Mm
	Longitud de la cola		Mm
	Longitud del culmen total		Mm
	Longitud del culmen expuesto		Mm
	Alto del pico		Mm
	Ancho del pico a la altura de las narinas		Mm
	Ancho del pico y GAPE		Mm
	Longitud del tarso		Mm
	Longitud del Hallux		Mm
<b>Historia de Vida</b>	Método de forrajeo	Rebuscadores	
		Atrapadores	
		Más de una técnica	
	Sustrato de forrajeo, o ubicación al forrajear	Acuático	
		Suelo	
		Herbazal	
		Arbustal	
		Dosel	
		Artificial	
	Comportamiento social	Colonial	
		Bandada mixta (+ de 1sp) Congregatorio	
		Solitario	
		Especialista	



	Uso del hábitad	Generalista
	Sexo	Hembra
		Macho
		Indeterminado (cuando no se puede sexar con certeza)

### Análisis estadísticos

Para estimar la riqueza y evaluar la diversidad de las especies en las zonas de estudio, se realizó un análisis utilizando cobertura de interpolación y extrapolación de las muestras colectadas (Chao & Jost, 2012) con el paquete iNext (Hsieh et al., 2016) implementado en R (R Development Core Team, 2008). Así, se estimará un índice de diversidad verdadera alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ) de orden cero (0D) basada en riqueza de especies, orden uno (1D) representado por las abundancias relativas, exponencial de Shannon ( $\exp H'$ ) y orden dos (2D) representado por las especies abundantes (inverso de Simpson) (Jost, 2007).

Para expresar el número de especies y sus abundancias proporcionales se utilizaron curvas de Whittaker o de rango-abundancia. La inclinación de la curva indica la equitatividad o como se distribuyen los individuos encontrados en las especies registradas (Perovic et al., 2008). Por último, se calculó el grado de similitud de la riqueza de especies entre las dos zonas de estudio (Urbano y Periurbano) mediante un análisis de similitudes (ANOSIM). El resultado del análisis consiste en la obtención del estadístico R, que adquiere un valor entre 0 y 1. Será igual a 1 cuando todas las réplicas dentro de un hábitat sean más similares entre sí que con cualquier réplica de hábitats distintos, y será igual a 0 si no existen diferencias entre los tipos de hábitats. Estos análisis



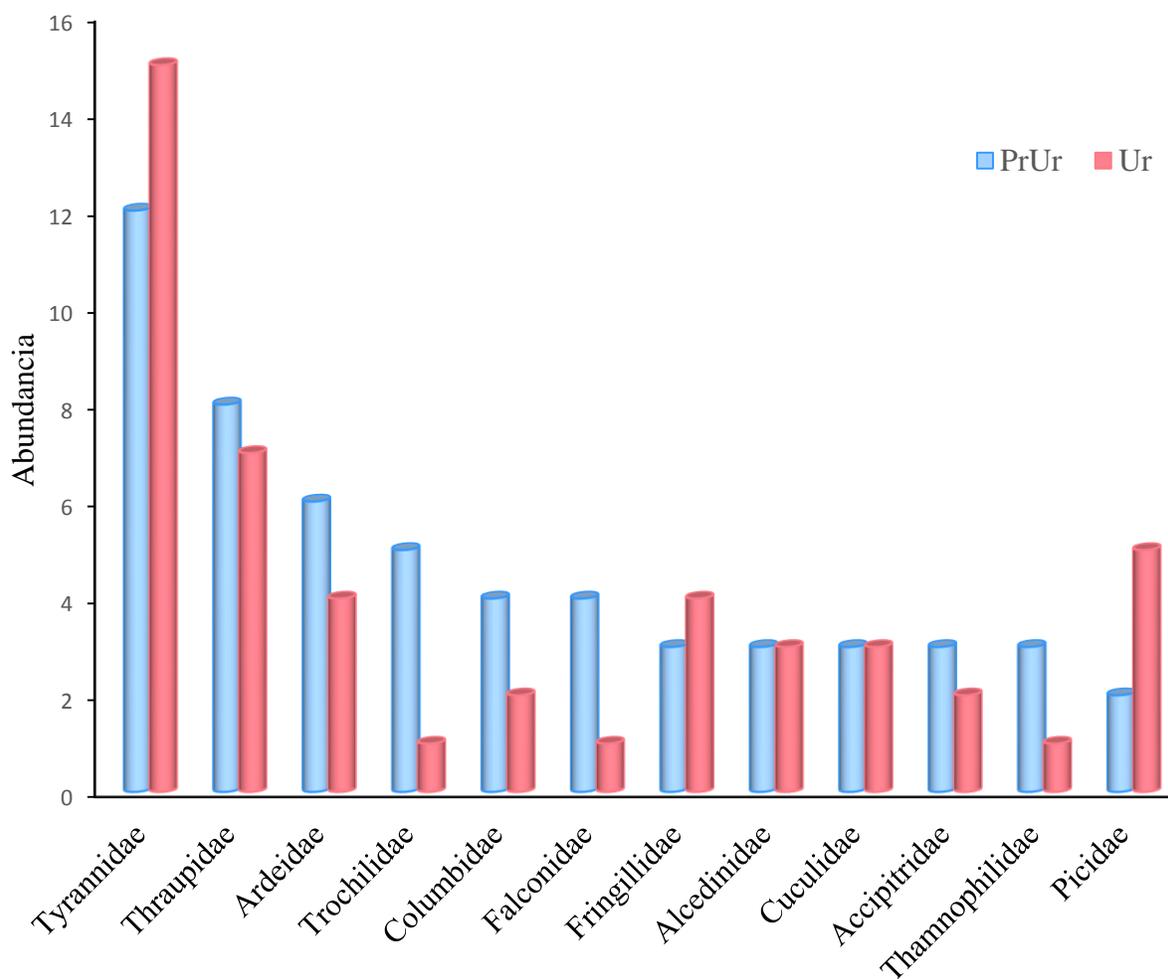
se llevaron a cabo mediante el paquete Vegan v2.4-6 (Oksanen et al., 2018) implementado en R versión 3.4.1 (R Development Core Team, 2008).

## RESULTADOS

### **Estructura y composición de la comunidad de aves de un mosaico de Bs-T en Cúcuta**

Se registraron 631 individuos que representan 109 especies para el mosaico de bosque seco tropical de Cúcuta, incluidas en 17 órdenes, 38 familias y 91 generos (Tabla 4). En el área de estudio se registraron cinco especies migratorias pertenecientes a la familia Tyrannidae, Parulidae, Ardeidae y Cardinalidae (Tabla 5). Según la UICN (2018), todas las especies documentadas están en la categoría Preocupación Menor (Renjifo, L. M et al., 2002, 2013 en prensa). (Tabla 4), así mismo de las especies registradas 10 están incluidas en el índice CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) en el nivel II (Tabla 6), que, aunque actualmente no están amenazadas o en peligro de extinción podrían llegar a esta situación; las especies exóticas observadas en las áreas de estudio (periurbana y urbana) fueron: *Gallus gallus* y *Anser anser* utilizadas como atracción campestre y como aves de corral. (Tabla 1). Las familias con mayor abundancia fueron Tyrannidae con 15.6% (17 especies) y Thraupidae con 10,1% (11 especies), el porcentaje restante está distribuido entre las familias menos abundantes (Fig. 1 y Tabla 4). La diversidad de especies encontradas en esta investigación puede deberse a la variedad de hábitats que las áreas de estudio pueden ofrecer (ver materiales y métodos, descripción del área de estudio).





**Figura 1.** Riqueza y abundancia de las familias más representativas en el mosaico de Bs-T de Cúcuta, Norte de Santander.

**Tabla 4:** Lista de especies de aves del área urbana y peri-urbana de un mosaico de Bs-T de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. Los códigos **PrUr:** Periurbana, **Ur:** Urbana y **Ur-PrUr:** Urbana-Periurbana, indican donde fue avistada cada especie.



Orden	Familia	Nombre científico	Área	UICN
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo nitidus</i>	Ur-PrUr	LC
		<i>Rupornis magnirostris</i>	Ur-PrUr	LC
		<i>Gampsonyx swainsonii</i>	PrUr	LC
Anseriformes	Anatidae	<i>Anser anser</i>	Ur-PrUr	LC
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia tzacatl</i>	Ur-PrUr	LC
		<i>Chlorostilbon cf. gibsoni</i>	PrUr	LC
		Morfoespecies sp1	PrUr	LC
		Morfoespecies sp2	PrUr	LC
		Morfoespecies sp3	PrUr	LC
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Ur-PrUr	LC
		<i>Coragyps atratus</i>	Ur-PrUr	LC
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Ur-PrUr	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa cf. flavipes</i>	PrUr	LC
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Ur-PrUr	LC
		<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Ur-PrUr	LC
		<i>Piaya cayana</i>	Ur-PrUr	LC
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina squammata</i>	Ur-PrUr	LC
		<i>Columbina talpacoti</i>	Ur-PrUr	LC
		<i>Columbina passerina</i>	PrUr	LC
		<i>Leptotila verreauxi</i>	PrUr	LC
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazona</i>	Ur-PrUr	LC
		<i>Chloroceryle americana</i>	Ur-PrUr	LC
		<i>Megaceryle torquata</i>	Ur-PrUr	LC
Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	Ur-PrUr	LC
		<i>Falco sparverius</i>	PrUr	LC
		Falconidae sp1	PrUr	LC
		<i>Herpetotheres cachinnans</i>	PrUr	LC
Galbuliformes	Bucconidae	<i>Hypnelus ruficollis</i>	Ur	LC



Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis ruficauda</i>	PrUr	LC
	Phasianidae	<i>Gallus gallus</i>	Ur-PrUr	LC
Galbuliformes	Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>	Ur-PrUr	LC
Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	Ur	N. A
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Ur	LC
	Corvidae	<i>Cyanocorax affinis</i>	PrUr	LC
	Fringillidae	<i>Euphonia lanirostris</i>	Ur-PrUr	N. A
		<i>Euphonia</i> sp	Ur	LC
		<i>Euphonia xanthogaster</i>	Ur-PrUr	LC
		<i>Spinus psaltria</i>	Ur-PrUr	LC
	Furnariidae	<i>Dendroplex picus</i>	Ur-PrUr	LC
		<i>Synallaxis</i> cf. <i>albescens</i>	PrUr	LC
	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Ur-PrUr	LC
		<i>Tachycineta albiventer</i>	Ur	LC
	Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	Ur	LC
		<i>Icterus nigrogularis</i>	Ur	LC
		<i>Sturnella magna</i>	PrUr	LC
	Incertae Sedis	<i>Saltator coerulescens</i>	Ur-PrUr	LC
		<i>Saltator striatipectus</i>	Ur-PrUr	LC
	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Ur	LC
	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Ur-PrUr	LC
	Poliophtilidae	<i>Poliophtila plumbea</i>	Ur-PrUr	LC
	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Ur-PrUr	LC
		<i>Formicivora grisea</i>	PrUr	LC
		<i>Sakesphorus canadensis</i>	PrUr	LC
	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	Ur-PrUr	LC
		<i>Paroaria nigrogenis</i>	Ur	LC
<i>Ramphocelus dimidiatus</i>		Ur-PrUr	LC	
<i>Sicalis flaveola</i>		Ur-PrUr	LC	



	<i>Sporophila intermedia</i>	Ur	LC
	<i>Tachyphonus cf. rufus</i>	Ur	LC
	<i>Thraupis episcopus</i>	Ur-PrUr	LC
	<i>Conirostrum leucogenys</i>	PrUr	LC
	<i>Sporophila nigricollis</i>	PrUr	LC
	<i>Tangara cayana</i>	PrUr	LC
	<i>Volatinia jacarina</i>	PrUr	LC
Tityridae	<i>Pachyramphus cf. cinnamomeus</i>	Ur	LC
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus griseus</i>	Ur	LC
	<i>Troglodytes aedon</i>	Ur-PrUr	LC
	<i>Cantorchilus leucotis</i>	PrUr	LC
Turdidae	<i>Turdus ignobilis</i>	Ur	LC
	<i>Turdus nudigenis</i>	Ur	LC
	<i>Turdus</i> sp6	PrUr	LC
Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	Ur	LC
	<i>Elaenia flavogaster</i>	Ur	LC
	<i>Empidonax</i> sp	Ur	LC
	<i>Machetornis rixosa</i>	Ur-PrUr	LC
	<i>Megarynchus pitangua</i>	Ur	LC
	<i>Morfoespecie</i> sp5	Ur	LC
	<i>Myiodynastes maculatus</i>	Ur-PrUr	LC
	<i>Myiozetetes cf. similis</i>	Ur-PrUr	LC
	<i>Pitangus cf. lictor</i>	Ur-PrUr	LC
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Ur-PrUr	N. A
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Ur-PrUr	N. A
	<i>Todirostrum cinereum</i>	Ur-PrUr	N. A
	<i>Tolmomyias cf. flaviventris</i>	Ur-PrUr	LC
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Ur-PrUr	LC
	<i>Tyrannus savana</i>	Ur-PrUr	LC



		<i>Empidonax traillii</i>	PrUr	LC
		Morfoespecies sp4	PrUr	LC
	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Ur	N. A
		<i>Vireo olivaceus</i>	PrUr	LC
		<i>Hylophilus flavipes</i>	PrUr	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Ur-PrUr	N. A
		<i>Butorides striata</i>	Ur	LC
		<i>Egretta thula</i>	Ur-PrUr	LC
		<i>Pilherodius pileatus</i>	Ur-PrUr	N. A
		<i>Bubulcus ibis</i>	PrUr	LC
		<i>Egretta caerulea</i>	PrUr	LC
		<i>Syrigma sibilatrix</i>	PrUr	LC
	Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>	PrUr	LC
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes punctigula</i>	Ur	LC
		<i>Dryocopus lineatus</i>	Ur	LC
		<i>Melanerpes rubricapillus</i>	Ur-PrUr	LC
		<i>Picumnus squamulatus</i>	Ur	LC
		<i>Veniliornis kirkii</i>	Ur-PrUr	LC
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula pertinax</i>	Ur	LC
		<i>Forpus conspicillatus</i>	Ur-PrUr	N. A
		<i>Ara severus</i>	PrUr	LC
Suliformes	Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Ur	LC
	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Ur-PrUr	LC

### Área periurbana

Para esta área de estudio se registraron 311 individuos de aves conformados por 81 especies incluidas en 17 órdenes, 29 familias y 72 géneros (Tabla 4). Simultáneamente se registraron tres especies migratorias pertenecientes a la familia Tyrannidae, Parulidae y Ardeidae (Tabla 5). La



especie de garza, *Syrigma sibilatrix*, se registra por primera vez en el departamento. De acuerdo con el análisis de frecuencia de las 81 especies observadas, cinco fueron comunes, 34 especies poco comunes y 43 raras a escasas (Tabla 7).

**Tabla 5:** Lista de especies migratorias del área urbana (Ur) y peri-urbana (PrUr) de un mosaico de Bs-T de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. **Cód:** Código de las especies.

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Cód.</b>	<b>Área</b>
Ardeidae	<i>Syrigma sibilatrix</i>	cg	PrUr
Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	bx	Ur
Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	jj	Ur-PrUr
Tyrannidae	Empidonax sp	as	Ur
	<i>Tyrannus savana</i>	tt	Ur-PrUr

Con respecto al índice CITES, nueve especies se encuentran en la categoría II (Tabla 6). Las familias con mayor abundancia fueron Tyrannidae con 14.8% (12 especies) y Thraupidae con el 9.8% (8 especies), el porcentaje restante está distribuido entre las familias menos abundantes (Tabla 4). En cuanto a las especies exóticas observadas para el área fueron: *Gallus gallus* y *Anser anser* utilizadas principalmente como aves de corral.

### Área Urbana

Para esta área de estudio se registraron 320 individuos de aves, conformados por 77 especies incluidas en 17 órdenes, 34 familias y 67 géneros (Tabla 4). Al mismo tiempo para el área se registraron cuatro especies migratorias pertenecientes a la familia Tyrannidae, Parulidae y



Cardinalidae (Tabla 5). De igual forma se logra la observación de *Columbina squammata*, *Paroaria nigrogenis* especie poco conocida para el departamento. De acuerdo con el análisis de frecuencia de las 77 especies observadas, ocho fueron comunes, 26 especies poco comunes y 43 raras a escasas (Tabla 7).

**Tabla 6:** Lista de especies de aves del área urbana (Ur) y periurbana (PrUr) de un mosaico de Bs-T de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia, categorizadas según la CITES en el nivel II. **Cod:** Código de las especies.

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Cód.</b>	<b>Área</b>	<b>CITES</b>
Accipitridae	<i>Buteo nitidus</i>	D	Ur-PrUr	II
	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gg	Ur-PrUr	II
	<i>Gampsonyx swainsonii</i>	Bc	PrUr	II
Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	V	Ur-PrUr	II
	<i>Falco sparverius</i>	Au	PrUr	II
	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Bf	PrUr	II
Psittacidae	<i>Eupsittula pertinax</i>	Ay	Ur	II
	<i>Forpus conspicillatus</i>	Az	Ur-PrUr	II
	<i>Ara severus</i>	Ac	PrUr	II
Trochilidae	<i>Chlorostilbon cf. gibsoni</i>	Ai	PrUr	II

Con respecto al índice CITES, cinco especies se encuentran en la categoría II (Tabla 6). Las familias con mayor abundancia para el área fueron Tyrannidae con 19.5% (15 especies) y Thraupidae con 9.1% (7 especies), el porcentaje restante está distribuido entre las familias menos abundantes (Tabla 4). En cuanto a la especie exótica observada en el área fue: *Anser anser* utilizadas como atracción campestre (Tabla 4).



