



FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y GESTIÓN

**Influencia del paisaje urbano sobre la comunidad de aves en el
sistema ripario de la ciudad de Cuenca.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
BIÓLOGA, CON MENCIÓN EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN**

AUTORAS

**ARGUDO MOSQUERA VICTORIA ALEXANDRA
RÍOS VASQUEZ MARÍA CRISTINA**

DIRECTOR

MANUEL ANTONIO CRESPO AMPUDIA

CO-DIRECTOR:

BORIS ADRIAN TINOCO MOLINA

CUENCA – ECUADOR

2016

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a:

Antonio Crespo por la oportunidad de trabajar en este proyecto. Boris Tinoco y David Siddons por el apoyo en el análisis de datos y la redacción de la investigación. Ruth Arias, quien sin sus conocimientos no hubiera sido posible llevar a cabo el proyecto. Diego Pacheco, Pablo Quinteros por el tiempo y el apoyo en la fase de campo. A nuestros padres quienes han estado presentes en todo el proceso de esta tesis. A nuestros amigos, Francisco, Karlita, Dianita, Alejandra, al Moreno, Juan Manuel y Ma. Augusta por su apoyo incondicional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MATERIALES Y MÉTODOS	5
2.1 Área de Estudio.....	5
2.2 Diseño experimental.....	7
2.2.1 Puntos de Observación de Aves (POA)	9
2.2.2 Vegetación.....	9
2.2.3 Interacción: Forrajeo	10
2.2.4 Cobertura del Paisaje.....	10
2.3. Análisis de datos	13
2.3.1. Puntos de Observación de aves	13
2.3.2. Vegetación.....	13
2.3.3. Interacción: Forrajeo	14
2.3.4. Caracterización del paisaje.....	14
2.3.5. Influencia del paisaje	14

CAPÍTULO II: RESULTADOS	15
3.1. Riqueza y abundancia de aves.....	15
3.2. Riqueza y abundancia de vegetación	18
3.3. Interacción: Forrajeo	22
3.4. Caracterización del Paisaje	26
3.5 Influencia del paisaje en la diversidad de aves	26
CAPITULO III: DISCUSIONES Y CONCLUSIONES	28
RECOMENDACIONES	32
BIBLIOGRAFÍA	34
ANEXOS	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Mapa de posición geográfica de la zona de estudio, ciudad de Cuenca, provincia del Azuay, Ecuador. Fuente: (Sistema de Coordenadas Geograficas, 2008).....	6
Figura 1.2: Mapa del área de estudio, localización de los tramos y puntos de observación de aves (POA) T1(Tramo Tomebamba), T2(Tramo Yanuncay), T3 (Unión Tomebamba-Yanuncay), cantón Cuenca, provincia del Azuay, Ecuador. Fuente: (Sistema de Coordenadas Geográficas, 2008).....	8
Figura 1.3: Caracterización del paisaje en un punto de observación de aves(POA) georeferenciado, cantón Cuenca, provincia del Azuay, Ecuador. Fuente: (Google Earth, 2016).....	12
Figura 2.1: Riqueza de especies registradas por familias.	15
Figura 2.2: Abundancia relativa registrada por especie.	16
Figura 2.3: Curva de rarefacción de especies entre los tramos T1 (Tramo Tomebamba),T2 (Tramos Yanuncay) y T3 (Tramo Unión Tomebamba Yanuncay) del sistema ripario.	17
Figura 2.4: Representación de las medias de abundancia y riqueza de aves entre tramos T1 (Tramo Tomebamba),T2 (Tramos Yanuncay) y T3 (Tramo Unión Tomebamba Yanuncay) del sistema ripario.....	18
Figura 2.5: Curvas de rangos de abundancia de especies en T1. EUCGLO = <i>Eucalyptus globulus</i> , CITILI = <i>Citharexylum ilicifolium</i> , SOLNIG = <i>Solanum nigrescens</i> , SIDRHO = <i>Sida rhombifolia</i>	19
Figura 2.6: Curvas de rangos de abundancia de especies en T2. EUCGLO = <i>Eucalyptus globulus</i> , SALHUM = <i>Salix humboldtiana</i> , SIDRHO = <i>Sida rhombifolia</i> BACLAT = <i>Baccharis latifolia</i>	19
Figura 2.7: Curvas de rangos de abundancia de Especies en T3. EUCGLO = <i>Eucalyptus globulus</i> , SALHUM = <i>Salix humboldtiana</i> , SIDRHO = <i>Sida rhombifolia</i> DATSTR = <i>Datura stramonium</i>	20

Figura 2.8: Especies vegetales con índices de centralidad (Degree, Closness y Betweness) significativos para el caso de forrajeo en cada uno de los transectos T1 (Tramo Tomebamba), T2 (Tramos Yanuncay) y T3 (Tramo Unión Tomebamba Yanuncay) del sistema ripario en la ciudad de Cuenca.....24

Figura 2.9: Red bipartita que ilustra las interacciones entre especies de plantas (verde - abajo) y especies de aves (azul-arriba); en blanco las especies nativas, en negro las especies introducidas, el ancho de las bandas azules y verdes indican el número de conexiones consideradas en cada uno de los transectos T1 (Tramo Tomebamba), T2 (Tramos Yanuncay) y T3 (Tramo Unión Tomebamba Yanuncay) del sistema ripario.....25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Resumen de riqueza y abundancia de especies vegetales en los tramos T1 (Tramo Tomebamba), T2 (Tramos Yanuncay) y T3 (Tramo Unión Tomebamba Yanuncay) del sistema ripario.....	17
Tabla 2.2: Riqueza y Diversidad de especies vegetales según hábitos en cada tramo T1 (Tramo Tomebamba), T2 (Tramos Yanuncay) y T3 (Tramo Unión Tomebamba Yanuncay) del sistema ripario.....	18
Tabla 2.3: Riqueza y Abundancia de especies vegetales según su origen en cada tramo T1 (Tramo Tomebamba), T2 (Tramos Yanuncay) y T3 (Tramo Unión Tomebamba Yanuncay) del sistema ripario.....	20
Tabla 2.4: Resultados de la prueba ANOVA que comparó la riqueza y abundancia de la vegetación entre los tramos T1 (Tramo Tomebamba), T2 (Tramos Yanuncay) y T3 (Tramo Unión Tomebamba Yanuncay) del sistema ripario.....	21
Tabla 2.5: Número de plántulas de especies arbustivas registradas en los tramos T1, T2 y T3. CILIC= <i>Citharexylum ilicifolium</i> ; CPERU= <i>Cornus peruviana</i> ; HFERR= <i>Hesperomeles ferruginea</i> ; MANDI= <i>Myrsine andina</i> ; MRHOP= <i>Myrcianthes rhopaloides</i> ; PSALV= <i>Phyllanthus salviifolius</i> ; PSERO= <i>Prunus serotina</i> ; VITRI= <i>Viburnum triphyllum</i>	21
Tabla 2.6: Valores de autovectores entre los componentes principales extraídos. PC1: árboles y arbustos (-4.6567), PC2: suelo urbano (-6.6931) y PC3: pastos (2.546) y cultivos (-2.510).....	22
Tabla 2.7: Resultados de la prueba ANOVA para el caso de riqueza de aves que comparó las variables PC1, PC2, PC3 y especies vegetales. DF: grados de libertad; Sum Sq: suma de cuadrados; Mean Sq: promedio de los cuadrados; F: valor F ;Pr(>F): probabilidad.....	26
Tabla 2.8: Resultados de la prueba ANOVA para el caso de abundancia aves que comparó las variables PC1, PC2, PC3 y especies vegetales. DF: grados de libertad; Sum Sq: suma de cuadrados; Mean Sq: promedio de los cuadrados; F: valor F Pr(>F): probabilidad.....	27

Tabla 2.9: Resultados de la prueba ANOVA para el caso del índice de Shannon que comparó las variables PC1, PC2, PC3 y especies vegetales. DF: grados de libertad; Sum Sq: suma de cuadrados; Mean Sq: promedio de los cuadrados; F: valor F; Pr(>F): probabilidad..... 27

ÍNDICE DE ANEXOS

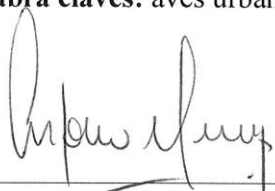
Anexo 1. Listado taxonómico de especies de aves registradas a lo largo de todo el estudio, se indica el nombre científico, familia, género y nombre común.	38
Anexo 2. Listado taxonómico de especies vegetales registradas a lo largo de todo el estudio, se indica el nombre científico, origen y hábito.....	40
Anexo 3. Fotografías de algunas especies de aves registradas en el proyecto.....	43

INFLUENCIA DEL PAISAJE URBANO SOBRE LA COMUNIDAD DE AVES EN EL SISTEMA RIPARIO DE LA CIUDAD DE CUENCA

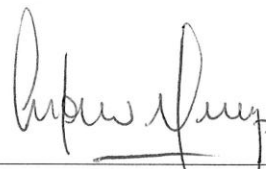
RESUMEN

El presente estudio analizó la influencia del paisaje urbano sobre la estructura de la comunidad de aves y sobre las interacciones (forrajeo) entre plantas y aves en las márgenes de los ríos Tomebamba y Yanuncay en la ciudad de Cuenca. Se identificaron un total de 4739 individuos correspondientes a 45 especies y 22 familias de aves. El análisis de redes de interacción mostró que las especies más significativas en la función de forrajeo en los tres tramos son: Eucaplito, Sauce y Capulí. Se evidenció que las especies con mayor dominancia son *Eucalyptus globulus* (Eucalipto) y *Salix humboldtiana* (Sauce) en el caso de árboles, mientras que *Sida rhombifolia* (Escoba) para el hábito de arbusto. Los patrones de diversidad y de interacciones son típicos para zonas urbanizadas, resaltando la importancia de enfocar el manejo de las orillas de los ríos urbanos para conservar e incrementar la biodiversidad nativa.

Palabra claves: aves urbanas, interacción, influencia, paisaje urbano, sistema ripario



Antonio Manuel Crespo Ampudia
Director del Trabajo de Titulación



Antonio Manuel Crespo Ampudia
Director de Escuela



Victoria Alexandra Argudo Mosquera



María Cristina Ríos Vázquez

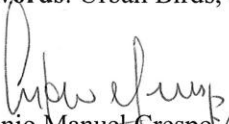
Autoras

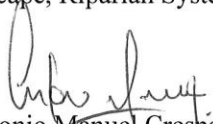
**INFLUENCIA DEL PAISAJE URBANO SOBRE LA COMUNIDAD DE AVES
EN EL SISTEMA RIPARIO DE LA CIUDAD DE CUENCA (INGLES)**

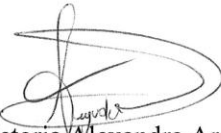
ABSTRACT

This study analyzed the influence of urban landscape on the structure of the bird community and on the interactions (foraging activity) between plants and birds on the banks of the Tomebamba and Yanuncay Rivers in the city of Cuenca. A total of 4739 individuals corresponding to 45 species and 22 families of birds were identified. The analysis of interaction networks showed that the most significant species in the foraging function in the three sections are: Eucalyptus, Willow and Capulí. It was evidenced that the species with greater dominance are *Eucalyptus globulus* (Eucalyptus) and *Salix humboldtiana* (Willow) in the case of trees, whereas *Sida rhombifolia* (Arrowleaf Sida) for the bush habit. Patterns of diversity and interactions are typical for urbanized areas; therefore, it is important to emphasize the management of urban rivers banks in order to conserve and increase native biodiversity.

Keywords: Urban Birds, Interaction, Influence, Urban Landscape, Riparian System



Antonio Manuel Crespo Ampudia
Thesis Director


Antonio Manuel Crespo Ampudia
School Director


Victoria Alexandra Argudo Mosquera


María Cristina Ríos Vásquez

Authors


UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
Dpto. Idiomas


Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Argudo Mosquera Victoria Alexandra
Ríos Vázquez María Cristina
Trabajo de Titulación
Blgo. Antonio Manuel Crespo Ampudia, PhD.
Enero 2017.

INFLUENCIA DEL PAISAJE URBANO SOBRE LA COMUNIDAD DE AVES EN EL SISTEMA RIPARIO DE LA CIUDAD DE CUENCA

INTRODUCCIÓN

El incremento en el tamaño de la población humana es un proceso continuo y vertiginoso que conlleva al dominio de ecosistemas naturales. En la actualidad más de la mitad de la población humana mundial se concentra en zonas urbanas (Grimm et al., 2008). Las modificaciones que conllevan el crecimiento demográfico mundial generan bajas proporciones de áreas verdes, sean estas artificiales o remanentes del paisaje original, que resultan de la fragmentación o completa eliminación de los hábitats naturales (Santos, 2006). Esto contribuye a la modificación del paisaje urbano e influye en aquellas especies que requieren recursos específicos de hábitat, alimentación y reproducción, pues aumenta su probabilidad de extinción local a corto plazo (Cam et al., 2000; Vitousek et al., 1997).

En muchos casos el crecimiento de las ciudades supone importantes transformaciones de los ríos que circulan en su entorno, casi siempre dirigidas hacia una degradación hidrológica y ecológica (Ureña, 2002). El aumento del uso de suelo en las áreas urbanas se extienden hasta el borde del río, provocando alteración total o parcial de la vegetación riparia; derivando en la modificación e incluso la desaparición de importantes funciones que cumple la vegetación relacionada con los ríos (González y García, 1998).

En este contexto, el análisis de las variables relacionadas al paisaje urbano como la composición de las áreas verdes, la disposición, el potencial de conectividad, el grado de lejanía, e incluso los cuerpos de agua proporcionan la comprensión del impacto que

tienen estos cambios sobre la biodiversidad de las especies. De tal manera, que el mejorar el conocimiento de las relaciones espacio-temporales entre los cambios en los usos del suelo y la distribución de las especies resulta esencial para establecer políticas de conservación de la biodiversidad a escala regional (Rodríguez, 2009).

En otro punto, las aves son una buena elección para el monitoreo biológico urbano pues pueden ser consideradas como bioindicadores de los efectos de la urbanización (Niemelä, 2000). Cada especie de aves puede responder independientemente a la variación ambiental (Canterbury et al., 2000), la presencia o ausencia de una de éstas indica condiciones ecológicas particulares (Carignan y Villard, 2002); muchas especies de aves necesitan ambientes relativamente complejos y diferentes estratos, incluyendo suelo, herbáceas, arbustos y dosel, para tener mayores oportunidades de supervivencia (White et al., 2005).

La dinámica de las especies de aves está vinculada estrechamente con la estructura de la vegetación, pues actúa como un factor que guía a las aves en la selección de hábitats debido a que está asociada con recursos como el alimento, los sitios de anidación, descanso, protección contra depredadores, entre otros (Cruz & Baños, 2001). En la mayoría de ciudades la abundancia y riqueza de aves varía según la diversidad de especies vegetales debido a que generan diferentes oportunidades de supervivencia (White *et al.* 2005); por ejemplo, la mayor densidad de aves se encuentran en áreas arboladas con alto grado de influencia humana, y con una baja diversidad. Mientras que la mayor diversidad de aves se halla en lugares arbolados y con poca influencia urbana, así mismo la menor cantidad de aves se presentan en los lugares abiertos (Maciej, 1996).

El origen, estrato, hábito de la vegetación son factores que influyen en la selección de hábitats debido a que está asociada con recursos críticos como el alimento, descanso, protección contra depredadores, y sitios de anidación para las aves. Es por ello que en las ciudades la cantidad y diversidad de aves varía según esta compleja estructura de vegetación, también al grado de antropización; por ejemplo, la mayor densidad de aves se encuentran en áreas arboladas con alto grado de influencia humana, y con una baja

diversidad. Mientras que la mayor diversidad de aves se halla en lugares arbolados y con poca influencia urbana, así mismo, la menor cantidad de aves se presentan en los lugares abiertos (Maciej, 1996).

Estos distintos factores entablan una red de interacciones complejas con las aves, analizar estas interacciones es importante para conocer los lazos de mutualismo (red de interacciones mutualistas), así esta red constituye la base para el funcionamiento de muchos ecosistemas, por que de ellas depende la dispersión de semillas y la dinámica de los bosques (Schupp & Jordano, 2010), de igual manera posee gran importancia en la generación de la biodiversidad. En este contexto, no es posible analizar las especies de forma aislada (Ehrlich, Paul ; Raven, 1984) pues el comportamiento de todo el sistema muestra propiedades más allá de la suma de sus partes (Solé & Bascompte, 2001).

Resulta imprescindible evaluar el estado actual de la fauna residente en una ciudad y cómo los cambios ambientales pueden afectar su condición futura (Mac Nally y Fleishman, 2004), de manera que programas de monitoreo proporcionen lineamientos para la planificación urbana (Niemelä, 2000).

En el contexto local y específicamente para la ciudad de Cuenca, la Empresa Municipal EMAC EP desde el año 2007 asumió las competencias de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD's) para el mantenimiento, recuperación y administración de las áreas verdes en el cantón. A partir de ello, se desarrolla un conjunto de programas y proyectos orientados a cumplir con los objetivos trazados dentro del Plan de Manejo Ambiental desarrollado por la institución.

Por otro lado, bajo el marco del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) el cual “Busca el desarrollo socioeconómico de la localidad y una mejora en la calidad de vida; así como la gestión responsable de los recursos naturales, la protección del ambiente, y la utilización racional del territorio” (PDOT cantón Cuenca, 2015). Resultando importante documentar y analizar las variables asociadas al paisaje urbano que determinan la presencia o ausencia de grupos de fauna, como el de las aves en la

ciudad, convirtiéndose en una primera aproximación para el manejo y diseño del paisaje urbano y su funcionalidad (Municipal del Cantón Cuenca, 2015).

Dentro de este marco, el presente trabajo pretende responder las siguientes preguntas:

- ¿Cómo varía la riqueza y abundancia de aves y vegetación entre tres tramos del sistema ripario de la ciudad de Cuenca?
- ¿Cómo influencia la cobertura del paisaje urbano (árboles/arbustos, suelo urbano, pastos y cultivos) sobre la riqueza, abundancia y diversidad de la comunidad de aves en el sistema ripario de la ciudad de Cuenca?
- ¿Cuáles son las especies vegetales con mayor número de interacciones en los tres tramos del sistema ripario de la ciudad de Cuenca?