**Tabla 7:** Listado de especies de aves comunes (C), poco comunes (PC) y raras (R) del área urbana (Ur) y peri-urbana (PrUr) de un mosaico de Bs-T de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia.

**Cod:** Código de las especies, **Frecuencia:** frecuencia de observación de la especie en el área (**Ur:** Urbana, **PrUr:** Periurbana)

Familia	Nombre científico	Cód.	Frecuencia - Ur	Frecuencia Periur
	<i>Buteo nitidus</i>	d	PC	R
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	gg	PC	PC
	<i>Gampsonyx swainsonii</i>	bc	-	PC
	<i>Chloroceryle amazona</i>	f	PC	PC
Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	g	PC	R
	<i>Megaceryle torquata</i>	t	PC	PC
Anatidae	<i>Anser anser</i>	b	PC	R
Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	ab	R	-
	<i>Ardea alba</i>	c	R	PC
	<i>Butorides striata</i>	af	R	-
	<i>Egretta thula</i>	n	R	PC
Ardeidae	<i>Pilherodius pileatus</i>	aa	PC	PC
	<i>Bubulcus ibis</i>	ae	-	R
	<i>Egretta caerulea</i>	ap	-	R
	<i>Syrigma sibilatrix</i>	cg	-	PC
Bucconidae	<i>Hypnelus ruficollis</i>	ba	R	-
Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	bx	R	-
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	e	PC	PC
	<i>Coragyps atratus</i>	k	PC	PC
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	uu	R	C



	<i>Columbina squammata</i>	i	PC	R
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	j	C	C
	<i>Columbina passerina</i>	da	-	PC
	<i>Leptotila verreauxi</i>	bh	-	R
Corvidae	<i>Cyanocorax affinis</i>	an	-	PC
Cracidae	<i>Ortalis ruficauda</i>	bu	-	PC
	<i>Crotophaga ani</i>	fz	R	R
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	l	R	PC
	<i>Piaya cayana</i>	z	PC	R
	<i>Milvago chimachima</i>	v	C	PC
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	au	-	R
	Falconidae sp1	av	-	R
	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	bf	-	R
	<i>Euphonia laniirostris</i>	o	PC	PC
Fringillidae	Euphonia sp	at	R	-
	<i>Euphonia xanthogaster</i>	p	R	R
	<i>Spinus psaltria</i>	ll	R	R
Furnariidae	<i>Dendroplex picus</i>	m	PC	R
	<i>Synallaxis cf. albescens</i>	cf	-	R
Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>	q	PC	PC
Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	mm	R	R
	<i>Tachycineta albiventer</i>	cb	R	-
	<i>Icterus chrysater</i>	bd	R	-
Icteridae	<i>Icterus nigrogularis</i>	be	PC	-
	<i>Sturnella magna</i>	ce	-	R
Incertae Sedis	<i>Saltator coerulescens</i>	hh	PC	PC
	<i>Saltator striatipectus</i>	ii	R	PC
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	bk	R	-
Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	jj	R	R



Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	y	PC	PC
Phasianidae	<i>Gallus gallus</i>	r	R	R
	<i>Colaptes punctigula</i>	ak	R	-
	<i>Dryocopus lineatus</i>	ao	R	-
Picidae	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	u	C	C
	<i>Picumnus squamulatus</i>	bw	R	-
	<i>Veniliornis kirkii</i>	vv	R	PC
Polioptilidae	<i>Polioptila plumbea</i>	dd	PC	PC
	<i>Eupsittula pertinax</i>	ay	PC	-
Psittacidae	<i>Forpus conspicillatus</i>	az	R	PC
	<i>Ara severus</i>	ac	-	R
Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	ad	PC	-
Scolopacidae	<i>Tringa cf. flavipes</i>	ci	-	R
	<i>Thamnophilus doliatus</i>	nn	R	R
Thamnophilidae	<i>Formicivora grisea</i>	aw	-	R
	<i>Sakesphorus canadensis</i>	by	-	R
	<i>Coereba flaveola</i>	h	C	PC
	<i>Paroaria nigrogenis</i>	bt	PC	-
	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	ff	PC	C
	<i>Sicalis flaveola</i>	kk	C	PC
	<i>Sporophila intermedia</i>	bz	R	-
Thraupidae	<i>Tachyphonus cf. rufus</i>	cd	R	-
	<i>Thraupis episcopus</i>	oo	PC	C
	<i>Conirostrum leucogenys</i>	al	-	PC
	<i>Sporophila nigricollis</i>	ca	-	R
	<i>Tangara cayana</i>	ch	-	R
	<i>Volatinia jacarina</i>	xx	-	PC
Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>	bv	-	PC
Tityridae	<i>Pachyramphus cf. cinnamomeus</i>	br	R	-



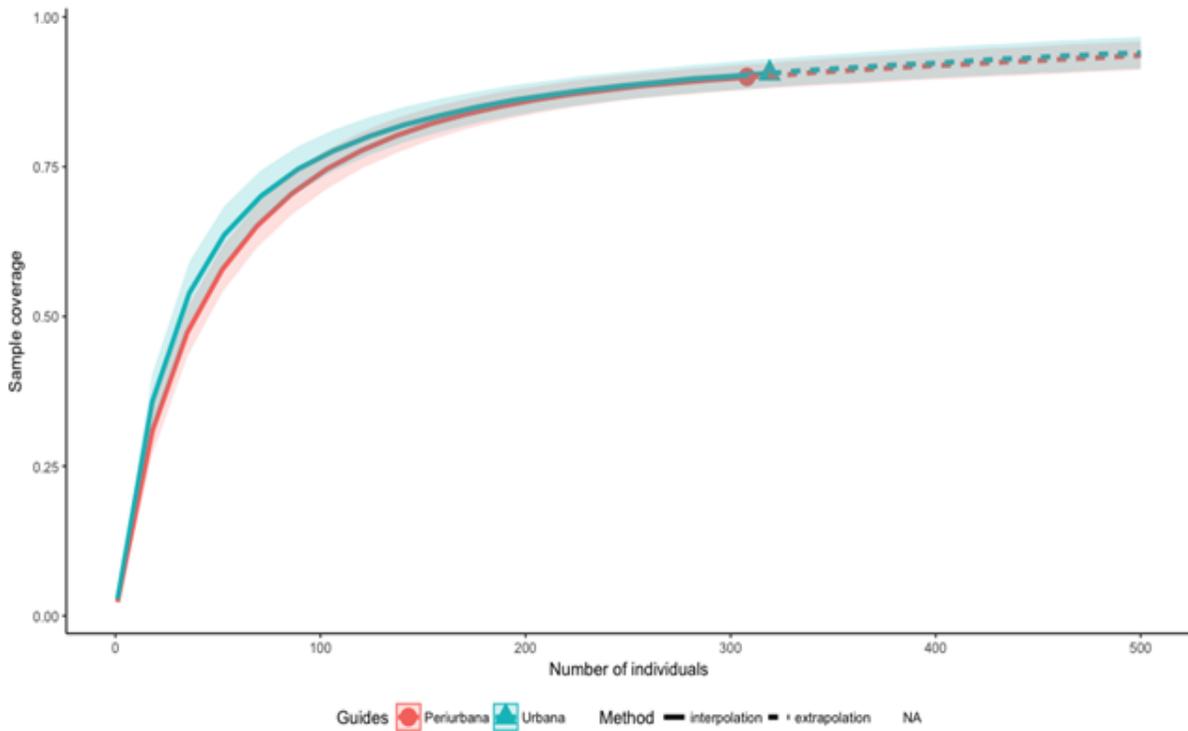
	<i>Amazilia tzacatl</i>	a	R	PC
	<i>Chlorostilbon cf. gibsoni</i>	ai	-	PC
Trochilidae	Morfoespecies sp1	bm	-	R
	Morfoespecies sp2	bn	-	R
	Morfoespecies sp3	bo	-	R
	<i>Campylorhynchus griseus</i>	aj	R	-
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	rr	C	PC
	<i>Cantorchilus leucotis</i>	ag	-	R
	<i>Turdus ignobilis</i>	zz	R	-
Turdidae	<i>Turdus nudigenis</i>	yy	R	-
	Turdus sp6	cj	-	R
	<i>Camptostoma obsoletum</i>	ah	R	-
	<i>Elaenia flavogaster</i>	ar	R	-
	Empidonax sp	as	R	-
	<i>Machetornis rixosa</i>	s	PC	R
	<i>Megarynchus pitangua</i>	bi	PC	-
	Morfoespecie sp5	bl	R	-
	<i>Myiodynastes maculatus</i>	w	R	R
	<i>Myiozetetes cf. similis</i>	x	R	R
Tyrannidae	<i>Pitangus cf. lictor</i>	bb	R	R
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	cc	C	PC
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	ee	R	R
	<i>Todirostrum cinereum</i>	pp	PC	PC
	<i>Tolmomyias cf. flaviventris</i>	qq	R	R
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	ss	C	PC
	<i>Tyrannus savana</i>	tt	R	R
	<i>Empidonax traillii</i>	aq	-	R
	Morfoespecies sp4	bp	-	R
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	am	R	-



<i>Vireo olivaceus</i>	ww	-	R
<i>Hylophilus flavipes</i>	bg	-	R

### Curva de completitud y acumulación de las especies en cada una de las áreas de estudio

La completitud del muestreo para el área periurbana fue de 89% y para el área urbana del 90% (Fig. 2), lo que indica que se logró observar un porcentaje representativo de las especies esperadas para cada una de las áreas de estudio.



**Figura 2.** Curva de completitud de la muestra para el área periurbana y urbana.



## Curva de distribución de abundancias de las especies

### Área Periurbana

La curva de distribución de abundancia muestra que las especies más abundantes durante el muestreo fueron dos representantes de la familia Thraupidae (Passeriforme), *Thraupis episcopus* (letra oo, Fig. 3) y *Ramphocelus dimidiatus* (letra ff, Fig. 3), con 22 y 19 individuos respectivamente; seguidamente, aparecen *Columbina talpacoti* (Columbidae, Columbiforme) con 17 individuos (letra j, Fig. 3), *Melanerpes rubricapillus* (Picidae, Piciforme) con 14 individuos (letra u, Fig. 3), y *Vanellus chilensis* (Charadriidae, Charadriiforme) con 12 individuos (letra uu, Fig. 3), (Tabla 8).

**Tabla 8:** Lista de las especies de aves y su abundancia en el área periurbana de un mosaico de Bs-T de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. **Cod:** Código de las especies, **Abundancia:** número de individuos registrados en el área, **LOG-10:** logaritmo e abundancia de la especie.

Periurbana			
Etiquetas de fila	Cod.	Abundancia	LOG-10
<i>Thraupis episcopus</i>	oo	22	1,4
<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	ff	19	1,3
<i>Columbina talpacoti</i>	j	17	1,2
<i>Melanerpes rubricapillus</i>	u	14	1,2
<i>Vanellus chilensis</i>	uu	12	1,1
<i>Forpus conspicillatus</i>	az	9	1,0
<i>Coereba flaveola</i>	h	8	0,9
<i>Pitangus sulphuratus</i>	cc	8	0,9
<i>Coragyps atratus</i>	k	7	0,9



<i>Cyanocorax affinis</i>	an	7	0,9
<i>Ortalis ruficauda</i>	bu	7	0,9
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	y	7	0,9
<i>Tyrannus melancholicus</i>	ss	7	0,9
<i>Volatinia jacarina</i>	xx	7	0,9
<i>Chlorostilbon cf. gibsoni</i>	ai	6	0,8
<i>Euphonia laniirostris</i>	o	6	0,8
<i>Megaceryle torquata</i>	t	6	0,8
<i>Sicalis flaveola</i>	kk	6	0,8
<i>Ardea alba</i>	c	5	0,7
<i>Cathartes aura</i>	e	5	0,7
<i>Chloroceryle amazona</i>	f	5	0,7
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	l	5	0,7
<i>Galbula ruficauda</i>	q	5	0,7
<i>Polioptila plúmbea</i>	dd	5	0,7
<i>Amazilia tzacatl</i>	a	4	0,7
<i>Columbina passerina</i>	da	4	0,7
<i>Egretta thula</i>	n	4	0,7
<i>Syrigma sibilatrix</i>	cg	4	0,7
<i>Troglodytes aedon</i>	rr	4	0,7
<i>Veniliornis kirkii</i>	vv	4	0,7
<i>Conirostrum leucogenys</i>	al	3	0,5
<i>Gampsonyx swainsonii</i>	bc	3	0,5
<i>Milvago chimachima</i>	v	3	0,5
<i>Phimosus infuscatus</i>	bv	3	0,5
<i>Pilherodius pileatus</i>	aa	3	0,5
<i>Rupornis magnirostris</i>	gg	3	0,5
<i>Saltator coerulescens</i>	hh	3	0,5
<i>Saltator striatipectus</i>	ii	3	0,5



<i>Todirostrum cinereum</i>	pp	3	0,5
<i>Bubulcus ibis</i>	ae	2	0,4
<i>Buteo nitidus</i>	d	2	0,4
<i>Chloroceryle americana</i>	g	2	0,4
<i>Columbina squammata</i>	i	2	0,4
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	bf	2	0,4
<i>Hylophilus flavipes</i>	bg	2	0,4
<i>Machetornis rixosa</i>	s	2	0,4
<i>Myiozetetes cf. similis</i>	x	2	0,4
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	ee	2	0,4
<i>Sakesphorus canadensis</i>	by	2	0,4*
<i>Sporophila nigricollis</i>	ca	2	0,4
<i>Tangara cayana</i>	ch	2	0,4
<i>Anser anser</i>	b	1	0,2
<i>Ara severus</i>	ac	1	0,2
<i>Cantorchilus leucotis</i>	ag	1	0,2*
<i>Crotophaga ani</i>	fz	1	0,2
<i>Dendroplex picus</i>	m	1	0,2
<i>Egretta caerulea</i>	ap	1	0,2
<i>Empidonax traillii</i>	aq	1	0,2
<i>Euphonia xanthogaster</i>	p	1	0,2
<i>Falco sparverius</i>	au	1	0,2
Falconidae sp1	av	1	0,2
<i>Formicivora grisea</i>	aw	1	0,2
<i>Gallus gallus</i>	r	1	0,2
<i>Leptotila verreauxi</i>	bh	1	0,2
Morfoespecies sp1	bm	1	0,2
Morfoespecies sp2	bn	1	0,2
Morfoespecies sp3	bo	1	0,2



Morfoespecies sp4	bp	1	0,2
<i>Myiodynastes maculatus</i>	w	1	0,2
<i>Piaya cayana</i>	z	1	0,2
<i>Pitangus cf. lictor</i>	bb	1	0,2
<i>Setophaga petechia</i>	jj	1	0,2
<i>Spinus psaltria</i>	ll	1	0,2
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	mm	1	0,2
<i>Sturnella magna</i>	ce	1	0,2
<i>Synallaxis cf. albescens</i>	cf	1	0,2 *
<i>Thamnophilus doliatus</i>	nn	1	0,2
<i>Tolmomyias cf. flaviventris</i>	qq	1	0,2
<i>Tringa cf. flavipes</i>	ci	1	0,2
Turdus sp6	cj	1	0,2
<i>Tyrannus savana</i>	tt	1	0,2
<i>Vireo olivaceus</i>	ww	1	0,2

---

### Área urbana

Las especies con la mayor abundancia fueron dos representantes de la familia Columbidae y Tyrannidae, estas son *Columbina talpacoti* (letra j, Fig. 3) y *Pitangus sulphuratus* (letra cc, Fig. 3), con 24 y 18 individuos respectivamente, seguidamente, aparecen *Coereba flaveola* (Thraupidae, Passeriforme) y *Milvago chimachima* (Falconidae, Falconiforme) con 16 individuos cada uno (letras h, v, Fig. 3), *Tyrannus melancholicus* (Tyrannidae, Passeriforme) y *Sicalis flaveola* (Thraupidae, Passeriforme) con 15 individuos cada uno (letras ss, kk, Fig. 3) (Tabla 9).



**Tabla 9:** Lista de las especies de aves y su abundancia en el área urbana de un mosaico de Bs-T de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. Los números indican los datos de abundancia de cada especie. **Cod:** Código de las especies, **Abundancia:** número de individuos registrados en el área, **LOG-10:** logaritmo de abundancia de la especie.