CAPÍTULO I

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de Estudio

El estudio se realizó en la ciudad de Cuenca que se encuentra ubicada a 2.538 m.s.n.m, posee una población aproximada de 580.000 habitantes (INEC, 2010). Su superficie es de 15.730 hectáreas (67 Km²), presenta un clima con temperaturas que oscilan entre los 14°C y 18°C durante todo el año (Turismo para Cuenca, 2014). El valle en el que se sitúa está determinado por sistemas montañosos y presenta un sistema hidrográfico conformado por cuatro ríos principales: Tomebamba, Yanuncay, Machángara, y Tarqui que atraviesan la ciudad de oeste a este (Figura 1.1).

Cabe indicar, que se diferencié entre especies “nativas” y “nativas y cultivadas” ya que la presencia de las primeras responde a factores naturales, mientras que las “nativas y cultivadas” corresponde a aquellas sembradas intencionalmente por diferentes instituciones a lo largo del tiempo y actualmente por la EMAC-EP (Empresa Municipal de Aseo de Calles).

También se analizó el índice de diversidad de Shannon (H') de cada uno de los POA, al igual que con la riqueza y abundancia se realizó análisis de regresión lineal multivariada entre el índice de Shannon y las variables independientes.

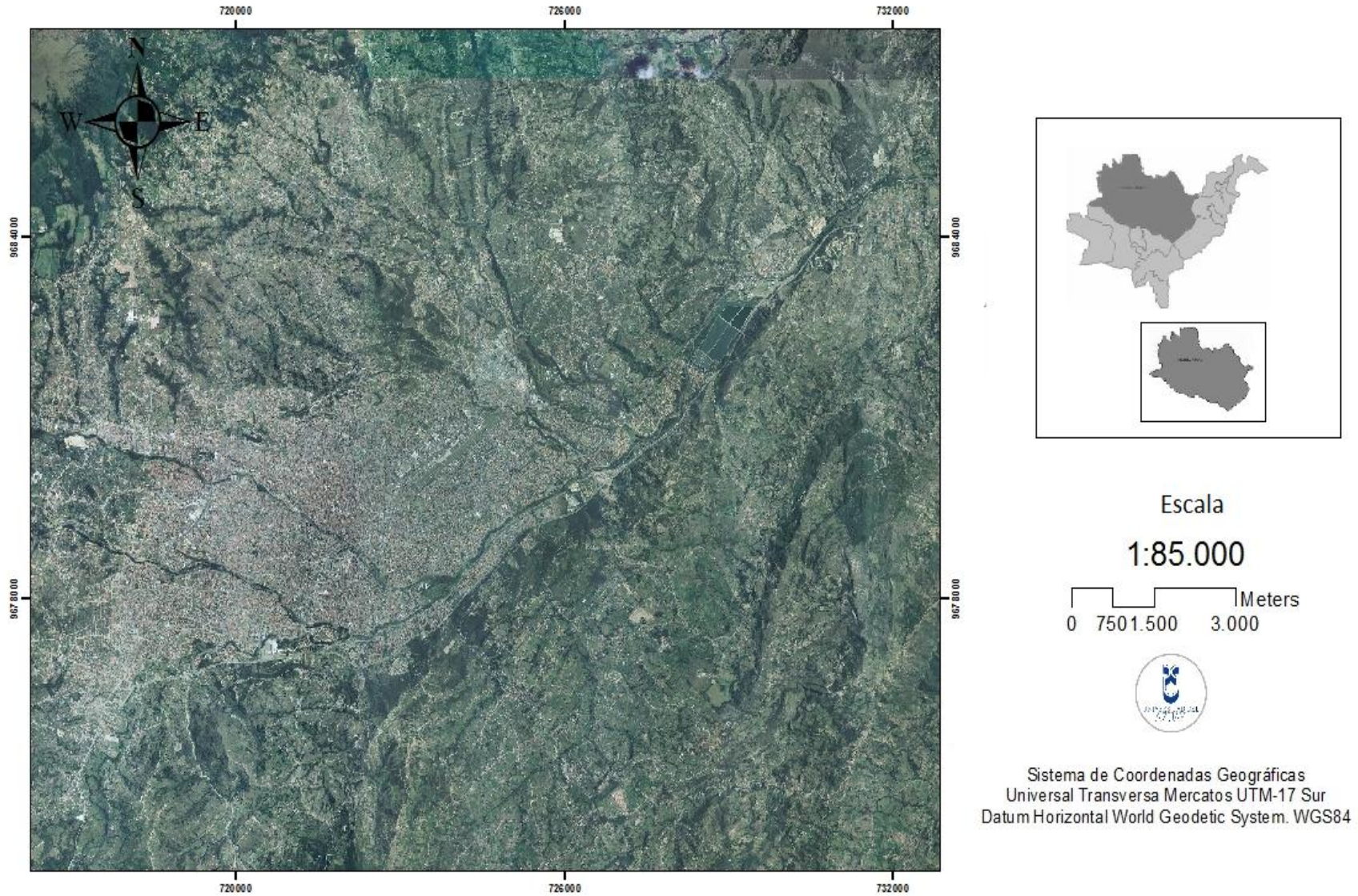


Figura 1.1 Mapa de posición geográfica de la zona de estudio, ciudad de Cuenca, provincia del Azuay, Ecuador.

Fuente: (Sistema de Coordenadas Geograficas, 2008)

2.2 Diseño experimental

El área de estudio fue dividida en tres tramos de río con la finalidad de comparar la riqueza y abundancia de las comunidades de aves, así como la diferencia de la vegetación y las interacciones planta-ave. Es trascendental indicar que la elección de los ríos se dio en base a la importancia de los mismos por la connotación histórico-paisajística y por el grado de densidad poblacional en relación a la concentración de viviendas, definiendo los ríos Tomebamba y Yanuncay.

Para la recolección de datos los tramos fueron divididos a lo largo de 33 km de río de la siguiente manera; T1 (Tramo Tomebamba), T2 (Tramo Yanuncay) y T3 (Unión Tomebamba -Yanuncay) (Figura 1.2). Mientras que para el registro de aves se emplearon dos metodologías: puntos de observación y método de barrido. Esto permitió cubrir una mayor área urbana y entender temas generales como la diversidad de aves. Estas metodologías son diferentes en esfuerzo de muestreo, tiempo de observación y distancia cubierta, por lo tanto los datos obtenidos fueron comparados de manera separada (Montenegro, 2015).

En ambos casos se emplearon seis meses de muestreo (Septiembre 2015 – Febrero 2016), cumpliendo un total de 144 horas de esfuerzo. Los avistamientos tuvieron lugar entre las 06:00 am y las 10:00 am., las visitas al área de estudio fueron alternadas con la finalidad de incluir la variación natural de la actividad diurna de las aves (Rivera, 2006).

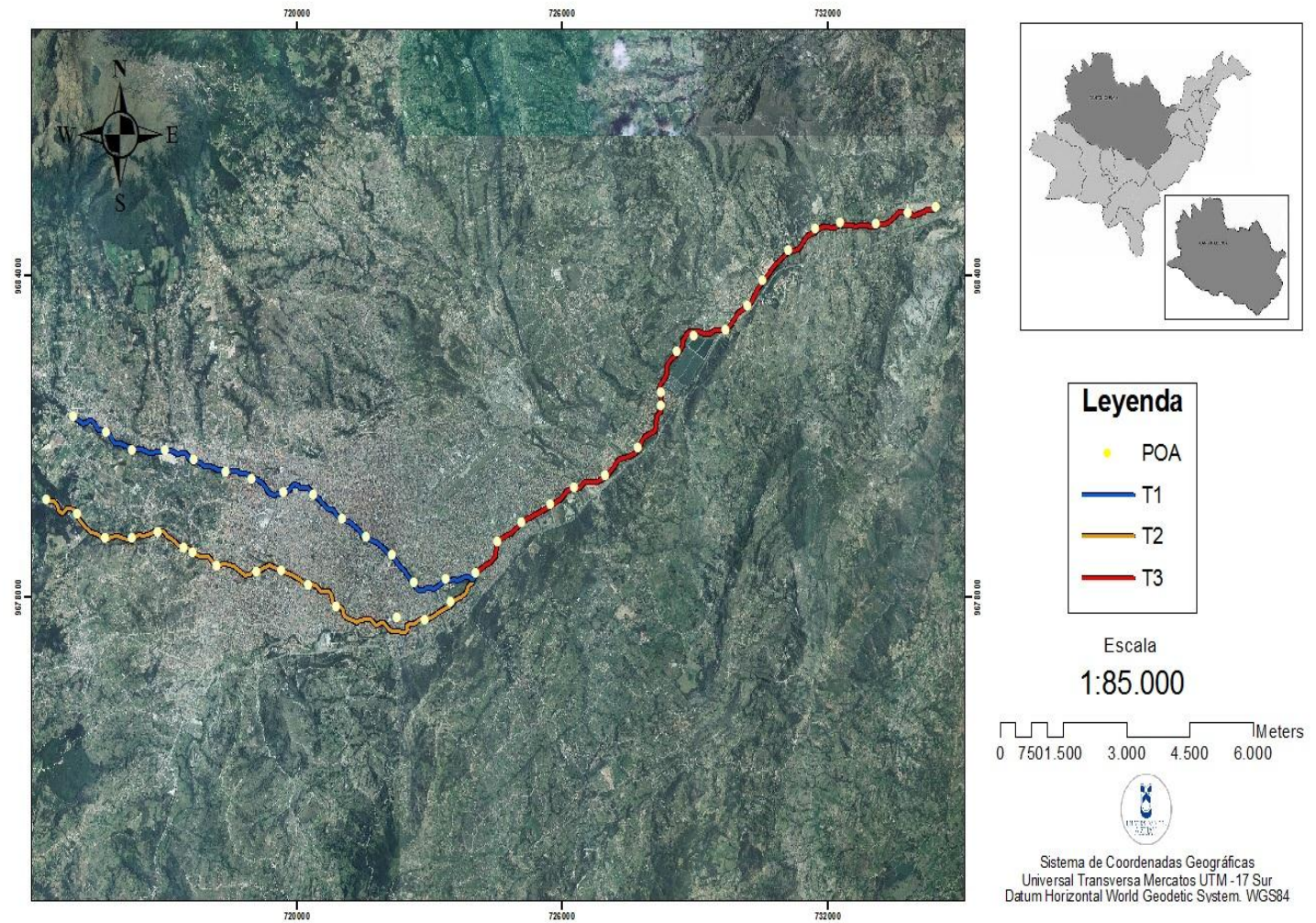


Figura 1.2 Mapa del área de estudio, localización de los tramos y puntos de observación de aves (POA) T1(Tramo Tomebamba), T2(Tramo Yanuncay), T3 (Unión Tomebamba-Yanuncay), cantón Cuenca, provincia del Azuay, Ecuador. Fuente: (Sistema de Coordenadas Geográficas, 2008)

2.2.1 Puntos de Observación de Aves (POA)

Para caracterizar la riqueza y abundancia de aves los POA se distribuyeron a lo largo de tres tramos cada 700 metros lineales de la siguiente manera: 15 puntos correspondientes al río Tomebamba, 16 puntos al río Yanuncay y 19 puntos a la unión Tomebamba-Yanuncay con un total de 50 puntos, los cuales poseen un radio de 50m; cada punto fue georreferenciado con una unidad móvil GPS (Figura 1.2).

Empleando la metodología de Raplh, Geupel y otros (Ralph et al., 1996) se registraron todas las aves observadas y escuchadas por un período de 10 minutos; para la identificación de las especies se utilizaron la guía de aves del Ecuador (Ridgely y Greenfield, 2006) y la guía de avifauna de Santa Ana de los Ríos de Cuenca (Astudillo y Siddons, 2013).

2.2.2 Vegetación

Para conocer la riqueza y abundancia vegetal en cada POA se muestreó un transecto de 50x10 m (Mostacedo y Fredericksen, 2000) paralelo al río, a una sola margen del río con 50m., registrando la riqueza y abundancia de especies vegetales leñosas y plántulas de regeneración. También se colectaron muestras botánicas de las especies para la posterior identificación taxonómica de cada una, realizando una breve descripción de la vegetación calculando alturas máximas de arbustos y árboles.

La identificación de las muestras colectadas se realizó en el Herbario Azuay de la Universidad del Azuay, aquí se prensaron, secaron e identificaron las muestras colectadas. Una vez identificadas las muestras se procedió a registrar su: hábito y origen (endémicas, introducidas, nativas y nativas cultivadas) con el fin de describir y comprender la vegetación local. Para la identificación taxonómica se utilizó la bibliografía especializada como algunos tomos de la Flora del Ecuador y foros especializados en sistemática.

2.2.3 Interacción: Forrajeo

Se utilizó el método de observación de barrido, por ser el más apropiado para tener el máximo número de datos cuando se trabaja con varias especies simultáneamente (Jordano, et al., 2009), este método implica medir la actividad desarrollada por uno o varios individuos que se encuentran bajo observación (eventos o sucesos) en el momento que el observador registra una actividad (Lehner, 1979).

Mediante este método, con los datos obtenidos se construyeron redes de interacción de las cuales se analizó su estructura en los tres tramos del sistema ripario, además se emplearon los índices de centralidad (degree, closeness y betweenness) que indican la importancia relativa de cada nodo dentro de la red. Cabe señalar, que el índice conocido como degree, expresa el número de interacciones de cada especie, mientras que el índice closeness la conectividad de las especies en la red y betweenness expresa si la especie une elementos de la red (Dormann, Fründ, Bluthgen, & Gruber, 2009). También, desde un punto de vista ecológico, las medidas de centralidad permiten la identificación de las especies importantes y los distintos roles que cumplen con el fin de definir la estructura de la red (Palacio, 2014)

En el trabajo de campo mientras se caminaba a lo largo de los tres tramos de río, se registró e identificó el ave y la especie vegetal en la cual forrajeaba, sin considerar el tiempo de observación. Cabe indicar, que para el presente trabajo se considero el forrajeo como la actividad de alimentación sin identificar los elementos del mismo. Para cada planta registrada se colectó una muestra que fue identificada a nivel de especie por el Herbario Azuay; los tres tramos fueron muestreados con el mismo esfuerzo de muestreo del componente POA (06:00 a 10:00 am) entre los meses septiembre del 2015 y febrero del 2016; cada tramo fue visitado una vez al mes.

2.2.4 Cobertura del Paisaje

Para la caracterización del paisaje se emplearon ortofotos (SENPLADES) y fotografías aéreas (2016), estas últimas fueron tomadas por un drone ubicado sobre los POA en los

cuales las ortofotos disponibles no demostraban la estructura de la vegetación actual. Se utilizó el software ArcGIS© (versión 10.2) para trazar polígonos redondos de 100m de diámetro tomando como base el centro de cada POA, los polígonos fueron divididos en cuadrantes de 10 x 10m, en los cuales se cuantificó el porcentaje de pastos, suelo urbano, árboles/arbustos y cultivos (Figura 1.3).

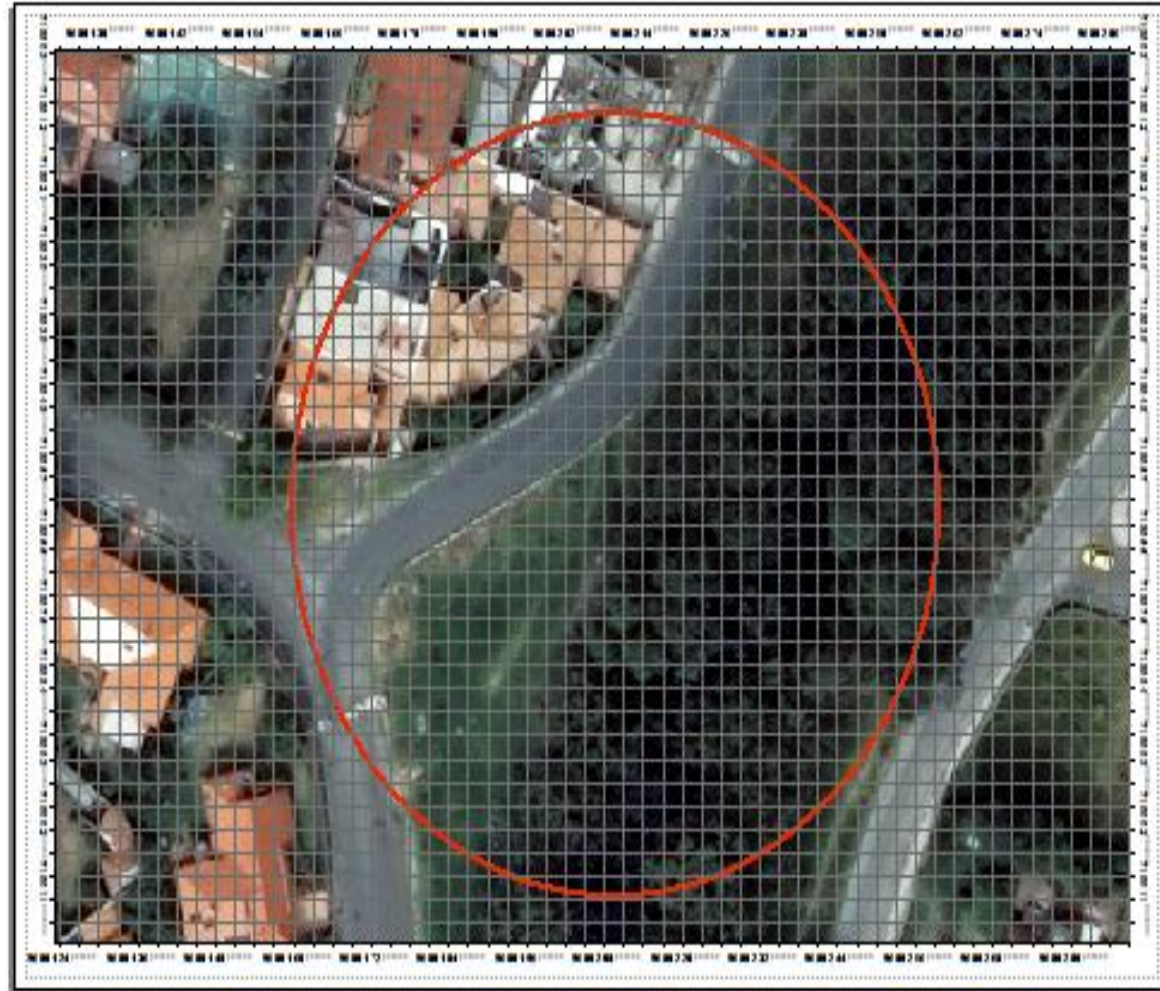


Figura 1.3 Caracterización del paisaje en un punto de observación de aves(POA) georeferenciado, cantón Cuenca, provincia del Azuay, Ecuador. Fuente: (Google Earth, 2016)

2.3. Análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizaron los paquetes *vegan*, *permute*, *bipartite* y *lattice* del software R (R Development Core Team, 2013).