Urbana			
Especie	Cod.	Abundancia	Log-10
<i>Columbina talpacoti</i>	j	24	1,4
<i>Pitangus sulphuratus</i>	cc	18	1,3
<i>Coereba flaveola</i>	h	16	1,2
<i>Milvago chimachima</i>	v	16	1,2
<i>Sicalis flaveola</i>	kk	15	1,2
<i>Tyrannus melancholicus</i>	ss	15	1,2
<i>Troglodytes aedon</i>	rr	14	1,2
<i>Melanerpes rubricapillus</i>	u	13	1,1
<i>Thraupis episcopus</i>	oo	11	1,1
<i>Eupsittula pertinax</i>	ay	9	1,0
<i>Machetornis rixosa</i>	s	8	0,9
<i>Rupornis magnirostris</i>	gg	8	0,9
<i>Piaya cayana</i>	z	7	0,9
<i>Saltator coerulescens</i>	hh	7	0,9
<i>Coragyps atratus</i>	k	6	0,8
<i>Dendroplex picus</i>	m	6	0,8
<i>Polioptila plúmbea</i>	dd	6	0,8
<i>Cathartes aura</i>	e	5	0,7
<i>Chloroceryle amazona</i>	f	5	0,7
<i>Chloroceryle americana</i>	g	5	0,7
<i>Euphonia laniirostris</i>	o	5	0,7
<i>Todirostrum cinereum</i>	pp	5	0,7



<i>Anser anser</i>	b	4	0,7
<i>Galbula ruficauda</i>	q	4	0,7
<i>Paroaria nigrogenis</i>	bt	4	0,7
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	y	4	0,7
<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	ff	4	0,7
<i>Aramides cajaneus</i>	ad	3	0,5
<i>Buteo nitidus</i>	d	3	0,5
<i>Columbina squammata</i>	i	3	0,5
<i>Icterus nigrogularis</i>	be	3	0,5
<i>Megaceryle torquata</i>	t	3	0,5
<i>Megarynchus pitangua</i>	bi	3	0,5
<i>Pilherodius pileatus</i>	aa	3	0,5
<i>Ardea alba</i>	c	2	0,4
<i>Camptostoma obsoletum</i>	ah	2	0,4
<i>Egretta thula</i>	n	2	0,4
<i>Saltator striatipectus</i>	ii	2	0,4
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	mm	2	0,4
<i>Tachyphonus cf. Rufus</i>	cd	2	0,4
<i>Thamnophilus doliatus</i>	nn	2	0,4
<i>Tolmomyias cf. flaviventris</i>	qq	2	0,4
<i>Turdus nudigenis</i>	yy	2	0,4
<i>Tyrannus savana</i>	tt	2	0,4
<i>Vanellus chilensis</i>	uu	2	0,4
<i>Veniliornis kirkii</i>	vv	2	0,4
<i>Amazilia tzacatl</i>	a	1	0,2
<i>Anhinga anhinga</i>	ab	1	0,2
<i>Butorides striata</i>	af	1	0,2
<i>Campylorhynchus griseus</i>	aj	1	0,2
<i>Colaptes punctigula</i>	ak	1	0,2



<i>Crotophaga ani</i>	fz	1	0,2
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	l	1	0,2
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	am	1	0,2
<i>Dryocopus lineatus</i>	ao	1	0,2
<i>Elaenia flavogaster</i>	ar	1	0,2
<i>Empidonax</i> sp	as	1	0,2
<i>Euphonia</i> sp	at	1	0,2
<i>Euphonia xanthogaster</i>	p	1	0,2
<i>Forpus conspicillatus</i>	az	1	0,2
<i>Gallus gallus</i>	r	1	0,2
<i>Hypnelus ruficollis</i>	ba	1	0,2
<i>Icterus chrysater</i>	bd	1	0,2
<i>Mimus gilvus</i>	bk	1	0,2
<i>Morfoespecie</i> sp5	bl	1	0,2
<i>Myiodynastes maculatus</i>	w	1	0,2
<i>Myiozetetes</i> cf. <i>similis</i>	x	1	0,2
<i>Pachyramphus</i> cf. <i>cinnamomeus</i>	br	1	0,2
<i>Picumnus squamulatus</i>	bw	1	0,2
<i>Piranga rubra</i>	bx	1	0,2
<i>Pitangus</i> cf. <i>lictor</i>	bb	1	0,2
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	ee	1	0,2
<i>Setophaga petechia</i>	jj	1	0,2
<i>Spinus psaltria</i>	ll	1	0,2
<i>Sporophila intermedia</i>	bz	1	0,2
<i>Tachycineta albiventer</i>	cb	1	0,2
<i>Turdus ignobilis</i>	zz	1	0,2

---

Por otro lado, las especies *Pitangus sulphuratus* (cc), *Coereba flaveola* (h) y *Sicalis flaveola* (kk)

fueron más abundantes en el área urbana, en relación al área periurbana, caso contrario ocurre con

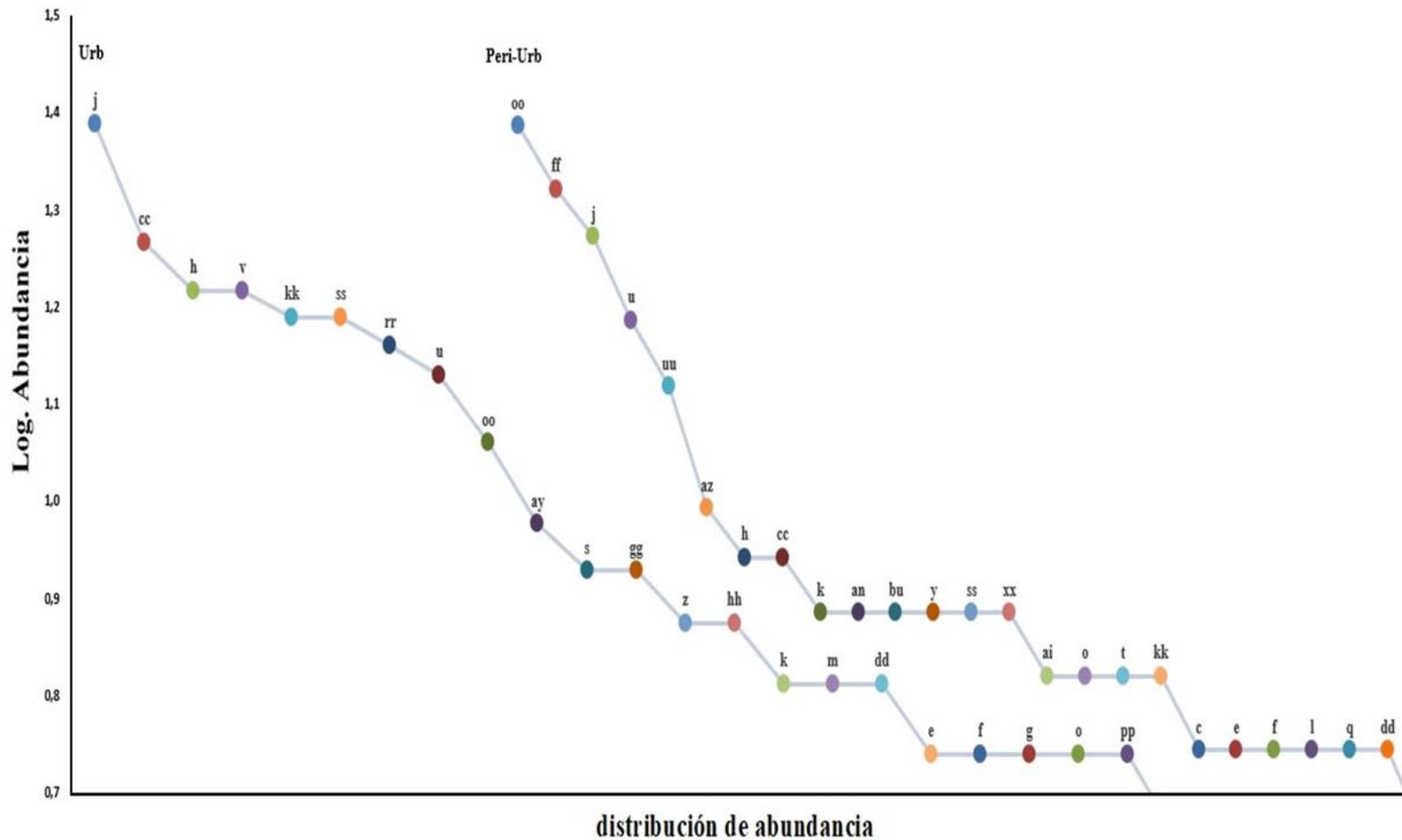


*Thraupis episcopus* (oo) y *Ramphocelus dimidiatus* (ff) donde la mayor abundancia está representada en el área periurbana en relación al área urbana (Fig.3 y Tabla 10).

**Tabla 10:** Listado de especies de aves que difieren notoriamente en sus abundancias en las áreas de estudio. Los números indican los datos de abundancia de cada especie en las áreas.

Etiquetas de fila	Cod.	Periurbana		Urbana	
		Abundancia	LOG-10	Abundancia	LOG-10
<i>Pitangus sulphuratus</i>	cc	8	0,9	18	1,3
<i>Coereba flaveola</i>	h	8	0,9	16	1,2
<i>Sicalis flaveola</i>	kk	6	0,8	15	1,2
<i>Thraupis episcopus</i>	oo	22	1,4	11	1,1
<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	ff	19	1,3	4	0,7





**Figura 3.** Curva de distribución de abundancia de las especies de aves en cada una de las áreas de estudio (periurbana y urbana) en un mosaico de bosque seco tropical (Bs-T) en Cúcuta, Nortes de Santander, Colombia (Tabla 8 y 9).

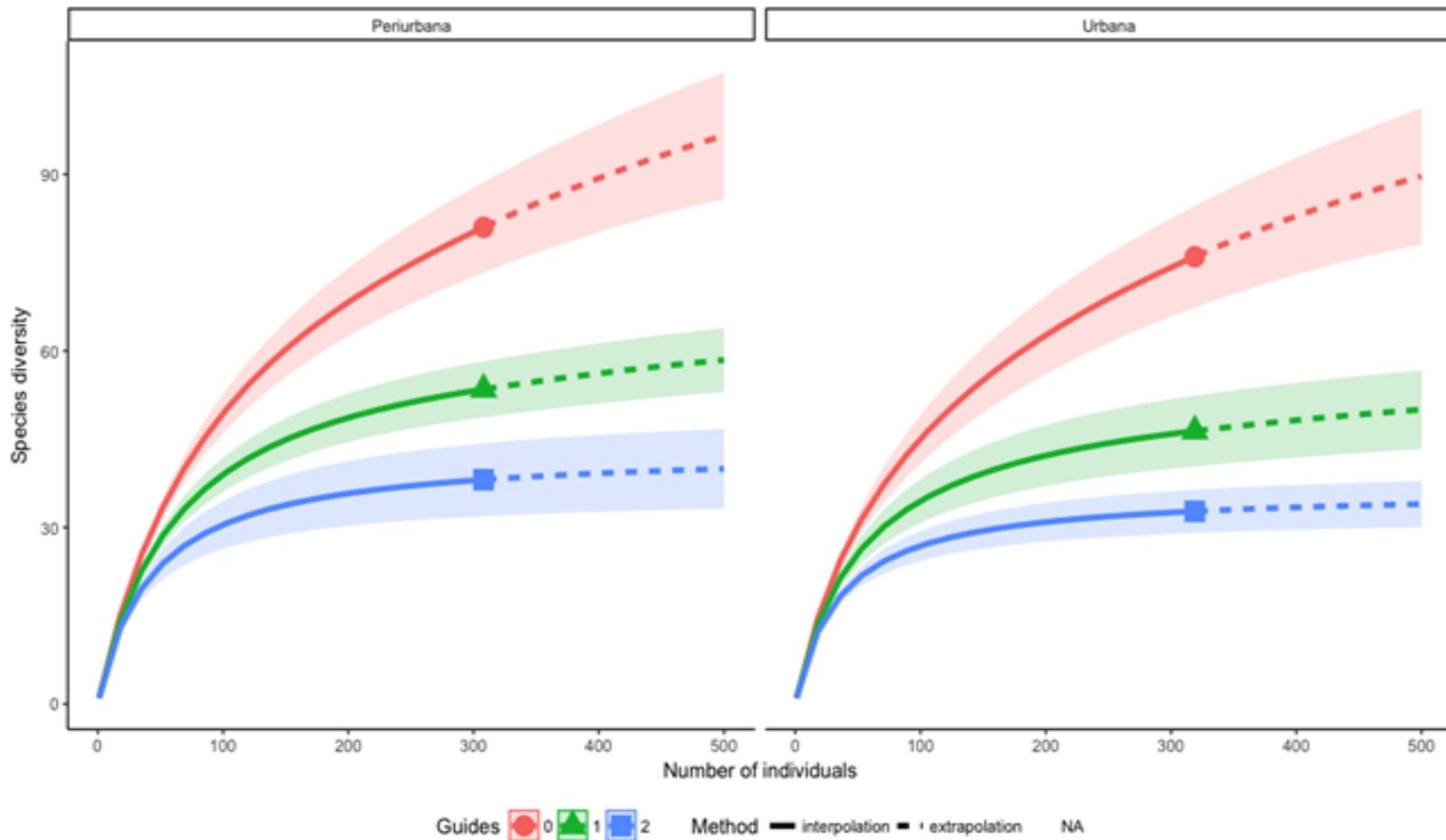


### **Diversidad de aves de un mosaico de Bs-T en Cúcuta (Diversidad alfa)**

La diversidad de orden 0 (0D) que representa la riqueza de especies indica que el área periurbana albergo 81 especies efectivas. Para la diversidad de orden 1 (1D, exponencial del índice de Shannon) se encontró que 53.4 especies son las más frecuentes en el área. Finalmente, la diversidad de orden 2 (2D, inverso del índice de Simpson) muestra al 38,1 de las especies efectivas para el área como abundantes (Fig. 4).

Con respecto al área urbana la diversidad de orden 0 (0D) que representa la riqueza de especies exhiben un número de 76 especies efectivas. La diversidad de orden 1 (1D, exponencial del índice de Shannon) expone al 46.3 de las especies para el área como frecuentes. Finalmente, la diversidad de orden 2 (2D, inverso del índice de Simpson) muestra al 32.7 de las especies efectivas para el área como abundantes (Fig. 4).





**Figura 4.** Perfiles de diversidad alfa para el área periurbana y urbana (orden de diversidad 0D: riqueza de especies; 1D: exponencial de Shannon ( $\exp H'$ ); 2D: inverso de Simpson), de un mosaico de Bs-T en Cúcuta, Norte de Santander, Colombia.

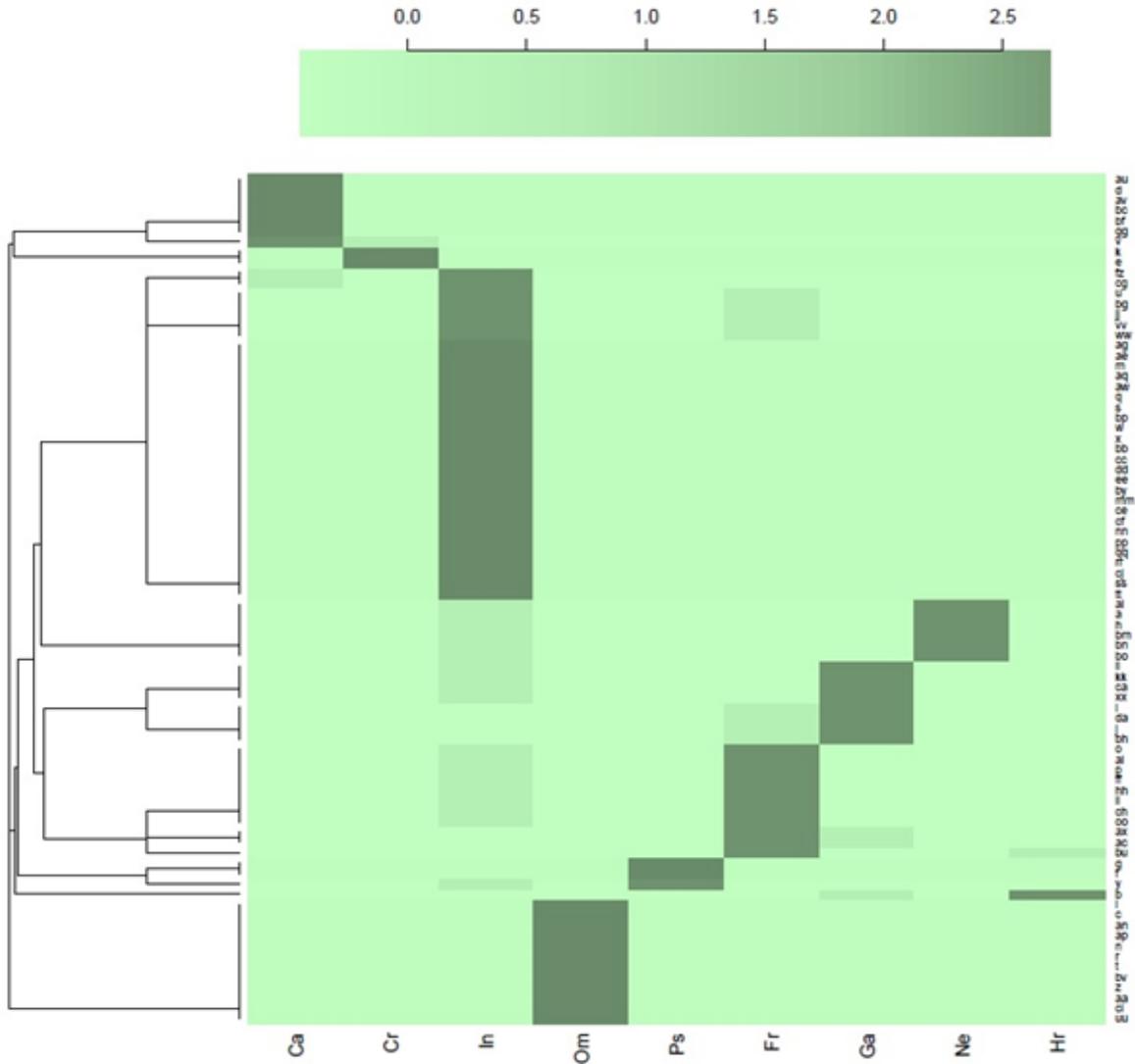


## Gremios de aves de un mosaico de Bs-T de Cúcuta

### Gremios de aves periurbanas

Se registraron ocho gremios tróficos para el área (**In:** Insectívoros, **Om:** Omnívoros, **Ca:** Carnívoros, **Fr:** frugívoros, **Ga:** Granívoros, **Ne:** Nectarívoros, **Ps:** Piscívoros, **Cr:** Carroñeros, **Hr:** Herbívoros). El gremio de los insectívoros estuvo mejor representado con 38% (31sp) de las especies observadas, seguidos de los omnívoros con 15.9% (13sp), frugívoros con 13.4% (11sp), granívoros con 9.7% (8sp), carnívoros con 8.5% (7sp), nectarívoros con 7.3% (6sp), piscívoros con 3.6% (3sp), carroñeros con 2.4% (2sp) y en último lugar los herbívoros con 1.2% (1sp), (Fig.5 y Tabla 11).