2.3.1. Puntos de Observación de aves

Por medio del paquete *vegan* y la función *specaccum* se contruyó curvas de acumulación de especies. Previo a trabajar con los datos de riqueza y abundancia de aves se comprobó la normalidad de los datos usando un gráfico de la representación de distribución de frecuencias, y como resultado se aplicó la función *kruskal.test*; esta prueba compara poblaciones cuando estas presentan distribuciones sean estas no normales o normales (Wallis, 1962)

2.3.2. Vegetación

Similar al caso de Aves, se utilizó el paquete *vegan* para construir curvas de rangos de especies y para comparar los datos de riqueza y abundancia entre T1, T2 y T3. Las curvas de rangos de especies describen la proporción de individuos de cada especie en relación al total de especies que conforman el paisaje (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Previo a trabajar con los datos de riqueza y abundancia de vegetación se comprobó la normalidad de los datos usando un gráfico de la representación de distribución de frecuencias, consiguientemente el análisis de la estructura de la vegetación se realizo con curvas de rangos de abundancia con el paquete *Biodiversity*. Para las comparaciones de riqueza y abundancia se ejecutó en primera instancia una prueba *Levene* para probar la homogeneidad de la varianzas entre los tramos; con este resultado se decidió aplicar prueba *ANOVA*. Adicionalmente, se prepararon estadísticas descriptivas para la riqueza y abundancia de especies para T1, T2 y T3 que se presentan en diferentes tablas de resumen.

2.3.3. Interacción: Forrajeo

Los datos de interacciones se agruparon por tramo de rivera y se utilizaron para construir redes de interacción bipartitas planta-ave, ya que este tipo de representación ilustra el patrón de reciprocidad y considera dos conjuntos distintos de nodos (especies) (Jordano et al., 2009) en las cuales se observan las propiedades estructurales de la interacción entre la comunidad vegetal y la comunidad de aves. Para ello se utilizó la función: *specieslevel*, del paquete bipartite (Dormann et al., 2009) en el programa estadístico R (R Development Core Team, 2013). Este tipo de análisis de redes de interacciones obtienen índices sobre cada especie en base a características estructurales de cada una de estas en la comunidad.

2.3.4. Caracterización del paisaje

Para el análisis de la caracterización del paisaje se realizó una prueba Análisis de Componentes Principales (PCA) con los cuatro tipos de cobertura (variables) con la finalidad de reducirlas a un menor número perdiendo la menor cantidad de información posible y así determinar las variables con mayor incidencia sobre la variabilidad de la información (Salinas, 2006).

2.3.5. Influencia del paisaje

Para comprobar si la cobertura del paisaje explica de manera significativa las variaciones en la riqueza y abundancia de aves se realizó una prueba de regresión lineal en base a los resultados del PCA. Con la información levantada se trabajó con datos de riqueza acumulada de especies, abundancia de individuos de cada uno de los POA. Previo a realizar las regresiones lineales se verificó la normalidad de los datos usando un gráfico de la representación de distribuciones de frecuencias y de la probabilidad normal sobre los residuos, posteriormente se calculó la relación entre las variables independientes (PCA extraídos y número de individuos de especies vegetales) y las variables dependientes (abundancia y riqueza de especies).

CAPÍTULO II

RESULTADOS

3.1. Riqueza y abundancia de aves

Se registró un total de 4739 individuos correspondientes a 45 especies, pertenecientes a 10 órdenes y a 22 familias de aves en las márgenes de los ríos muestreados. Las familias que tuvieron mayor número de especies registradas fueron Trochilidae (Colibríes) con 6 especies, seguida de las familias Columbidae (Palomas, Tórtolas), Thraupidae (Tangaras) y Tyrannidae (Atrapamoscas) con 4 especies cada una y Emberizidae (Gorriones, Semilleros) con 3 especies (Figura 2.1).

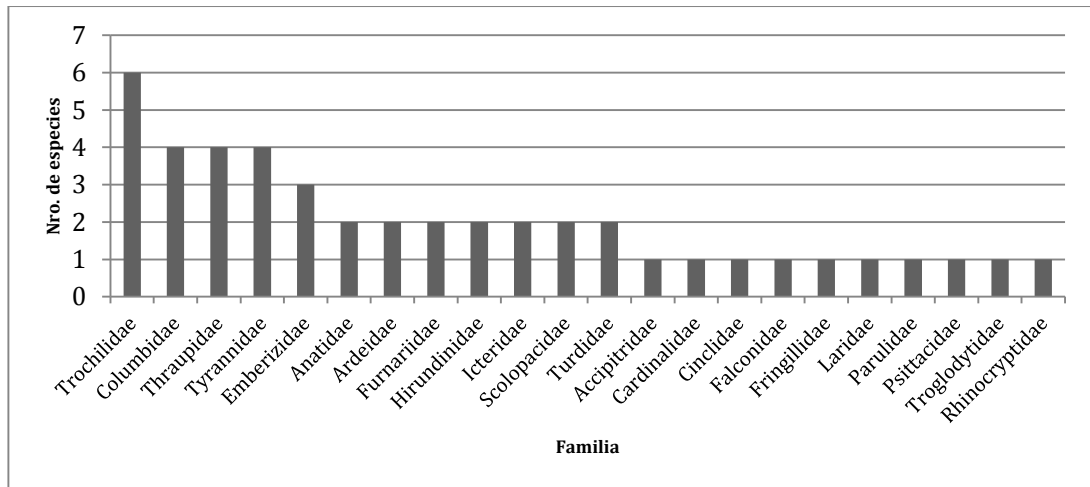


Figura 2.1 Riqueza de especies registradas por familias.

Respecto al número de individuos, las familias con mayor número fueron Hirundinidae (1158 registros), Columbidae (821), Turdidae (759), Emberizidae (690), y Trochilidae (457). Las especies con mayor número de individuos son *Notiochelidon cyanoleuca* “Golondrina Azuliblanca” (1099 registros); *Zonotrichia capensis* “Chingolo” (679); *Turdus chiguanco* “Mirlo Chiguanco” (550); *Columba livia* “Paloma Doméstica” (385);

y *Colibri coruscans* “Orejivioleta Ventriazul” (347); estas cinco especies de aves suman el 64,55% del total de individuos observados durante el muestreo (Figura 2.2).

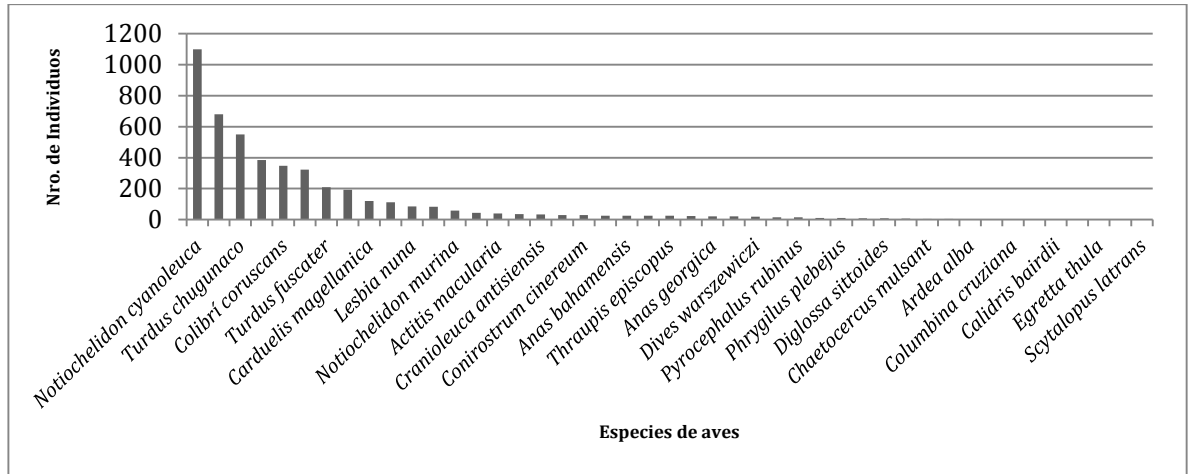


Figura 2.2 Abundancia relativa registrada por especie.

Las curvas de rarefacción de especies son distintas para los tres transectos. Para T1 (río Tomebamba) la curva tiende a estabilizarse, mientras que en comparación con T2 (río Yanuncay) y T3 (unión de los ríos Tomebamba y Yanuncay) esta tendencia es menor; esto indica que para estos dos últimos transectos se podrían registrar más especies con un mayor esfuerzo de muestreo (Figura 2.3).

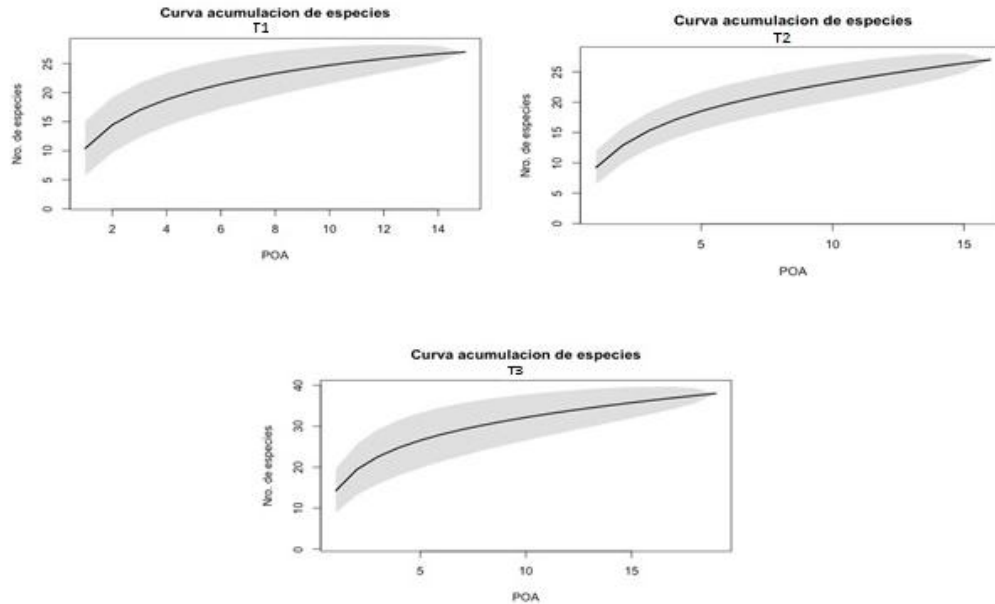


Figura 2.3 Curva de rarefacción de especies entre los tramos T1 (Tramo Tomebamba), T2 (Tramos Yanuncay) y T3 (Tramo Unión Tomebamba Yanuncay) del sistema ripario.

Por lo que se refiere a las variables abundancia y riqueza por sitios, el estadístico de prueba Kurskal-Wallis indicó que existe una diferencia significativa de la riqueza y abundancia de aves entre los tramos T1, T2 y T3, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula. Además se muestra que el tramo T3 (unión Tomebamba - Yanuncay) el tramo con mayor abundancia y riqueza de aves (Figura 2.4).

Tabla 2.1 Estadístico de la prueba Kuskal-Wallis para la diferencia significativa entre tramos T1 (Tramo Tomebamba), T2 (Tramos Yanuncay) y T3 (Tramo Unión Tomebamba Yanuncay) del sistema ripario.

Kruskal-Wallis rank sum test			
Data:	chi-squared	df	p-value
Abundancia by sitios	14.36	2	0.0007625
Riqueza by sitios	26.94	2	1.413e-06

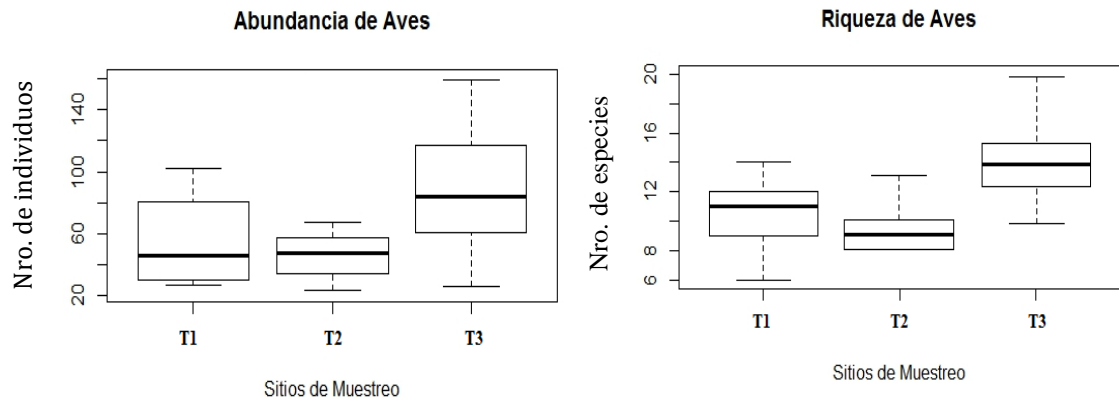


Figura 2.4 Representación de las medias de abundancia y riqueza de aves entre tramos T1 (Tramo Tomebamba), T2 (Tramos Yanuncay) y T3 (Tramo Unión Tomebamba Yanuncay) del sistema ripario.

3.2. Riqueza y abundancia de vegetación

Como resultado del muestreo se registraron 3639 individuos adultos correspondientes a 118 especies de plantas leñosas; esto incluye árboles, arbolitos, arbustos y subarbustos (Tabla 2.1). En términos generales los POA están dominados por árboles de *Eucalyptus globulus* Labill “Eucalipto”, *Salix humboldtiana* Willd “Sauce”, y el arbusto *Sida rhombifolia* L “Escoba”.

Tabla 2.2 Resumen de riqueza y abundancia de especies vegetales en los tramos T1 (Tramo Tomebamba), T2 (Tramos Yanuncay) y T3 (Tramo Unión Tomebamba Yanuncay) del sistema ripario.

Tramo	N	Total Individuos	Promedio Individuos/POA	Total Especies	Promedio especies/POA	Índice Shannon (promedio)
T1	15	779	51	88	18,2	2,14
T2	16	857	53	63	11,93	1,84
T3	19	2009	106	78	17,56	2,01

El método usado fue “proporción”, que usa la proporción de la abundancia de cada especie (abundancia de cada especie/abundancia total), obteniendo los resultados siguientes: en T1 el Eucalipto fue la especie arbórea dominante superando en gran medida la abundancia del resto de árboles, y los arbustos dominantes fueron *Solanum nigrescens* “Mortiño” y *S. rhombifolia* (Figura 2.5). En T2 los árboles dominantes fueron Eucalipto y Sauce, mientras que en arbustos fueron *S. rhombifolia* y *Baccharis latifolia* “Chilca” (Figura 2.6). Asimismo, en T3 dominaron el Eucalipto y el Sauce, pero en arbustos los dominantes fueron Escoba y *Datura stramonium* L. “Chamico” (Figura 2.7). No obstante, en el Chamico se observaron flores en individuos de solo 30 cm de altura.

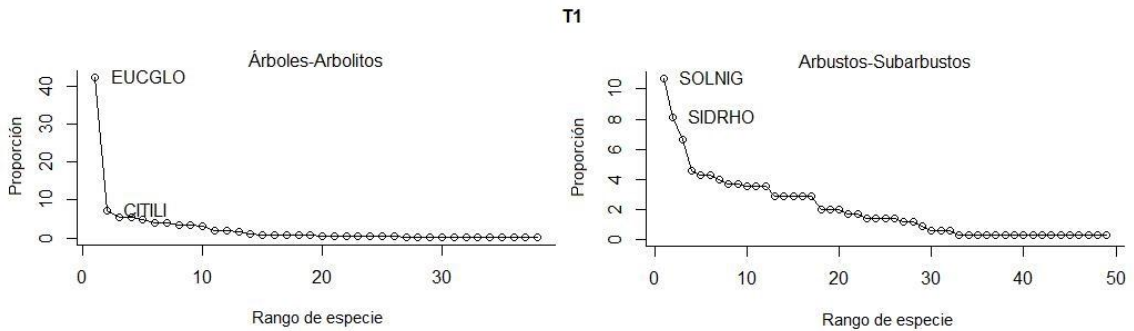


Figura 2.4 Curvas de rangos de abundancia de especies en T1. EUCGLO = *Eucalyptus globulus*, CITILI = *Citharexylum ilicifolium*, SOLNIG = *Solanum nigrescens*, SIDRHO = *Sida rhombifolia*.

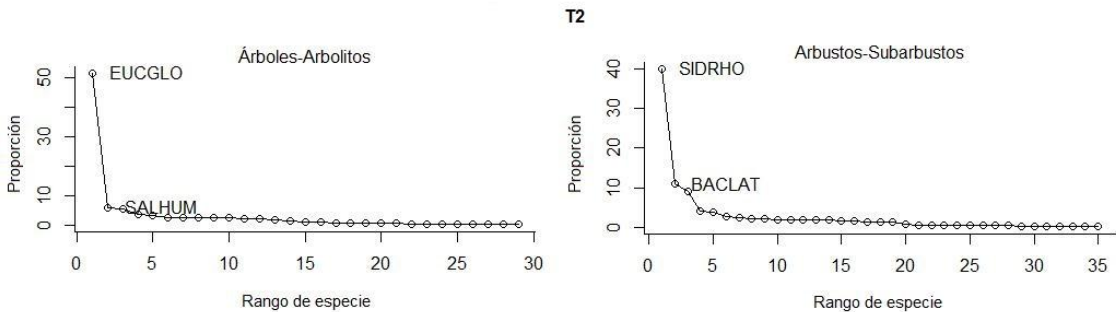


Figura 2.5 Curvas de rangos de abundancia de especies en T2. EUCGLO = *Eucalyptus globulus*, SALHUM = *Salix humboldtiana*, SIDRHO = *Sida rhombifolia*, BACLAT = *Baccharis latifolia*.