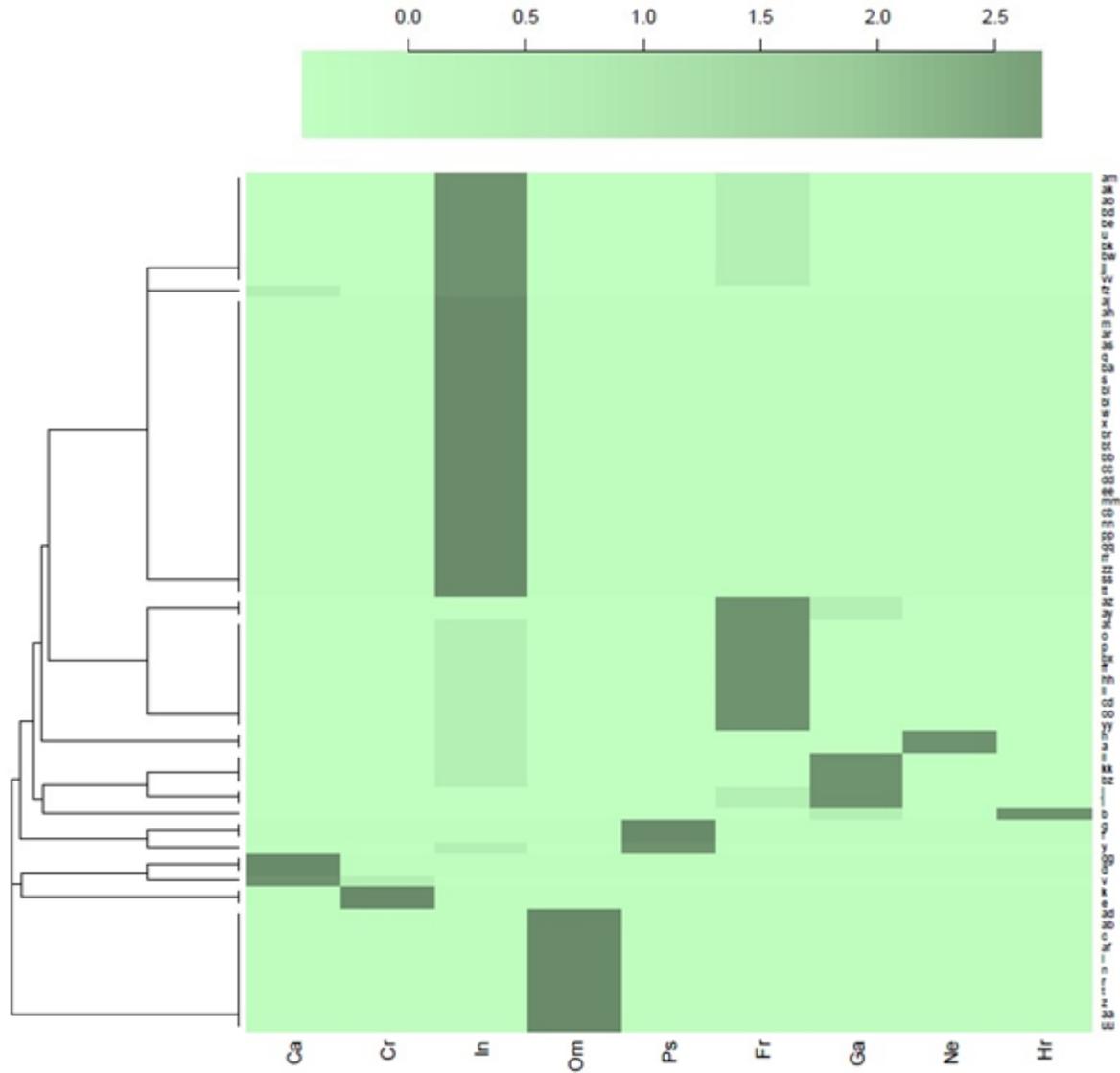
**Figura 5.** Heatmaps para gremios del área periurbana. Las especies fueron agrupadas en nueve gremios tróficos. Los árboles en la parte izquierda corresponden a agrupamientos de las especies con base en los datos obtenidos durante la fase de campo. La intensidad del color verde señala el índice de similitud  $\geq 2.0$  de las especies agrupadas en gremios. **In:** Insectívoros, **Om:** Omnívoros, **Ca:** Carnívoros, **Fr:** frugívoros, **Ga:** Granívoros, **Ne:** Nectarívoros, **Ps:** Piscívoros, **Cr:** Carroñeros, **Hr:** Herbívoros.



### **Gremios de aves urbanas**

Para esta área se registraron nueve gremios tróficos (**In:** Insectívoros, **Om:** Omnívoros, **Ca:** Carnívoros, **Fr:** frugívoros, **Ga:** Granívoros, **Ne:** Nectarívoros, **Ps:** Piscívoros, **Cr:** Carroñeros, **Hr:** Herbívoros). De manera semejante el gremio trófico de los insectívoros fue el más representado con el 48% (37sp) de las especies, seguidos por los omnívoros y frugívoros con el 15.6% (12sp) cada uno, granívoros con 6.5% (5sp), carnívoros y piscívoros con 3.9% (3sp) cada uno, nectarívoros y carroñeros con 2.6% (2sp) cada uno, y finalmente herbívoros con 1.3% (1sp) (Fig.6 y Tabla 11).



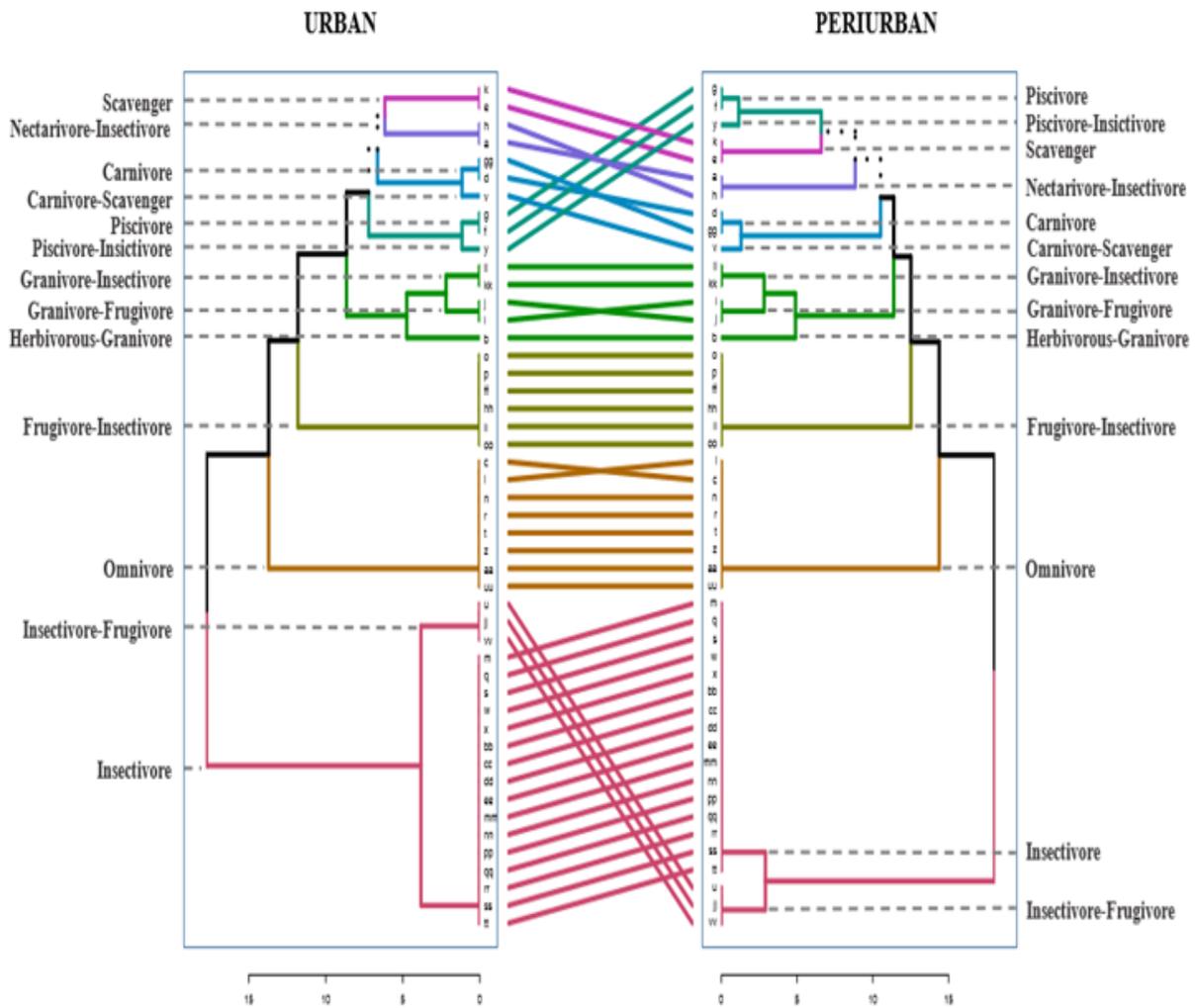


**Figura 6.** Heatmaps para gremios del área urbana. Las especies fueron agrupadas en nueve gremios tróficos. Los árboles en la parte izquierda corresponden a agrupamientos de las especies en base a los datos obtenidos durante la fase de campo. La intensidad del color verde señala el índice de similitud  $\geq 2.0$  de las especies agrupadas en gremios. **In:** Insectívoros, **Om:** Omnívoros, **Ca:** Carnívoros, **Fr:** frugívoros, **Ga:** Granívoros, **Ne:** Nectarívoros, **Ps:** Piscívoros, **Cr:** Carroñeros, **Hr:** Herbívoros.



**Análisis de Clúster para los gremios de forrajeo de las aves de las áreas de estudio (periurbana y urbana)**

El dendrograma de análisis de clúster (disimilitud de especies, ward.D2) muestra la presencia de una comunidad de aves (48 especies compartidas) tanto en el área periurbana con urbana, conformada por 13 gremios tróficos (Tabla 11), con un índice de disimilitud  $\geq 15$  (Fig. 8).



**Figura 7.** Dendrograma análisis de agrupamientos jerárquicos de las especies de aves comunes para el área de estudio (periurbana y urbana) en gremios tróficos. Cada color representa un



conglomerado de especies, formados por diferentes grados de disimilitud. Las líneas discontinuas representan el conglomerado de un grupo único para cada área.

Al comparar las agrupaciones realizadas por el análisis de clúster, se observó la tendencia de las especies de agruparse por su forma de explotar los recursos disponibles en el hábitat. De este modo, para el área periurbana y urbana con un índice de disimilitud  $\approx 15$  y  $>15$  respectivamente. Las especies se agrupan en dos grandes grupos, insectívoros conglomerado a especies con dieta: insectívoros e insectívoros-frugívoros (Tabla 11) y omnívoros conglomerados a especies con el siguiente tipo de dieta: frugívoros-insectívoros, herbívoros-granívoros, granívoros-frugívoros, granívoros-insectívoros, carnívoros-carroñeros, carnívoros, nectarívoros-insectívoros, carroñeros, piscívoros-insectívoros y piscívoros (Tabla 11). A medida que el índice de disimilaridad disminuye, los clúster más similares se fusionan; sin embargo, se forma un conglomerado de especies único para cada área (resaltados con líneas discontinuas) con un índice de disimilaridad de  $\approx 10.5$  para el área periurbana y de  $\approx 7.5$  para el urbana, representado por el conglomerado k – e – h – a – gg – d – v (*Amazilia tzacatl*, *Buteo nitidus*, *Cathartes aura*, *Coereba flaveola*, *Coragyps atratus*, *Milvago chimachima*, *Rupornis magnirostris*) para el área periurbana y por el clúster g – f – y – k – e – a – h (*Amazilia tzacatl*, *Cathartes aura*, *Chloroceryle amazona*, *Chloroceryle americana*, *Coereba flaveola*, *Coragyps atratus*, *Phalacrocorax brasilianus*), en el que se excluye las especies con dieta carnívoros, carnívoros-carroñeros (*Buteo nitidus*, *Milvago chimachima*, *Rupornis magnirostris*) (Fig. 8).



**Tabla 11:** Información de historia de vida de las especies de aves del área urbana (Ur) y periurbana (PrUr) de un mosaico de Bs-T de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. **Se indica sustrato de forrajeo (D: dosel, Ac: acuático, S: suelo, Ar: arbustal, Hr: herbazal, Art: artificial), Método de forrajeo (Atrp: atrapadoras, Rebc: rebuscadoras, Escb: excavadoras, Espg : espigadoras, Mdt: más de una técnica) y gremio trófico (I: insectívoras, F: frugívoras, N: nectarívoras, C: carnívoras, G: granívoras, O: omnívoras, Ps; piscívoras, Hr: herbívoras).**

Nombre científico	Área	Información de Historia de vida		
		Sut. de forj	Met. de Forj	Gremio
<i>Buteo nitidus</i>	Ur-PrUr	D	Atrp	Ca
<i>Rupornis magnirostris</i>	Ur-PrUr	D	Atrp	Ca
<i>Gampsonyx swainsonii</i>	PrUr	D	Atrp	Ca
<i>Chloroceryle amazona</i>	Ur-PrUr	Ac	Atrp	Ps
<i>Chloroceryle americana</i>	Ur-PrUr	Ac	Atrp	Ps
<i>Megaceryle torquata</i>	Ur-PrUr	Ac	Atrp	Om
<i>Anser anser</i>	Ur-PrUr	S	Rebc	Hr-Ga
<i>Anhinga anhinga</i>	Ur	Ac	Rebc	Om
<i>Ardea alba</i>	Ur-PrUr	Ac	Rebc	Om
<i>Butorides striata</i>	Ur	Ac	Rebc	Om
<i>Egretta thula</i>	Ur-PrUr	Ac	Rebc	Om
<i>Pilherodius pileatus</i>	Ur-PrUr	Ac	Rebc	Om
<i>Bubulcus ibis</i>	PrUr	Ac-S	Rebc	In
<i>Egretta caerulea</i>	PrUr	Ac	Rebc	Om
<i>Syrigma sibilatrix</i>	PrUr	Ac-S	Rebc	In-Ca
<i>Hypnelus ruficollis</i>	Ur	D	Atrp	In
<i>Piranga rubra</i>	Ur	D	Rebc	Fr-In
<i>Cathartes aura</i>	Ur-PrUr	S	Rebc	Cr



<i>Coragyps atratus</i>	Ur-PrUr	S	Rebc	Cr
<i>Vanellus chilensis</i>	Ur-PrUr	S	Rebc	Om
<i>Columbina squammata</i>	Ur-PrUr	S	Escb	Ga-Fr
<i>Columbina talpacoti</i>	Ur-PrUr	S	Escb	Ga-Fr
<i>Columbina passerina</i>	PrUr	S	Escb	Ga-Fr
<i>Leptotila verreauxi</i>	PrUr	S	Escb	Ga-Fr
<i>Cyanocorax affinis</i>	PrUr	Ar-D	Rebc	Om
<i>Ortalis ruficauda</i>	PrUr	D-S	Rebc	Fr-Hr
<i>Crotophaga ani</i>	Ur-PrUr	Ar-D	Rebc	Om
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Ur-PrUr	Ar-D	Rebc	Om
<i>Piaya cayana</i>	Ur-PrUr	D-Ar	Rebc	Om
<i>Milvago chimachima</i>	Ur-PrUr	D-S	Mdt	Ca-Cr
<i>Falco sparverius</i>	PrUr	D	Atrp	Ca
Falconidae sp1	PrUr	D	Atrp	Ca
<i>Herpethotes cachinnans</i>	PrUr	D	Atrp	Ca
<i>Euphonia lanirostris</i>	Ur-PrUr	Ar-D	Rebc	Fr-In
Euphonia sp	Ur	D	Rebc	Fr-In
<i>Euphonia xanthogaster</i>	Ur-PrUr	Ar-S	Rebc	Fr-In
<i>Spinus psaltria</i>	Ur-PrUr	Hr	Espg	Ga-In
<i>Dendroplex picus</i>	Ur-PrUr	D	Atrp	In
<i>Synallaxis cf. albescens</i>	PrUr	Ar	Atrp	In
<i>Galbula ruficauda</i>	Ur-PrUr	Ar-D	Atrp	In
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Ur-PrUr	D	Atrp	In
<i>Tachycineta albiventer</i>	Ur	D	Atrp	In
<i>Icterus chrysater</i>	Ur	D	Rebc	In-Fr
<i>Icterus nigrogularis</i>	Ur	D	Rebc	In-Fr
<i>Sturnella magna</i>	PrUr	Ar	Rebc	In
<i>Saltator coerulescens</i>	Ur-PrUr	Ar-D	Rebc	Fr-In
<i>Saltator striatipectus</i>	Ur-PrUr	Ar-D	Rebc	Fr-In



<i>Mimus gilvus</i>	Ur	D	Atrp	In-Fr
<i>Setophaga petechia</i>	Ur-PrUr	D	Rebc	In-Fr
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Ur-PrUr	Ac	Rebc	Ps-In
<i>Gallus gallus</i>	Ur-PrUr	S	Rebc	Om
<i>Colaptes punctigula</i>	Ur	D	Mdt	In-Fr
<i>Dryocopus lineatus</i>	Ur	D	Mdt	In-Fr
<i>Melanerpes rubricapillus</i>	Ur-PrUr	D	Mdt	In-Fr
<i>Picumnus squamulatus</i>	Ur	Ar	Mdt	In-Fr
<i>Veniliornis kirkii</i>	Ur-PrUr	D	Mdt	In-Fr
<i>Polioptila plumbea</i>	Ur-PrUr	Art-Ar-D	Atrp	In
<i>Eupsittula pertinax</i>	Ur	D	Rebc	Fr-Ga
<i>Forpus conspicillatus</i>	Ur-PrUr	Ar-D	Rebc	Fr-Ga
<i>Ara severus</i>	PrUr	D	Rebc	Fr-Ga
<i>Aramides cajaneus</i>	Ur	S	Rebc	Om
<i>Tringa cf. flavipes</i>	PrUr	S	Rebc	Om
<i>Thamnophilus doliatus</i>	Ur-PrUr	Ar	Rebc	In
<i>Formicivora grisea</i>	PrUr	Ar	Rebc	In
<i>Sakesphorus canadensis</i>	PrUr	Ar	Atrp	In
<i>Coereba flaveola</i>	Ur-PrUr	Ar-D-Hr	Rebc	Ne-In
<i>Paroaria nigrogenis</i>	Ur	D-S	Rebc	In
<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	Ur-PrUr	Ar-D-Hr	Rebc	Fr-In
<i>Sicalis flaveola</i>	Ur-PrUr	Ar-D-Hr-S	Rebc	Ga-In
<i>Sporophila intermedia</i>	Ur	Ar	Espg	Ga-In
<i>Tachyphonus cf. rufus</i>	Ur	D	Rebc	Fr-In
<i>Thraupis episcopus</i>	Ur-PrUr	Ar-D	Rebc	Fr-In
<i>Conirostrum leucogenys</i>	PrUr	Ar	Rebc	Fr-In
<i>Sporophila nigricollis</i>	PrUr	Ar	Espg	Ga-In
<i>Tangara cayana</i>	PrUr	Ar-D	Rebc	Fr-In
<i>Volatinia jacarina</i>	PrUr	Ar	Espg	Ga-In



<i>Phimosus infuscatus</i>	PrUr	Ac	Rebc	Om
<i>Pachyramphus cf. cinnamomeus</i>	Ur	D	Atrp	In
<i>Amazilia tzacatl</i>	Ur-PrUr	Ar-D	Rebc	Ne-In
<i>Chlorostilbon cf. gibsoni</i>	PrUr	Ar	Rebc	Ne-In
Morfoespecies sp1	PrUr	D	Rebc	Ne-In
Morfoespecies sp2	PrUr	D	Rebc	Ne-In
Morfoespecies sp3	PrUr	Ar	Rebc	Ne-In
<i>Campylorhynchus griseus</i>	Ur	D	Rebc	In
<i>Troglodytes aedon</i>	Ur-PrUr	Ar-D-S	Rebc	In
<i>Cantorchilus leucotis</i>	PrUr	Ar	Atrp	In
<i>Turdus ignobilis</i>	Ur	S	Rebc	In
<i>Turdus nudigenis</i>	Ur	S	Rebc	Fr-In
Turdus sp6	PrUr	D	Rebc	In
<i>Camptostoma obsoletum</i>	Ur	D	Atrp	In
<i>Elaenia flavogaster</i>	Ur	D	Rebc	In
Empidonax sp	Ur	D	Atrp	In
<i>Machetornis rixosa</i>	Ur-PrUr	S	Atrp	In
<i>Megarynchus pitangua</i>	Ur	D	Atrp	In
Morfoespecie sp5	Ur	D	Atrp	In
<i>Myiodynastes maculatus</i>	Ur-PrUr	Ar-D	Atrp	In
<i>Myiozetetes cf. similis</i>	Ur-PrUr	Ar-D	Atrp	In
<i>Pitangus cf. lictor</i>	Ur-PrUr	D	Atrp	In
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Ur-PrUr	Art-Ar-D-S	Atrp	In
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Ur-PrUr	Ar-D	Atrp	In
<i>Todirostrum cinereum</i>	Ur-PrUr	Ar-D	Atrp	In
<i>Tolmomyias cf. flaviventris</i>	Ur-PrUr	D	Atrp	In
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Ur-PrUr	Art-Ar-D-S-Hr	Atrp	In
<i>Tyrannus savana</i>	Ur-PrUr	D	Atrp	In
<i>Empidonax traillii</i>	PrUr	D	Atrp	In



Morfoespecies sp4	PrUr	D	Atrp	In
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Ur	D	Atrp	In-Fr
<i>Vireo olivaceus</i>	PrUr	Ar	Rebc	In-Fr
<i>Hylophilus flavipes</i>	PrUr	D	Atrp	In-Fr

### **Método de forrajeo de las especies de un mosaico de Bs-T de Cúcuta**

De los 631 registros de aves, las especies se agrupan en cinco grupos de forrajeo.

#### **Método de forrajeo de las especies periurbanas**

Con respecto al área el grupo mejor representado son los rebuscadores con 52.4% (43sp) de las especies, seguido por los atrapadores con 35.4% (29sp), excavadores con 4.8% (4sp), espigadores con 3.7% (3sp) y el 3.7% (3sp) restante de las especies pertenecen al grupo más de una técnica (Fig. 9 y Tabla 11).

#### **Método de forrajeo de las especies urbanas**

De manera semejante en esta área los rebuscadores son el grupo mejor representado con 50.6% (39sp) de las especies, proseguido por los atrapadores con 36.4% (28sp), más de una técnica con 7.8% (6sp), espigadores con 2.6% (2sp) y el 2.6% (2sp) restante de las especies son del grupo excavadores (Fig. 10 y Tabla 11).



De las especies reportadas en el mosaico de Bs-T, 50 (45,9%) son compartidas entre el área periurbana y urbana. La diferencia entre ensambles se debe a 32 especies reportadas únicamente en el área periurbana (29.3%) y 27 especies sólo en el área urbana (24.7%).

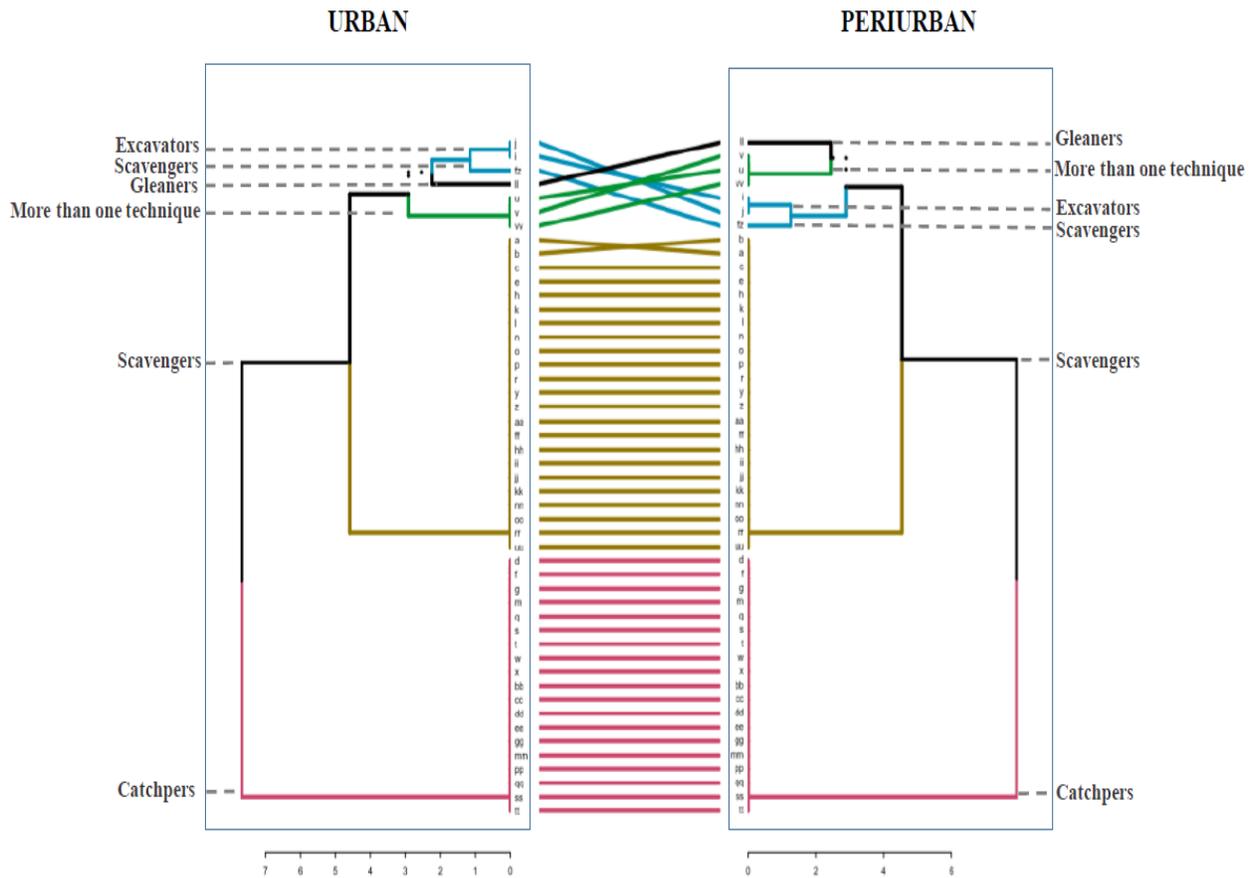
### **Análisis de Clúster para el método de forrajeo de las aves de las áreas de estudio (periurbana y urbana)**

En el dendrograma de análisis de clúster (disimilaridad de especies, ward.D2) se muestra la presencia de una comunidad de aves (48 especies compartidas) tanto para el área periurbana y urbana conformada por cinco métodos de forrajeo (excavadores, rebuscadores, espigadores, atrapadores y más de una técnica), con un índice de disimilaridad  $\geq 5$  (Fig. 11).

De los resultados obtenidos en este estudio se evidencia la formación de conglomerados semejantes para las área de estudio (periurbana y urbana), el grupo conformado por las especies del método de forrajeo atrapadoras (línea rosada), está representado por 10 especialistas y nueve generalistas (Fig. 11 y Tabla 11), el conglomerado de las especies rebuscadoras (línea amarillo-ocre) está conformado por 12 especialistas y 11 generalistas para el sustrato de forrajeo; por el contrario con índices de disimilaridad de  $\approx 1.9$  para el área periurbana y de  $\approx 2.3$  para el área urbana se observa la formación del conglomerado de las especies excavadoras y rebuscadoras y, el conglomerado método de forrajeo más de una técnica, de las cuales dos son especialistas y una generalista para cada clúster respectivamente, así mismo se observa la formación de grupos únicos para cada área (resaltados con líneas discontinuas), agrupando especies espigadoras y más de una



técnica con índices de disimilaridad de  $\approx 2.5$  y finalmente espigadores y rebuscadores con disimilaridad de  $\approx 2.0$ .



**Figura 10.** Dendrograma análisis de agrupamientos de las especies de aves comunes para el área de estudio (periurbana y urbana) en métodos de forrajeo. Cada color representa un conglomerado de especies, formados con diferentes grados de disimilaridad y las líneas discontinuas conglomeran un grupo único para cada área.

### Sustrato de forrajeo de las especies de un mosaico de Bs-T de Cúcuta

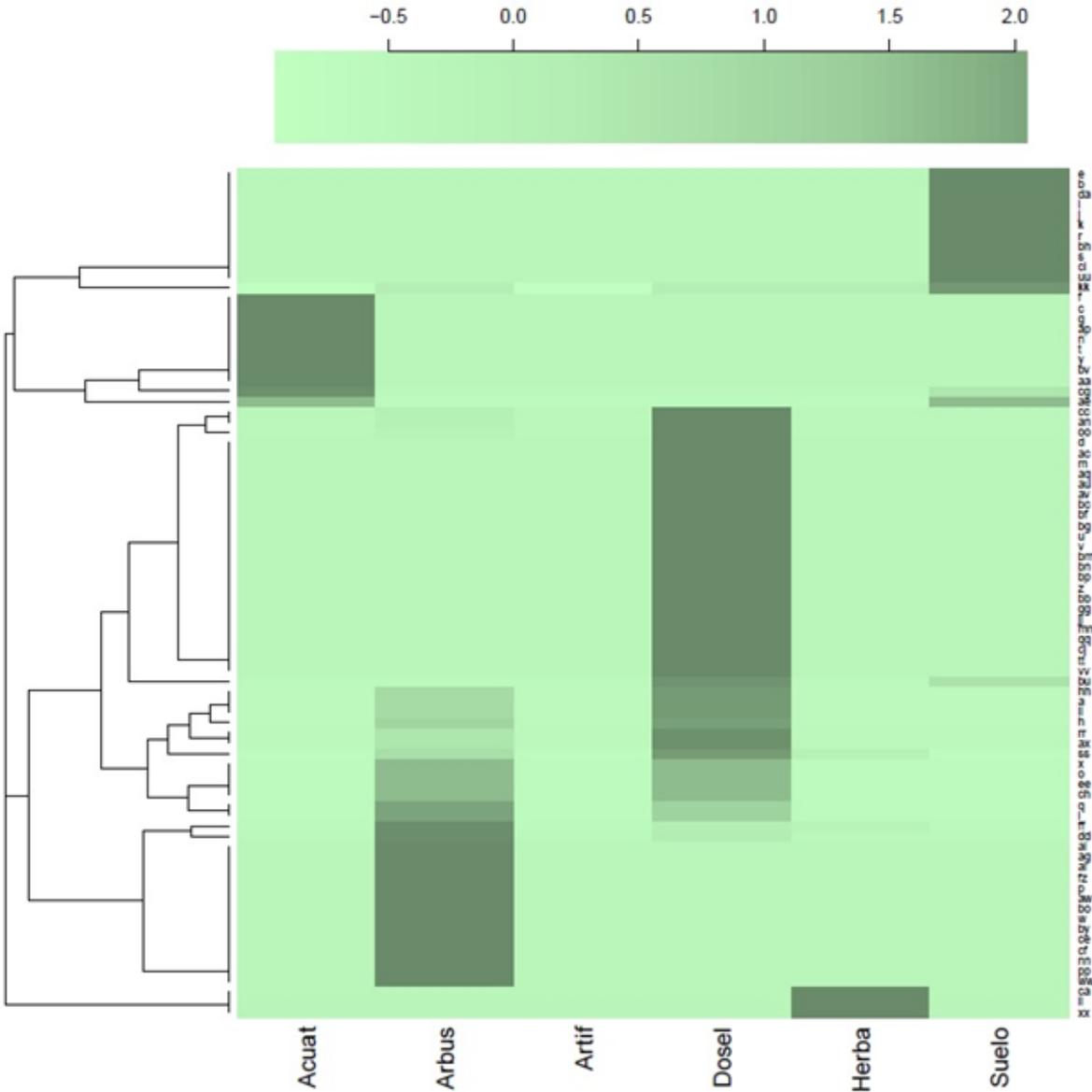


## Sustrato de forrajeo

El resultado de las observaciones de los métodos de forrajeo utilizados por las aves de un área periurbana y otra urbana en la ciudad de Cúcuta dentro de un mosaico de Bs-T, indica que están compuesta por una proporción alta de especialistas, a nivel general representan el 77,9% (85sp) de las especies observadas, que interaccionan con el 22,1% (24sp) de las especies generalistas encontradas en este estudio. De estos resultados, 60 especies del área periurbana son especialistas (23sp de dosel, 15sp de arbustal, 12sp de Suelo, 8sp de acuático y 2sp de Herbazal) y 22 especies son generalistas, así mismo 58 especies del área urbana son especialistas (30 de dosel, 12sp de suelo, 8sp de acuático, 7sp de arbustal y 1sp de herbazal) y 19 especies son generalistas (Tabla 11).