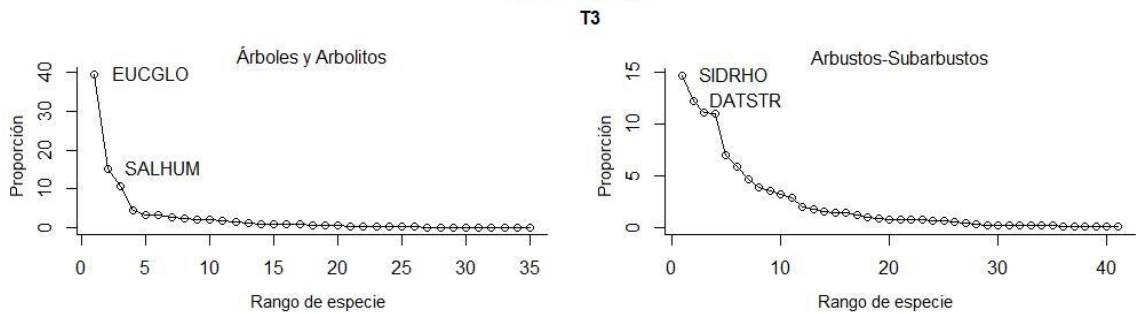


Figura 2.6 Curvas de rangos de abundancia de Especies en T3. EUCGLO = *Eucalyptus globulus*, SALHUM = *Salix humboldtiana*, SIDRHO = *Sida rhombifolia* DATSTR = *Datura stramonium*.

En lo que respecta a los hábitos de la vegetación para los tres tramos se registraron tanto árboles, como arbolitos, arbustos y subarbustos. Los árboles y arbustos tuvieron una mayor riqueza de especies y abundancia de individuos (Tabla 2.2), sin embargo la riqueza de especies de árboles y subarbustos fue similar en todos los tramos, a pesar de que los arbolitos presentaron una riqueza y abundancia baja.

Tabla 2.3 Riqueza y Diversidad de especies vegetales según hábitos en cada tramo T1 (Tramo Tomebamba), T2 (Tramos Yanuncay) y T3 (Tramo Unión Tomebamba Yanuncay) del sistema ripario.

	Árbol		Arbolito		Arbusto		Subarbusto	
	Nro. Especies	Nro. Individuos	Nro. Especies	Nro. Individuos	Nro. Especies	Nro. Individuos	Nro. Especies	Nro. Individuos
T1	34	401	4	23	36	238	14	109
T2	26	464	3	28	24	177	10	190
T3.	34	651	1	5	31	824	12	529
Total	49	1516	5	56	49	1239	15	828

Durante el estudio se pudieron registrar dos especies endémicas del Ecuador que habitan en las orilla de los ríos, la primera fue el arbusto *Berberis pindilicensis* Hieron

“Shuspillá“, registrado en T1 y T2; la segunda, el árbol *Aegiphila ferruginea* Hayek y Spruce “Jiguerón” registrado en un solo POA en T1. De tal manera que el número de especies introducidas fue menor al de las especies nativas, no obstante el número de individuos fue muy cercano al de las nativas (Tabla 2.3).

En la riqueza tiene mas nativas que introducidas pero cuando se ve la abundancia los números son iguales (Tabla 2.4).

Tabla 2.4 Riqueza y Abundancia de especies vegetales según su origen en cada tramo T1 (Tramo Tomebamba), T2 (Tramos Yanuncay) y T3 (Tramo Unión Tomebamba Yanuncay) del sistema ripario.

	<i>Endémico</i>		<i>Introducida</i>		<i>Nativa</i>		<i>Nativa cultivada</i>	
	Nro. Especies	Nro. Individuos	Nro. Especies	Nro. Individuos	Nro. Especies	Nro. Individuos	Nro. Especies	Nro. Individuos
T1	2	5	26	299	50	366	10	101
T2	1	5	22	368	32	385	8	99
T3	-	-	28	643	40	1058	10	308

La prueba ANOVA para riqueza y abundancia reveló que no existen diferencias significativas entre T1, T2 y T3 (Tabla 2.5), es decir que el número de especies de plantas y la abundancia de las mismas no difiere significativamente entre los tres tramos.

Tabla 2.5 Resultados de la prueba ANOVA que comparó la riqueza y abundancia de la vegetación entre los tramos T1 (Tramo Tomebamba), T2 (Tramos Yanuncay) y T3 (Tramo Unión Tomebamba Yanuncay) del sistema ripario.

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Cuadrado medio</i>	<i>Valor-F</i>	<i>Valor-p</i>
Riqueza	2	122.7	61.35	1.567	0.22
Abundancia	2	46045	23022	2.391	0.1

De las 26 especies de árboles registradas en este estudio, solo 8 de ellas se están regenerando naturalmente en las orillas de los ríos. Se registraron plántulas de 7 especies en T1, de 6 especies en T2, y de 3 especies en T3 (Tabla 2.6). Para las especies con más plántulas fueron *Prunus 22erótina* Ehrh “Capulí”, y *Myrsine andina* (Mez) Pipoly “Yubar”. Es importante destacar que no se observaron plántulas de las dos especies endémicas antes mencionadas.

Tabla 2.6 Número de plántulas de especies arbustivas registradas en los tramos T1, T2 y T3. CILIC= *Citharexylum ilicifolium*; CPERU= *Cornus peruviana*; HFERR= *Hesperomeles ferruginea*; MANDI= *Myrsine andina*; MRHOP= *Myrcianthes rhopaloides*; PSALV= *Phyllanthus salviifolius*; PSERO= *Prunus serotina*; VITRI= *Viburnum triphyllum*.

	CILIC	CPERU	HFERR	MANDI	MRHOP	PSALV	PSERO	VITRI
T1	7	2	-	8	1	3	13	8
T2	12	-	1	4	-	2	15	7
T3.	-	-	-	2	-	-	17	-

3.3. Interacción: Forrajeo

El resultado de la red de interacciones indica una red asimétrica, que están compuestas por pocas especies especialistas (con pocas conexiones) conectadas a especies generalistas pudiendo estar o no conectadas entre ellas (Figura 2.9). De estos resultados se analizaron las especies con los mayores índices de centralidad, como indica el histograma de la Figura 11, el cual mostró que en T1 y T3 se comparten las mismas especies vegetales con altos índices. Siendo estas: *S. humboldtiana* “Sauce”; *E. globulus* “Eucalipto” y *P. serotina* “Capulí”. Mientras que en el caso de T2 las especies con altos índices fueron *E. globulus*, *S. humboldtiana*, y *Ambrosia arborescens* Mill “Altamisa”. Cabe mencionar, que la mayoría de las especies vegetales obtenidas como importantes

para la avifauna, son especies introducidas y no son vegetación originaria de ribera, sin embargo sus altos índices puede deberse a su dominancia en estos sitios.

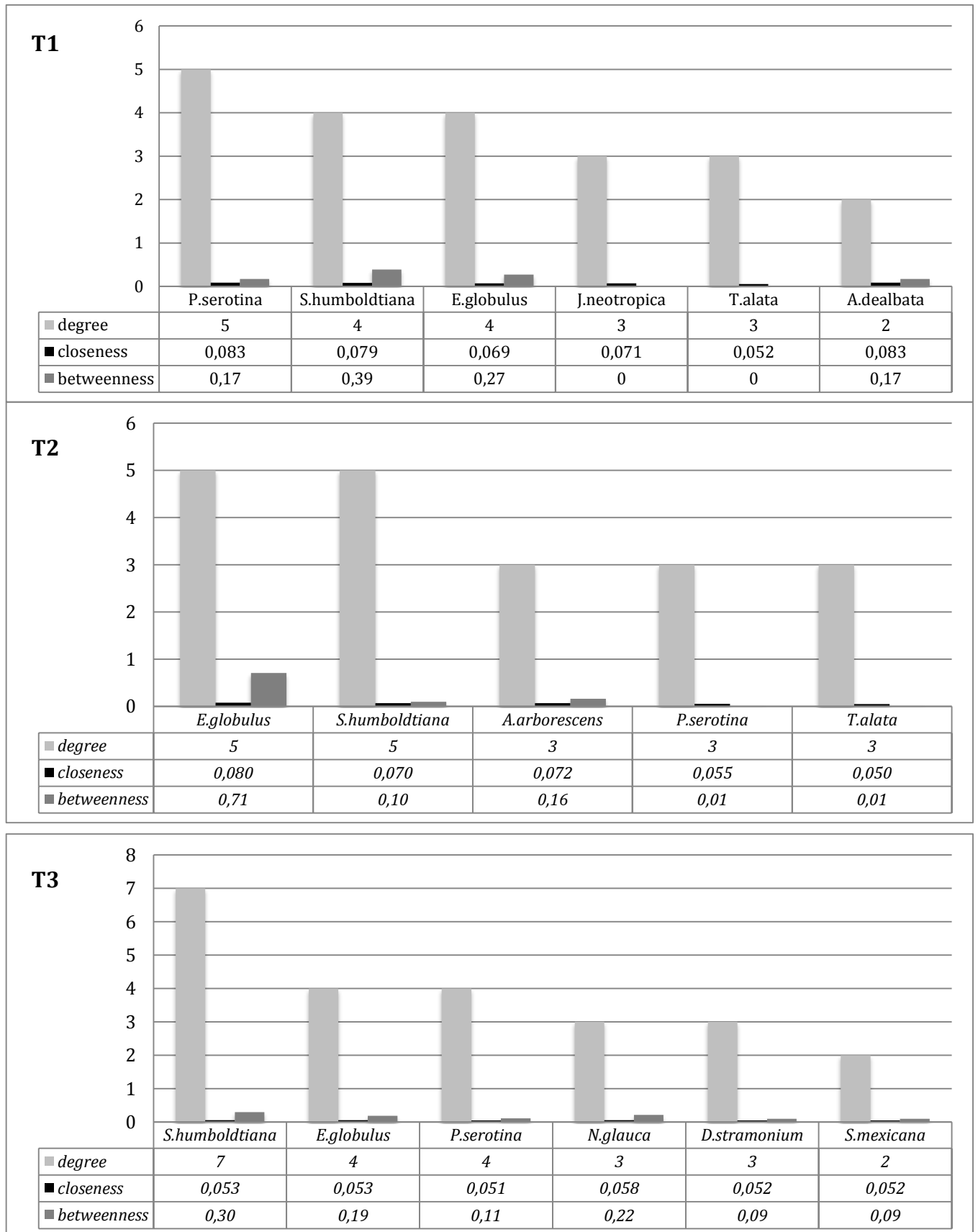


Figura 2.8 Especies vegetales con índices de centralidad (Degree, Closnes y Betweness) significativos para el caso de forrajeo en cada uno de los transectos T1 (Tramo Tomebamba), T2 (Tramos Yanuncay) y T3 (Tramo Unión Tomebamba Yanuncay) del sistema ripario en la ciudad de Cuenca.