Se puede evidenciar que no hay una diferencia marcada en la utilidad de los sustratos de forrajeo, sin embargo, estuvo influenciado por la categoría dosel con el 28% (23sp), seguido por arbustal con 17% (14sp), suelo con 13,4% (11sp), acuático con 11% (9sp), herbazal con 3,6% (3sp) y el 26,8% (22sp) restante está representado por especies asociadas a dos o más sustratos de forrajeo (Fig. 12 y Tabla 11).





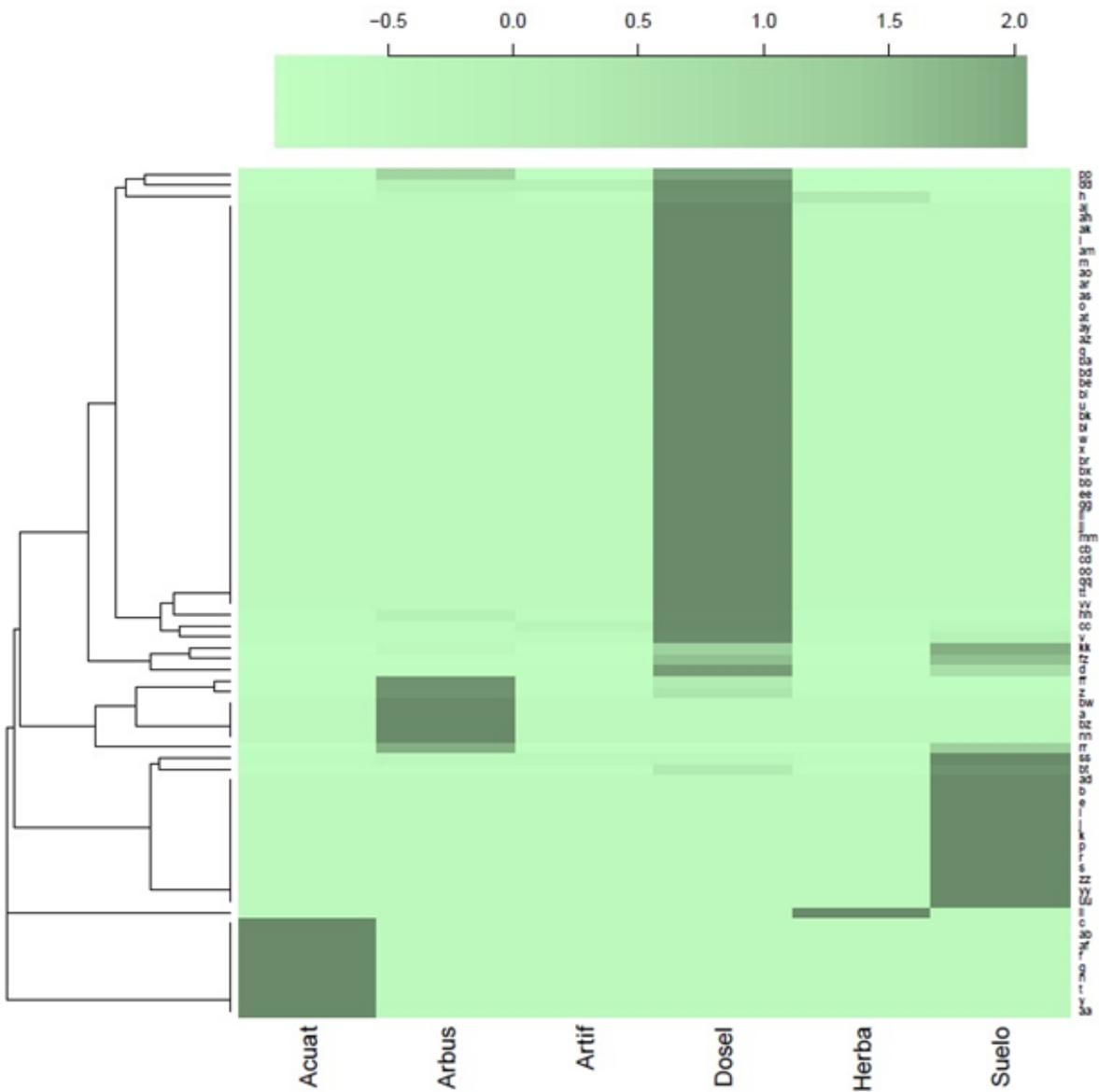
**Figura 11.** Heatmaps para sustrato de forrajeo del área periurbana. Los árboles en la parte superior e izquierda corresponden a agrupamientos de las especies en base a los datos colectados durante la fase de campo. La intensidad del color verde señala el índice de similitud  $\geq 1.5$  de las especies (correlación positiva), y el color verde claro representa una correlación negativa o un índice de similitud  $\leq 0.5$ , como se indica en la clave de color. **Dosel:** Dosel, **Suelo:** Suelo, **Acuat:** Acuático, **Arbus:** Arbustal, **Artif:** Artificial, **Herba:** Herbazal.



Si se compara las especies identificadas con las letras **p, z, d** y **v** (Fig. 12, 13 y Tabla 11), éstas son especialistas en el área periurbana; sin embargo, en el área urbana las mismas son especies que explotan dos sustratos de forrajeo (Ar-D; Ar-S; D-S), caso contrario sucede con las especies identificadas con las letras **q, ii, ee, x, a, oo** y **o** (Tabla 11), las cuales son generalistas en el área periurbana pero en el área urbana solo explotan un sustrato de forrajeo, posiblemente esta variación en la explotación del hábitat se deba a la adaptación de cada especie en base a los requerimientos tróficos y probablemente a su vez sea una estrategia en la disminución de la competencia por los recursos disponibles en el área.

El uso del sustrato de forrajeo en el área urbana estuvo influenciado por la categoría dosel con el 49,3% (38sp), seguido por suelo con 15,6% (12sp), acuático con 11,7% (9sp), arbustal con 5,2% (4sp), herbazal con 1,3% (1sp), el 16,9% (13sp) restante representado por especies asociadas a dos o más sustratos de forrajeo, (Fig. 13 y Tabla 11).





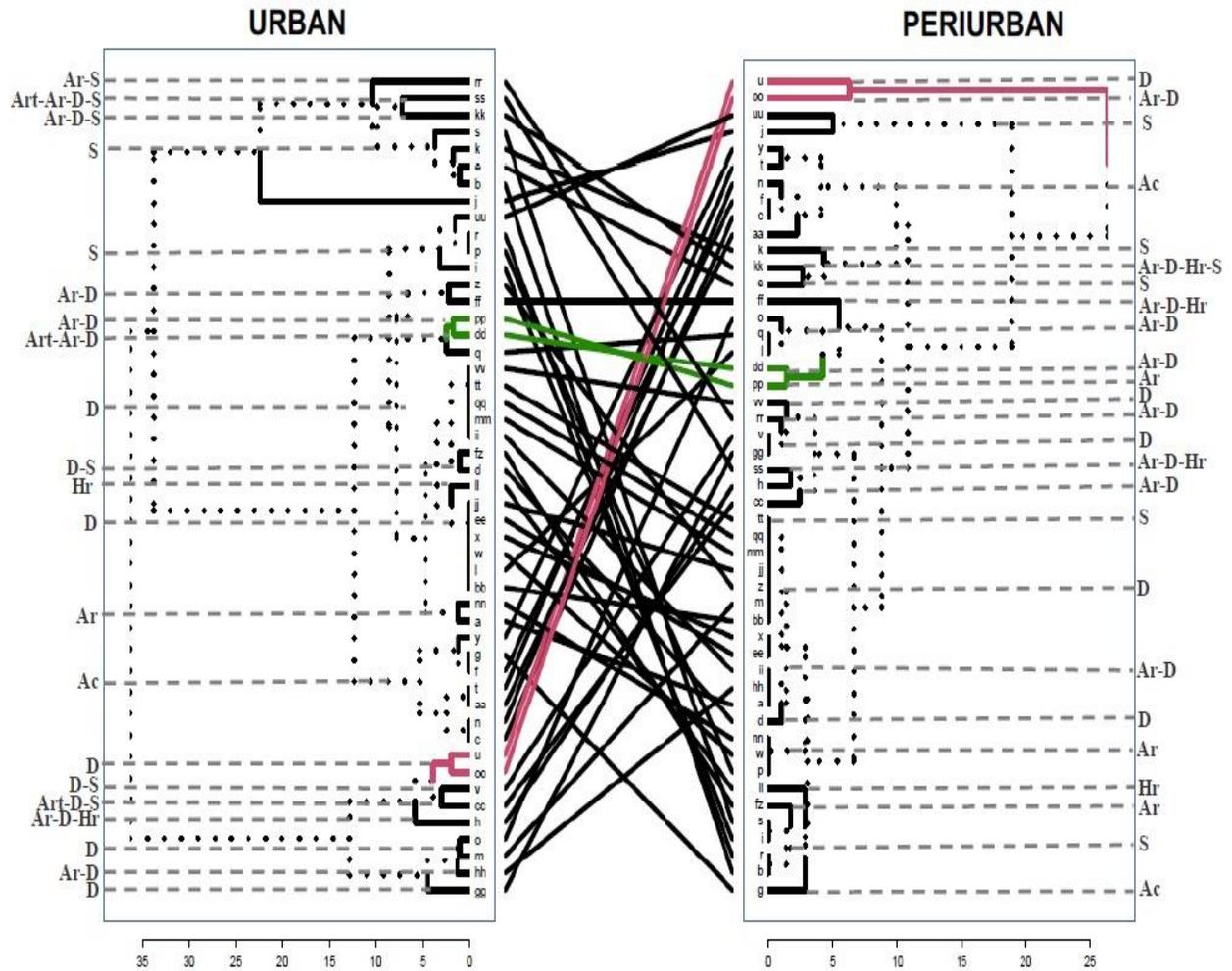
**Figura 12.** Sustrato de forrajeo de las aves del área urbana. Los árboles en la parte izquierda corresponden a agrupamientos de las especies en base a los datos colectados durante la fase de campo. La intensidad del color verde señala el índice de similitud  $\geq 1.5$  de las especies (correlación positiva), y el color verde claro representa una correlación negativa o un índice de similitud  $\leq 0,5$ , como se indica en la clave de color. **Dosel:** Dosel, **Suelo:** Suelo, **Acuat:** Acuático, **Arbus:** Arbustal, **Artif:** Artificial, **Herba:** Herbazal.



## **Análisis de Clúster para el sustrato forrajeo de las aves de las áreas de estudio (periurbana y urbana)**

En el dendrograma de análisis de clúster (disimilaridad de especies, ward.D2) para sustrato de forrajeo, se observa la formación de una comunidad de aves (49 especies compartidas) tanto para el área periurbana y urbana. Se muestran dos agrupamientos similares para el área urbana y periurbana: conglomerado *Melanerpes rubricapillus* (u) - *Thraupis episcopus* (oo) (línea rosada) con índices de disimilaridad  $\approx 6.0$ ,  $\approx 2.0$  respectivamente, y conglomerado pp – dd (línea verde), con índices de disimilaridad  $\approx 2.0$ . En la comparación de los Clústeres (periurbana-urbana), los grupos formados por líneas discontinuas dan resultados disímiles reflejando que el 95% de las especies de las áreas de estudio (comparadas) utilizan los sustratos de forrajeo de manera diferente, de esta forma se conglomeran las especies con índices de disimilaridad  $\geq 4.5$  (periurbana) y  $\geq 7.0$  (urbana) (Fig. 13).





**Figura 13.** Dendrograma análisis de agrupamientos jerárquicos de las especies de aves para el área de estudio (periurbana y urbana) en sustratos de forrajeo. Cada color representa un conglomerado de especies, formado con diferentes grados de disimilaridad y las líneas discontinuas conglomeran un grupo único para cada área.



## DISCUSIÓN

### Estructura y composición de la comunidad de aves

Los trabajos realizados en Colombia en ambientes con alta intervención concuerdan con la presencia de una alta riqueza del taxón especie (eg. Zerda & Rodríguez 1986, Cuadros 1999, Naranjo & Estela 1999, Anónimo 2000, Angarita 2002 y Muñoz M. C. et al., 2007). Al comparar la investigación realizada por Rivera-Gutiérrez H. (2006) y Muñoz M. C. et al. (2007), en las que efectúan un esfuerzo de muestreo mayor y se obtiene un número total de 114 especies y 93 especies, respectivamente, el esfuerzo de muestreo realizado en este trabajo es representativo (Fig. 1); en este sentido, puede argumentarse que los muestreos realizados y el área cubierta fueron suficientes para registrar la mayoría de las especies (Fig. 2).

Los resultados expuestos en el presente trabajo son similares a los de White P., Vaughan N., Renwick A. & Barker N. (2005), Faggi A. & Perepelizin P. (2006) y Rivera-Gutiérrez H. (2006), dado que no se sigue el patrón reportado por Lancaster R. & Rees W. (1979), Mc Donnell et. al., (1997) y Chacea J. & Walsh J. (2006), teniendo en cuenta que en estas investigaciones disminuye la riqueza de especies y aumenta la población de especies exótica con la urbanización; caso contrario a los obtenido en este estudio, ya que se exhibe una alta riqueza de aves nativas en el área urbana, 76 especies para el ecoparque Comfanorte y 81 especies para el área periurbana (109 especies para el mosaico de Bs-T de Cúcuta) (Fig. 4 y Tabla 1).

El área periurbana parece ser atractiva para un mayor número de especies de aves, ya que tanto la riqueza como la abundancia fueron más altas en esta área, en comparación con el área urbana (Fig. 4.), de igual forma concuerda con lo referido por Bojorges J. & López-Mata L. (2005) en selvas



con diferentes grados de regeneración. Sin embargo, el área urbana tiene una buena contribución en la riqueza de especies (fig. 4); lo que concuerda con algunos trabajos realizados en Bs-T en áreas suburbanas y urbanas de la ciudad de Cali como el de Rivera-Gutiérrez H. (2006). Asimismo, los valores de riqueza específica coinciden con lo reportado por Naranjo L. (1992) en el Valle del Cauca con 141 especies, Cárdenas (2000) en la Reserva Natural “él Hatico” del Valle del Cauca con 134 especies y Rivera-Gutiérrez H. (2006) en Cali con 114 especies para fragmentos de Bs-T con diferentes intervenciones antrópicas (Martínez-Bravo et al., 2013).

En el área periurbana se observan perturbaciones antrópicas (casas, fábrica de asfalto, cultivos y carretera) que definen la heterogeneidad del paisaje (Carrara et al., 2015). Este paisaje favorece el movimiento de aves generalistas o con facilidad de dispersión hacia el área urbana. Por ejemplo, pese a que el ecoparque es un centro recreativo, se encuentra bordeado por el río Pamplonita y por vegetación característica de Bs-T (arbustos y matorrales). Esta podría ser una de las causas por las cuales las áreas urbana y periurbana comparten un alto número de especies, tales como *Columbina talpacoti*, *Pitangus sulphuratus*, *Coereba flaveola*, *Melanerpes rubricapillus* y *Thraupis episcopus*, siendo estas las más representativas en el mosaico de Bs-T de Cúcuta (Tabla 10).

Características del tramado periurbano con espacios abiertos y cuerpos de agua forman ambientes que favorecen una alta diversidad de especies, llevando a los índices de similitud a relacionarse (Fig. 11 y 12), así lo ha reportado Faggi A. & Perepelizin P. (2006). Sin embargo, esto permite la coexistencia de especies únicas dentro de cada área (32 spp. en el área periurbana y 27 spp. en el área urbana), es decir que puede estar relacionada en base a la forma de esplotar los recursos disponibles, así como con las características estructurales del área circundante y con las especies que la habitan (Faggi A. & Perepelizin P., 2006), así como a movimientos temporales de las aves



debido a la disponibilidad de alimento y a los requerimientos tróficos (insectos, frutos, semillas entre otros) de cada especie (Bojorges Baños & Pérez-Mata, 2005); y son estos componentes los que aportan a la relativa disimilitud entre las áreas de estudio (periurbana y urbana), ya que los movimientos realizados por el taxón especies pueden estar influenciados con patrones de floración, fructificación, entre otros recursos, tal como lo ha sugerido Blake & Loiselle (2001), donde ambientes que presentan generalmente una altas tasas de producción de frutos, flores y follaje, están relacionadas con una mayor riqueza y abundancia de especies.

Estudios recientes han sugerido que las plantas cumplen un papel importante en la conservación de las aves en paisajes fragmentados (Mamani Flores, 2014); es decir, podría existir una dependencia entre la variedad de la vegetación y el número de especies presentes en estos lugares (Muñoz et., al 2007). La riqueza de especies registrada en el ecoparque Comfanorte sugiere que este sitio puede mantener un gran número de aves en relación a los resultados de Rivera-Gutiérrez H. (2006), a causa de la heterogeneidad de hábitats internos, donde el 67.8% (40 spp) de las especies vegetales censadas son nativas y el 32.2% (19 spp) (Anexo 1: Tabla 14) de las especies son foráneas, utilizadas principalmente como plantas de sobra y ornamentales, cabe señalar que la ubicación de las especies foráneas ha sido seleccionada, tanto en su distribución como en las especies (por lo que no representa un parche de bosque natural) brindando condiciones apropiadas para la avifauna como sitio de percha o de recursos alimenticios. De modo que cuando la heterogeneidad aumenta (en aspectos como tamaño, cobertura vegetal y composición florística), la riqueza de especies también (Faggi A. & Perepelizin P., 2006 y Seijas et al., 2011).

Según Rivera-Gutiérrez H. (2006) y Carrara et al. (2015), las similitudes en características ecológicas y la heterogeneidad del paisaje disminuyen la distancia entre los parches de Bs-T. Lo



que sugiere una mayor efectividad como corredores biológicos (Herrera, 2011). En este orden de ideas la composición de especies encontrada en las áreas de estudio (periurbana y urbana), sugiere la existencia de un intercambio alto de especies (Tabla 10), así como de una aparente conectividad entre estas áreas. En oposición con Bojorges B. & López-Mata (2005), lo anterior sugiere que tanto la configuración del ambiente (eg. Paisaje, hábitat y microhábitat), como la cantidad disponible son importantes en la distribución de las aves.

**Tabla 12:** Listado de especies compartidas entre las áreas de estudio (periurbana-PrUrb y urbana-Ur).

<b>Nombre científico</b>	<b>Cód.</b>	<b>Área</b>	<b>Abundancia</b>
<i>Buteo nitidus</i>	d	Ur-PrUr	5
<i>Rupornis magnirostris</i>	gg	Ur-PrUr	11
<i>Chloroceryle amazona</i>	f	Ur-PrUr	10
<i>Chloroceryle americana</i>	g	Ur-PrUr	7
<i>Megaceryle torquata</i>	t	Ur-PrUr	9
<i>Anser anser</i>	b	Ur-PrUr	5
<i>Ardea alba</i>	c	Ur-PrUr	7
<i>Egretta thula</i>	n	Ur-PrUr	5
<i>Pilherodius pileatus</i>	aa	Ur-PrUr	6
<i>Cathartes aura</i>	e	Ur-PrUr	10
<i>Coragyps atratus</i>	k	Ur-PrUr	13
<i>Vanellus chilensis</i>	uu	Ur-PrUr	14
<i>Columbina squammata</i>	i	Ur-PrUr	5
<i>Columbina talpacoti</i>	j	Ur-PrUr	41
<i>Crotophaga ani</i>	fz	Ur-PrUr	2
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	l	Ur-PrUr	6
<i>Piaya cayana</i>	z	Ur-PrUr	8
<i>Milvago chimachima</i>	v	Ur-PrUr	19
<i>Euphonia laniirostris</i>	o	Ur-PrUr	11
<i>Euphonia xanthogaster</i>	p	Ur-PrUr	2
<i>Spinus psaltria</i>	ll	Ur-PrUr	2
<i>Dendroplex picus</i>	m	Ur-PrUr	7
<i>Galbula ruficauda</i>	q	Ur-PrUr	9



<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	mm	Ur-PrUr	3
<i>Saltator coerulescens</i>	hh	Ur-PrUr	10
<i>Saltator striatipectus</i>	ii	Ur-PrUr	5
<i>Setophaga petechia</i>	jj	Ur-PrUr	2
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	y	Ur-PrUr	11
<i>Gallus gallus</i>	r	Ur-PrUr	2
<i>Melanerpes rubricapillus</i>	u	Ur-PrUr	27
<i>Veniliornis kirkii</i>	vv	Ur-PrUr	6
<i>Polioptila plúmbea</i>	dd	Ur-PrUr	11
<i>Forpus conspicillatus</i>	az	Ur-PrUr	10
<i>Thamnophilus doliatus</i>	nn	Ur-PrUr	3
<i>Coereba flaveola</i>	h	Ur-PrUr	24
<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	ff	Ur-PrUr	23
<i>Sicalis flaveola</i>	kk	Ur-PrUr	21
<i>Thraupis episcopus</i>	oo	Ur-PrUr	33
<i>Amazilia tzacatl</i>	a	Ur-PrUr	5
<i>Troglodytes aedon</i>	rr	Ur-PrUr	18
<i>Machetornis rixosa</i>	s	Ur-PrUr	10
<i>Myiodynastes maculatus</i>	w	Ur-PrUr	2
<i>Myiozetetes cf. similis</i>	x	Ur-PrUr	3
<i>Pitangus cf. lictor</i>	bb	Ur-PrUr	2
<i>Pitangus sulphuratus</i>	cc	Ur-PrUr	26
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	ee	Ur-PrUr	3
<i>Todirostrum cinereum</i>	pp	Ur-PrUr	8
<i>Tolmomyias cf. flaviventris</i>	qq	Ur-PrUr	3
<i>Tyrannus melancholicus</i>	ss	Ur-PrUr	22
<i>Tyrannus savana</i>	tt	Ur-PrUr	3

En general, la representatividad de familias de aves difirió entre las áreas de estudio (urbana y periurbana) (Fig. 1). No obstante, en ambas áreas Tyrannidae y Thraupidae fueron las más ricas en número de especies. Este patrón ya ha sido detectado en otros estudios. Naranjo L. (1992), Gómez (2005), Muñoz et al. (2007) y Sainz-Borgo (2015) reportan a la familia Tyrannidae y Thraupidae como las familias con mayor abundancia de especies en áreas urbanas del Valle del Cauca (Hacienda Formosa y Universidad de Valle), Quindío (Universidad del Quindío) y



Venezuela (Universidad Central de Venezuela). De igual manera, en áreas urbanas y periurbanas de Cali (Rivera-Gutiérrez H. 2006) y Pereira (Londoño-Betancourth J., 2011), reportan estas familias como las más representativas.

La abundancia de algunas familias en áreas urbanas, se debe a que probablemente estos ecosistemas “ofrecen las características necesarias de acuerdo a su nicho o la plasticidad del nicho les permite adaptarse a ambientes con características más o menos similares a las que requieren según sus condiciones” (Londoño-Betancourth J., 2011). Esto hace del presente estudio una importante contribución al conocimiento de la avifauna de un área periurbana y urbana de un mosaico de Bs-T de Cúcuta y la capacidad de las especies reportadas para utilizar el hábitat y los recursos disponibles en el área de estudio, pues a la fecha no se contaba con estudios similares, a fin de que más adelante permitiera realizar comparaciones dentro del territorio, así como sucede en estudios semejantes a este; en particular a los realizados en Medellín, Cali y Pereira, permitiendo un mejor enfoque en la utilidad de las áreas verdes de la ciudad direccionado a la importancia de la conservación de espacios heterogéneos que permitan albergar especies importantes para la conservación, evitando mantener comunidades homogéneas dominadas por especies generalistas y oportunistas.

A pesar de las diferentes intervenciones antrópicas que se presentan en las dos áreas, los resultados sugieren que dicha alteración favorece la presencia de especies con variados requerimientos ecológicos. De acuerdo con Ugalde-Lezama (2010), la alteración del ecosistema puede causar una



heterogeneidad en el paisaje que determina la estructura del hábitat. Así mismo, esto puede favorecer la movilidad de variadas especies (Cárdenas-Carmona, 1998), permitiendo de esta forma el registro de un elevado número de especies raras en el área urbana. Este puede ser el caso de especies como *Anhinga anhinga* y *Butorides striata*, las cuales estuvieron representadas en el presente estudio por un individuo cada una y en cercanías al lago artificial del ecoparque, Comfanorte (área urbana). Esto sugiere que esta área es utilizada como sitio de paso para muchas especies en la búsqueda y explotación de recursos, así como refugio, sitios de descanso y anidación.

### **Distribución de abundancias de las especies de aves para las áreas de estudio**

En cuanto a las especies más abundantes, como *Thraupis episcopus*, *Ramphocelus dimidiatus*, *Columbina talpacoti*, *Melanerpes rubricapillus* y *Vanellus chilensis* para el área periurbana, así como *Columbina talpacoti*, *Pitangus sulphuratus*, *Coereba flaveola*, *Milvago chimachima* y *Sicalis flaveola* para el área urbana; estas observaciones evidencian la presencia de aves características que presentan una abundancia y dominancia alta, ya que son especies que toleran la antropización (Rojas, 2014); similar a lo encontrado en Santa Cruz, Bolivia por Flores et al., (2001).

De igual forma son especies características de ambientes empobrecidos o de ecosistemas jóvenes donde existe una oferta mayor de recursos tróficos (insectos, frutas, flores, semillas, entre otros) y ecológicos para este tipo especies (Tamayo-Quintero & Cruz-Bernate, 2015). Así el ecoparque



Comfanorte por sus características de urbanización provee hábitat y alimento a especies que anidan en cavidades y granívoras que rebuscan en el suelo (Rojas, 2014), por tal razón la alta abundancia de *Columbina talpacoti*. Además, la diferencia en abundancia entre *Ardea alba* y *Egretta thula* observada en las áreas de estudio podría corresponder a que estas especies utilizan el área urbana como corredor biológico, que si bien le permite descansar también ofrece la disponibilidad de alimento, ya que el ecoparque Comfanorte posee un lago artificial. En este orden de ideas se registra *Syrigma sibilatrix* con abundancia de cuatro individuos para el área periurbana, especie que de acuerdo con Hilty & Brown (2001) y McMullan (2014) estaba originalmente hacia los llanos de Colombia, y este registro se convierte en una ampliación de distribución.

Conforme a Rivera-Gutiérrez H. (2006), especie registradas como *Aramides cajaneus* y *Leptotila verreauxi*, pudieron habitar originalmente el Bs-T. De ahí que la observación de esta especie sea poco común a rara, dado que poseen un comportamiento inconspicuo (Hilty & Brown, 2001 y Olmos, 2015). Así lo reporta Silva & Olmos (2015), donde describe a la familia Rallidae de comportamiento reservado y de difícil observación, sin embargo, *Aramides cajaneus* es una especie de amplia distribución (Hilty & Brown, 2001, McMullan 2014 y Silva & Olmos, 2015).

### **Gremios tróficos, Sustrato y Método de Forrajeo de las aves de las áreas de estudio**

El mosaico de Bs-T estudiando (área periurbana y urbana) alberga principalmente los gremios insectívoros, omnívoros y frugívoros, cada grupo trófico mostro diferencia en cuanto a su riqueza y composición (Fig. 5 y 6); esto sugiere que la variada presencia de gremios tróficos puede cumplir



con importantes funciones ecológicas similares en las áreas de estudio. En este sentido sea indicado que la estratificación horizontal y vertical de la vegetación juegan un papel importante en proteger la coexistencia de un mayor número de especies de aves, teniendo en cuenta que esa disponibilidad permite utilizar la cobertura y los recursos alimenticios disponibles (Ramírez-Albores, 2006). De acuerdo con esto, la variación de la riqueza de aves en cada uno de las áreas de estudio podrían ser explicados en temimos tróficos.

Por ejemplo, el gremio insectívoro presento variación en el número de especies, aunque no es muy marcado disminuye en seis especies en el área periurbana (31spp Vs. 37 spp). Pese a que estudios como el de Poulin et al. (1994) y Vereá & Solórzano (1998) se han centrado en evaluar la variación de los gremios tróficos en épocas de lluvia y sequía, es claro que las especies insectívoras predominan, así mismo lo reporta Faggi A. & Perepelizin P. (2006) en Buenos Aires, Rojas (2014) en Ecuador y Sainz & Borgo (2015) para bosques tropicales de Venezuela, como los resultados expuestos en esta investigación.

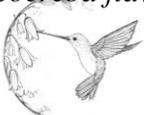
Además, lo insectívoros están representados en esta investigación en su mayoría por la familia Tyrannidae (12 spp periurbanas y 15 spp urbanas), siendo el área urbana la más rica en número de especies e individuos, esto puede deberse a que posiblemente estas especies prefieran espacios abiertos donde tienen una mayor visibilidad y libertad de movimiento para conseguir el alimento (Ramírez-Albores, 2006). Acorde con Barbaro et al. (2014), la abundancia de insectívoros se puede explicar por la uniformidad funcional y el efecto borde, ya que experimentos previos encontraron



que las aves insectívoras aumentan en los bordes y en pequeños fragmentos de bosque. Posiblemente, porque hay una mayor disponibilidad de presas y porque son más fácil de localizarlas que al interior del bosque. Además de ser un recurso rico en nutrientes (Muñoz et al., 2007), confiable y disponible durante todo el año (Rivera-Gutiérrez H., 2006).

Parece ser que todas las especies insectívoras se mueven regularmente a través de muchas especies de árboles (Cárdenas, 2000). Así lo reflejan los resultados de este estudio, donde las aves insectívoras utilizan sustratos de forrajeo como dosel, herbazal, arbustal, suelo y para el caso del área urbana utilizan el sustrato artificial. En este sentido, el 64,5% (20 spp) y 72% (27 spp) son especialistas para el sustrato de forrajeo y el porcentaje restante son generalistas para el área periurbana y urbana respectivamente.

Los Carnívoros presentaron una riqueza diferente en número de especies en las áreas de muestreo, siendo más abundantes en el área periurbana (7 spp Vs. 3spp); esta abundancia puede ser explicada por la oferta de alimento (eg. Roedores) por la presencia de pastizales, herbazales y cultivos (Ramírez- Abores, 2006). De manera semejante el gremio de los nectarívoros fue ligeramente menos rico en número de especies en las dos áreas, sin embargo, el gremio esta mejor representado en el área periurbana (6 spp y 2 spp respectivamente), en este sentido el número de nectarívoros se podría explicar en base a la disponibilidad de flores en el área (Ramírez- Abores, 2006). Para ilustrar mejor, seis de las especies observadas complementan su dieta con insectos, por ejemplo, *Coereba flaveola*, *Amazilia tzacatl* y *Chlorostilbon cf. gibsoni*.



Sin embargo, para el gremio nectarívoro se presentan tres morfoespecies; para este caso en particular se requiere realizar la determinación adecuada de los ejemplares para categorizarlos con base en las observaciones e información bibliográfica disponible en el gremio adecuado. Aunque se sabe que pertenecen a la familia Trochilidae, no todos complementan su dieta con insectos y esto podría sugerir que son especies estrictamente nectarívoros y especialistas en el sustrato de forrajeo (Tabla 1).

El área periurbana y urbana no presentan una diferencia marcada en la abundancia y riqueza de omnívoros y frugívoros. El 92.3% (12 spp.) y 91.6% (11 spp.) de las especies omnívoras registradas son rebuscadoras, de las cuales seis explotan el sustrato acuático y tres el sustrato suelo. En concordancia con Muñoz et al. (2007), los frugívoros en esta investigación no son abundantes, sin embargo, representan el mantenimiento de una de las funciones ecológicas más importantes; ya que estas se encargan de dispersar frutos y semillas ayudando en el manteamiento del ecosistema (Verea et al., 2010). Aunque no se tiene información fenológica de las especies vegetales que fructifican en las áreas de muestreo, la heterogeneidad espacial y temporal que representan los frutos en ambientes tropicales permite la presencia temporal de algunas especies de aves frugívoras (Muñoz M. C., et al., 2007). La abundancia de este gremio puede estar fundamentada por la disponibilidad temporal del recurso (Verea et al., 2010). Así mismo Verea et al. (2010) refiere, la presencia de *Saltator coerulescens*, *Saltator striatipectus* y *Ortalis ruficauda* (esta última solo en área periurbana) sugiere que existe una relación en la composición taxonómica vegetal de las áreas de estudio, así como la asociación con plantas ornitócoras, además indica que el área urbana posee una cobertura vegetal que permite el manteniendo del gremio trófico.



Tres de las especies urbanas son generalistas de arbusto-dosel. De manera semejante, seis de las especies periurbanas explotan el sustrato de forrajeo acuático, tres el sustrato suelo y finalmente cuatro de las especies utilizan el sustrato de forrajeo arbusto-dosel. El porcentaje restante pertenece a las especies de método de forrajeo atrapadoras.

El 100% de las especies frugívoras del área periurbana y urbana (12 y 11 spp., respectivamente) son rebuscadoras, de las cuales cuatro explotan el sustrato dosel, una el sustrato suelo y finalmente siete de las especies del área urbana son generalistas de arbustal-dosel, arbustal-suelo o arbustal-dosel-herbazal. En contraste, para las especies del área periurbana, una explota el sustrato de forrajeo dosel, una el sustrato arbustal y finalmente nueve de las especies son generalistas de dosel-arbustal, arbustal-dosel, arbustal-suelo o arbustal-dosel-herbazal, posiblemente el mayor número de especies generalistas en el área periurbana se deba a disponibilidad de estos sustratos, permitiendo que las especies en base a los requerimientos propios de cada especie utilice estos tipos de hábitat.



## REFERENCIAS

- Almazán-Núñez R. & Hinterholzer-Rodríguez A. (2010). Dinámica temporal de la avifauna en un parque urbano de la ciudad de Puebla, México, HUITZIL. 11(1), 26-34
- Alvarado-Solano D. & Otero-Ospina J. (2015). Distribución espacial del bosque seco tropical en el Valle del Cauca, Colombia, Acta Biológica Colombiana.20 (3), 1-11
- Arbeláez-Cortés E., Marín-Gómez O., Baena-Tovar O. & Ospina-González J. (2011). Aves, Finca Estrella de Agua – Páramo de Frontino, municipality of Salento, Quindío, Colombia. CheckList. 7, 064-070
- Ardila-Téllez J. & Cruz-Bernate L. (2014). Aspectos ecológicos de las aves migratorias neárticas en el campus de la Universidad del Valle, Boletín científico centro de museos museo de historia natural. 18 (2), 93-108
- Armesto, L. O. (2013). Registro de cinco especies de Aves poco conocidas para Norte de Santander, Colombia. Acta biol. Colomb. 8(1), 199-204
- Avendaño J., Bohórquez C., Rosselli L., Arzuza-Buelvas D., Estela F., Cuervo A., Gary Stiles F. & Renjifo L. (2017). Checklist of the birds of Colombia: A synthesis of the state of knowledge since Hilty and Brown (1986). Ornitología Colombiana. 16, 1-83
- Ballesteros J. & Pérez-Torres J. (2016). Diversidad funcional: un aspecto clave en la provisión de servicios ecosistémicos, Revista colombiana de ciencia animal.8 (1), 94-111
- Barajas, S. M., Suarez, F. J., Meléndez, Nez E. M., Galindo R. & Sánchez L. R. (2004). Aporte al



manejo de los bosques secos del área metropolitana de Cúcuta, Departamento Norte de

Santander, Colombia. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales UAESPNN, Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR- y Universidad de Pamplona.

Blake J. & Loiselle B. (2001). Bird assemblages in second-growth and old-growth forests, Costa Rica: perspectives from mist nets and point counts, *The Auk*. 118(2), 304–326

Bojorges J. & López-Mata L. (2005). Riqueza y diversidad de especies de aves en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México, *Acta Zoológica Mexicana*. 21 (1), 1-20

Brandl & Bellwood. (2014). Individual-based analyses reveal limited functional overlap in a coral reef fish communit. *Journal of Animal Ecology*. 83, 661–67

Cárdenas G. (1998). Comparación de la Composición y Estructura de la Avifauna en Diferentes Sistemas de Producción, Universidad del Valle, Santiago de Cali, 1-59

Cárdenas G. Harvey C. 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), 78-85

Carrara E. Arroyo-Rodríguez V., Vega-Rivera J., Schondube J., de Freitas S. & Fahrig L. (2015). Impact of landscape composition and configuration on forest specialist and generalist bird species in the fragmented Lacandona rainforest, Mexico, *Biological Conservation*. 184, 117–126



- Caula S. A., Giner S. B. y De Nóbrega J. R. (2010a). Urban birds: a comparative study in two tropical parks with different intensity of human intervention (Valencia, Venezuela). (FARAUTE de Ciencias y Tecnología) 5(2), 2-13.
- Chacea J. & Walsh J. (2006). Urban effects on native avifauna: a review, *Landscape and Urban Planning*. 74(1), 46-69
- Chaparro- Herrera S., Echeverry- Galvis M., Córdoba- Córdoba S. & Sua- Becerra A. (2014) Listado actualizado de las aves endémicas y casi- endémicas de Colombia. *Biota Colombia*. 14, 113–150
- Chávez- Villavicencio, Sáenz- Bolaños & Spínola- Parallada. (2012). Segregation in Insectivorous birds based on morphometry beak and the total length. *Rev. Aporte Santiaguino*. 5 (1), 60 - 67.
- Colorado G. J. (2004). Relación de la Morfología de Aves con Gremios Alimenticios. *Boletín SAO*. 14, 25-32
- Cumming G. & Child M. (2009). Contrasting spatial patterns of taxonomic and functional richness offer insights into potential loss of ecosystem services. *Phil. Trans. R. Soc. B*. 364, 1683–1692
- Delgado-V C. & Correa-H J. (2013). Estudios ornitológicos urbanos en Colombia: revisión de literatura, *Ingeniería y Ciencia*. 9 (18), 215-236
- Delgado-V. C. & Correa-H. J. (2013). Estudios ornitológicos urbanos en Colombia: revisión de literatura. *Ingeniería y Ciencia*. 9 (18), 215–236



- Díaz, S. and Cabido, M. (2001). Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in ecology & evolution*, 16(11):646–655.
- Ding Z., Feeley K., Wang Y., Pakeman R. & Ding P. (2013). Patterns of bird functional diversity on land-bridge island fragments, *Journal of Animal Ecology* .82, 781–790
- Ding, Z., Feeley K. J., Wang Y., Pakeman R. & Ding, P. (2013), Patterns of bird functional diversity on land- bridge island fragments. *Journal of Animal Ecology*, 82, 781-790
- Faggi A. & Perepelizin P. (2006). Riqueza de aves a lo largo de un gradiente de urbanización en la ciudad de Buenos Aires, *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*. 8 (2), 289-297
- Flores B., Rumiz D., Fredericksen T. & Fredericksen N. (2001). Uso de claros de aprovechamiento, por las aves, de un bosque húmedo tropical boliviano, *Chemomics International Inc.USAID/Bolivia*, 4-14
- Gallardo A., Sequeda Zuleta, Peña L. (2013). Aves de Pamplona-Norte de Santander, Colombia. Pamplona Norte de Santander: Grupo de investigación en Ecología y Biogeografía.
- González-M., Isaacs, P., García H. & Pizano C. (2014). Memoria técnica para la verificación en campo del mapa de bosque seco tropical en Colombia. Escala 1:100.000. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt” – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, Colombia. 29.



- González-Salazar C., Martínez-Meyer E. & López-Santiago G. (2014). A hierarchical classification of trophic guilds for North American birds and mammals, *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85, 1-30
- Gray-necked Wood-Rail, *Aramides cajaneus avicenniae* Stotz, 1992, in southeastern Brazil, *Revista Brasileira de Ornitologia*. 23(4), 368-376
- Herrera, J.M. (2011). El papel de la matriz en el mantenimiento de la biodiversidad en hábitats fragmentados. De la teoría ecológica al desarrollo de estrategias de conservación. *Ecosistemas* 20(2-3):21-34
- Jost, L. (2007). Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology*, 88: 2427-2439
- Lancaster R. & Rees W. (1979). Bird communities and the structure of urban habitats, *Canadian Journal of Zoology*. 57 (12), 2358-2368
- León J. (2013). Efecto de la forma de los fragmentos de un bosque andino transformado sobre una comunidad de aves, Suesca Cundinamarca, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. 1-77
- Lizcano D. J., B. J. (2010). Día de la Biodiversidad en Norte de Santander. Pamplona Norte de Santander: Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía (GIEB). 1. 1-26
- Londoño-Betancourth J. (2011). Una Mirada a la Diversidad Ornitológica de Pereira, *Boletín científico. Centro de Museos, museo de historia natural*.15 (1), 84-103



- Londoño-Betancourth J. (2013). Discusiones sobre la presencia de aves rapaces, aves migratorias y aves bajo algún grado de amenaza en la ciudad de Pereira, Risaralda, Revista Luna Azul ISSN 1909-2474. 36, 134-164
- López de Casenave J. (2001). Estructura gremial y organización de un ensamble de aves del Desierto del Monte (tesis doctoral). Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- Marín O. (2005). Avifauna del Campus de la Universidad del Quindío, Boletín SAO. 15(2), 42-60
- Martínez O. & Rechberger J. (2007). Características de la avifauna en un gradiente altitudinal de un bosque nublado andino en La Paz, Bolivia. Rev. Peru. biol. 14(2), 225-236
- Martínez-Bravo C., Mancera-Rodríguez N. & Buitrago-Franco G. (2013). Diversidad de aves en el Centro Agropecuario Cotové, Santa Fe de Antioquia, Colombia, Revista de Biología Tropical. 61, 1597-1617
- Mcdonnell M., Pickett S., Groffman P., Bohlen P., Pouyat R., Zipperer W. Medley K. (1997). Ecosystem processes along an urban-to-rural gradient, Urban Ecosystems.1, 21–36
- Mcdonnell M. & Pickett S. (1990). Ecosystem Structure and Function along Urban-Rural Gradients: An Unexploited Opportunity for Ecology, Ecology. 71(4), 1232-1237
- McMullan M., Donegan T., Quevedo A., Barteles A. & Ellery T. (2010). Guía de Campo de la Aves de Colombia. ProAves. 1, 1-226.
- McMullan M., Donegan T., Quevedo A., Barteles A. & Ellery T. (2014). Guía de Campo de la Aves de Colombia. ProAves. 1, 1-320.



- Moreno C., Echeverry M. & Urbina N. (2017). Diversidad taxonómica y funcional de aves asociadas a diferentes tipos de vegetación. *Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, Colombia*.
- Muñoz M. C., Fierro-Calderon K. & Rivera-Gutierrez H. (2007). Las aves del campus de la Universidad del Valle, una Isla verde urbana en Cali, Colombia. *Ornitología Colombia*. 5, 5-20
- Murillo-Pacheco, J. (2005). Evaluación de la distribución y estado actual de los registros ornitológicos de los Llanos Orientales de Colombia. *Ornitología Colombiana*.7. 94-141
- Naranjo L. (1992). Estructura de la avifauna en un área ganadera en el Valle del Cauca, Colombia, *Caldasia*. 17 (1), 55-66
- Olascuaga-Vargas D., Mercado-Gómez J. & Sanchez-Montaña L. (2015). Análisis de la vegetación sucesionales en un fragmento de bosque seco tropical en Toluviejo-Sucre (Colombia), *Colombia Forestal*. 19 (1), 23-40.
- Quesada-Acuña S., Porras C., Ramírez O. & Gastezzi-Arias P. (2017). Dispersión de semillas por aves residentes en bosque ribereño urbano del río Torres, San José, Costa Rica. *UNED Research Journal*. 10(1): 48-56
- Peña-Núñez J. & Claros-Morales A. (2016). Estudio preliminar de la avifauna en el campus de la Universidad de la Amazonia, en Florencia, Caquetá, Colombia, *Revista Biodiversidad Neotropical*. 6(1),85-92



- Peraza C. A. (2011). Aves, Bosque Oriental de Bogotá Protective Forest Reserve, Bogotá, D.C., Colombia. Check List. 7(1), 057-063.
- Pizano C. & García H. (2014). El bosque seco tropical en Colombia. Instituto de Investigaciones en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D. C., Colombia
- Poulin B. Lefebvre. & Mcneil R. (1994). Characteristics of Feeding Guilds and Variation in Diets of Bird Species of Three Adjacent Tropical Sites, *Biotropica*. 26(2), 187-197
- ProAves. (06 de 6 de 2016). ProAves. Obtenido de ProAves: <http://www.proaves.org/aves-de-colombia-2015>.
- Ramírez-Albores J. (2006). Variación en la composición de comunidades de aves en la Reserva de la Biosfera Montes Azules y áreas adyacentes, Chiapas, México, *Biota Neotropica*. 6(2), 1-19
- Remsen, J., Areta J., adenaC., Claramunt S., Jaramillo A., Pacheco J., Robbins M., Stiles F., Stotz D. & Zimmer K. (2017). A Classification of the Bird Species of South America, American Ornithological Society. Recuperado de <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>
- Remsen, J., Areta J., adenaC., Claramunt S., Jaramillo A., Pacheco J., Robbins M., Stiles F., Stotz D. & Zimmer K. (2017). A Classification of the Bird Species of South America, American Ornithological Society. Recuperado de <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>



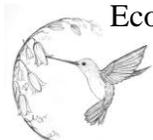
- Renjifo, L. M., Franco-Maya, A. M., Amaya-Espinel, J. D., Kattan, G. H. y López-Lanús, B. (2002). Libro Rojo de Aves de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Rivera-Gutiérrez H. (2006). Composición y estructura de una comunidad de aves en un área suburbana en el suroccidente colombiano, *Ornitología Colombiana*, 4, 28-38
- Rojas M. (2014). Diversidad y uso de hábitat de aves en diferentes gradientes urbanos en la ciudad de Guayaquil – Ecuador, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, 1-95
- Rosselli L., De La Zerda S. & Candil J. (2017) Cambios en la avifauna de un relicto de bosque en la franja periurbana de Bogotá a lo largo de catorce años. *Acta biol. Colomb.* 22(2), 181-190.
- Sainz-Borgo C. (2015). Estudio del Ensamblaje de Aves de un Parche de Bosque Urbano en la Ciudad de Caracas, Venezuela, *Acta Biológica Venezuelica*. 35 (1), 47-60
- Salinas, M. A. (2008). Conectividad Funcional para Aves Terrestres dependientes de Bosque en un Paisaje Fragmentado en Matiguás, Nicaragua. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Sánchez L. R., Rodríguez P. C., Solano F., Geliviz S. & Alvarado F. M. (2004). Inventario de Flora y Fauna en los Bosques de Pridecu (Pamplona) y Palmarito (Cucuta) e Implementación de una Página Web sobre Manejo Sostenible del Bosque. Convenio-062 universidad de pamplona, convenio-053 CORPONOR. Norte de Sanander.



- Sánchez-Sánchez, Islebe G. & Valdez- Hernández. (2007). Flora Arborea y Caracterización de Gremios Ecológicos en Distintos Estados Sucesionales de la Selva Mediana de Quintana Roo. *Floresta Veracruz*. 9(2), 17-26
- Scherer-Neto & B. Toledo. (2012). Bird community in an Araucaria forest fragment in relation to changes in the surrounding landscape in Southern Brazil. *Iheringia*. 102(4):412-422
- Seijas A., Araujo A., Salazar J. & Pérez D. (2011). Aves de la ciudad de Guanare, portuguesa, Venezuela, *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. 45(1), 55-76
- Seijas A., Quintero A., Salazar Gil & Pérez D. (2011). Aves de la Ciudad de Guanare, Portuguesa, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. 45(1), 55-76
- Sekercioglu, C. Daily & R. Ehrlich. (2004). Ecosystem consequences of bird declines. *PNAS*. 101, 18042–18047
- Sekercioglu. (2006). Increasing awareness of avian ecological function. *ELSEVIER*. 21(8), 464-471
- Silva R. & Olmos F. (2015). Distribution and natural history of the mangrovedwelling
- Simberloff D. & Dayan T. (1991). The guild concept and the structure of ecological communities, *Annual review of ecology and systematics*.22, 115-143
- Sitters H., Di Stefano J., Christie F., Swan M. & York A. (2016). Bird functional diversity decreases with time since disturbance: Does patchy prescribed fire enhance ecosystem function?. *Ecol Appl*. 26, 115-127. doi: 10.1890/14-1562.



- Suazo I. (2009). Efectos de la conversión del bosque tropical caducifolio a mosaicos agrícolas sobre ensamblajes herpetofaunísticos, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. 1-123
- Tolosa., P. R. (1982). Notas Sobre Aves de la Región de Pamplona. Ciencias, Arte, Letras y Tecnología, 115-127
- Ugalde-Lezama S., Alcántara-Carbajal J., Valdez-Hernández J., Ramírez-Valverde G., Velázquez-Mendoza J. & Tarángo-Arámbula L. (2010). Riqueza, abundancia y diversidad de aves en un bosque templado con diferentes condiciones de perturbación, *Agrociencia*. 44, 159-169
- Vela-Vargas I. & Pérez-Torres J. (2012). Murciélagos asociados a remanentes de bosque seco tropical en un sistema de ganadería extensiva (Colombia), *Chiroptera Neotropical*. 18(1), 1089-1100
- Verea C. & Solorzano A. (1998). La avifauna del sotobosque de una selva decidua tropical en Venezuela, *Ornitología Neotropical*. 9, 161-176
- Verea C., Araujo M., Parra L. & Solórzano A. (2010). Estructura de la comunidad de aves de un monocultivo frutícola (naranja) y su valor de conservación para la avifauna: estudio comparativo con un cultivo agroforestal (cacao), *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*. 172, 51-68
- Villegas B. & Garitano-Zavala A. (2008). Las comunidades de aves como indicadores ecológicos para programas de monitoreo ambiental en la ciudad de La Paz, Bolivia. *Ecología en Bolivia*. 43(2), 146-153



Villegas M. & Garitano-Zavala Á. (2008). Las comunidades de aves como indicadores ecológicos para programas de monitoreo ambiental en la ciudad de La Paz, Bolivia, *Ecología en Bolivia*. 43(2), 146-153

White P., Vaughan N., Renwick A. & Barker N. (2005). Questionnaires in ecology: a review of past use and recommendations for best practice, *Journal of Applied Ecology* .42, 421–430

Zhifeng Ding, Feeley K., Wang Y., Pakeman R. & Ding P. (2013). Patterns of bird functional diversity on land-bridge island fragments. *Journal of Animal Ecology*. 82, 781–790