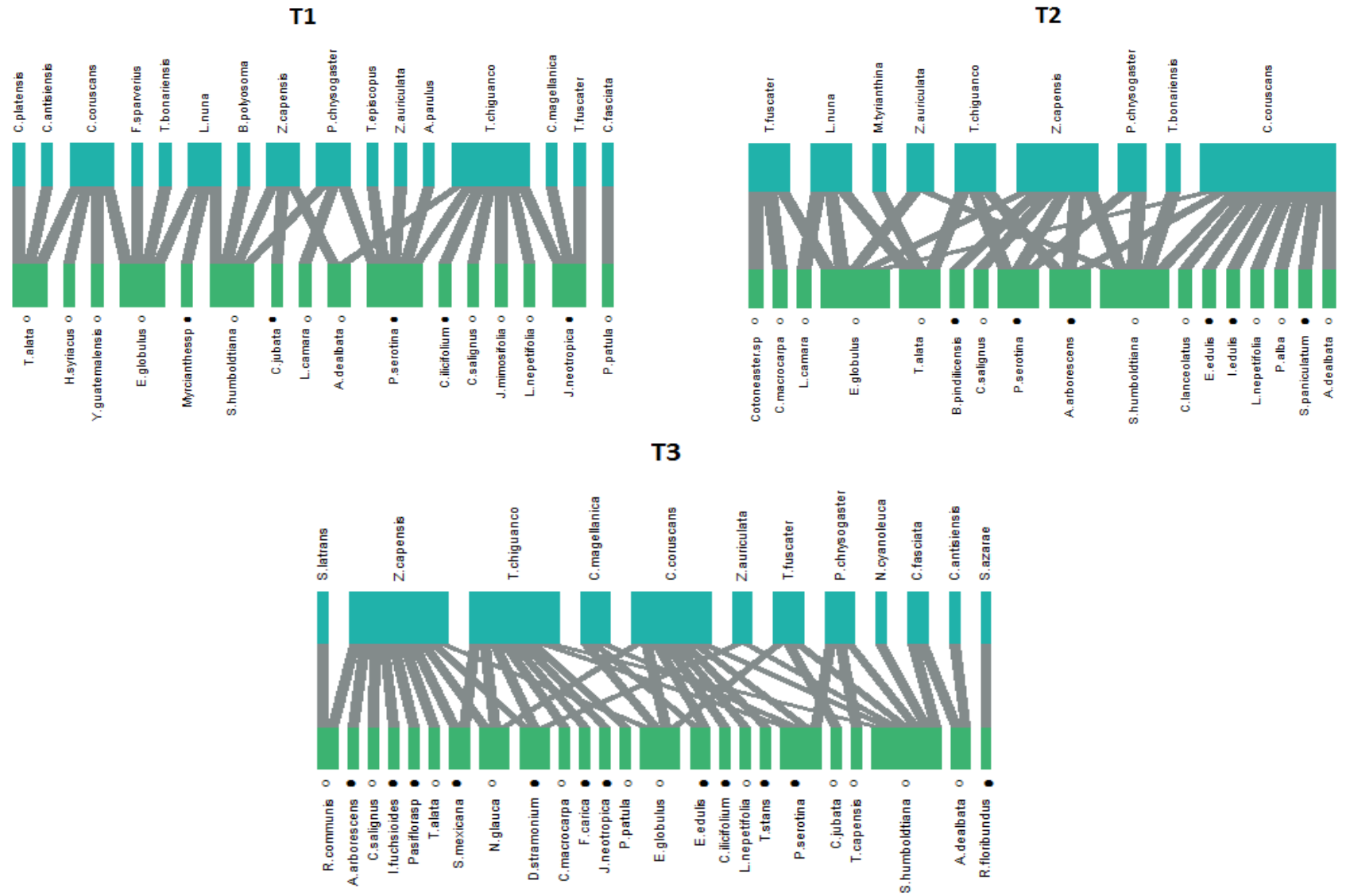


Figura 2.9 .Red bipartita que ilustra las interacciones entre especies de plantas (verde -abajo) y especies de aves (azul-arriba); en blanco las especies nativas, en negro las especies introducidas, el ancho de las bandas azules y verdes indican el número de conexiones consideradas en cada uno de los transectos T1 (Tramo Tomebamba), T2 (Tramos Yanuncay) y T3 (Tramo Unión Tomebamba Yanuncay) del sistema ripario.

3.4. Caracterización del Paisaje

Como resultado del Análisis de Componentes Principales (PCA) se seleccionaron los tres primeros ejes que representan el 95%, así el PC1 abarca el 55%, PC2 el 32%, y PC3 el 8% de la variación total entre los puntos de observación de aves. El primer eje caracterizado por árboles y arbustos, el segundo por suelo urbano, y el tercer eje por pastos y cultivos (Tabla 2.7).

Tabla 2.7 Valores de autovectores entre los componentes principales extraídos. PC1: árboles y arbustos (-4.6567), PC2: suelo urbano (-6.6931) y PC3: pastos (2.546) y cultivos (-2.510)

	PC1	PC2	PC3
Pasto	-4.6567	4.4588	2.546
Suelo Urbano	-2.7572	-6.6931	1.339
Árboles y Arbustos	9.0432	0.3505	1.514
Cultivos	-0.7385	1.1652	-2.510

3.5 Influencia del paisaje en la diversidad de aves

El Análisis de Regresión Múltiple, entre la riqueza y abundancia de especies de aves con los valores de PCA extraídos y la cobertura vegetal de cada sitio, demostró que tanto para el caso de riqueza como el de abundancia los valores de F no son significativos explicando que la relación es prácticamente nula, es decir que las variables no presentaron ninguna correlación significativa como se puede observar en las tablas (2.7, 2.8 y 2.9).

Tabla 2.8 Resultados de la prueba ANOVA para el caso de riqueza de aves que comparó las variables PC1, PC2, PC3 y especies vegetales. DF: grados de libertad; Sum Sq: suma de cuadrados; Mean Sq: promedio de los cuadrados; F: valor F ;Pr(>F): probabilidad

	DF	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
PC1	1	19.15	19.15	2.05	0.16
PC2	1	30.49	30.49	3.26	0.08
PC3	1	2.80	2.80	0.30	0.59
Sp. vegetales	1	21.39	21.39	2.29	0.14

Tabla 2.9 Resultados de la prueba ANOVA para el caso de abundancia aves que comparó las variables PC1, PC2, PC3 y especies vegetales. DF: grados de libertad; Sum Sq: suma de cuadrados; Mean Sq: promedio de los cuadrados; F: valor F ;Pr(>F): probabilidad

	DF	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
PC1	1	173	174.60	0.13	0.72
PC2	1	154	153.96	0.12	0.73
PC3	1	79	78.90	0.06	0.81
Sp. vegetales	1	329	328.82	0.25	0.62

CAPITULO III

DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

A partir del análisis de la riqueza y abundancia de aves se determinó que este estudio comparte un patrón común encontrado en otras investigaciones en contextos urbanos (Pickett et al., 2008). Mediante el estudio de Beissinger y Osborne, el presente trabajo corrobora que el patrón abarca a especies generalistas que comprende a pocas especies comunes con las características de mantener grandes abundancias y una alta distribución por toda la ciudad, como es el caso de los gorriones, golondrinas, mirlos y palomas (Beissinger y Osborne, 1982); de manera similar, estudios realizados en la ciudad de Quito por Montenegro confirma este resultado (Montenegro, 2015). A partir de esto se reitera que las aves urbanas se han adaptado exitosamente al entorno, siendo esta particularidad correspondiente al gran número de individuos que las vuelven especies comunes.

Sin embargo, estudios como los de Terán (2009) contradice el planteamiento general de las ciudades con respecto a la baja diversidad de aves, esto puede deberse al hecho de que se consideraron otras variables como el ruido, la intensidad de asentamiento urbano y la selección de áreas con mayor opción de conservación y conectividad, para el actual caso se determinó que todas las variables (árboles y arbustos, suelo urbano, cultivos, pasto) evaluadas influyeron de diferente forma en la composición y estructura de la comunidad de aves.

Los análisis de redes de interacción indica que las especies con mayor relación en función al forrajeo en los tres tramos son: Eucalipto, Sauce y Capulí; en estudios como los de Poore y Fries (1987) indican que la concentración de aves en las flores de especies exóticas pudiera venir determinada por la probabilidad de alimentarse de néctar e insectos allí concentrados. Específicamente para el caso del *E. globulus* las semillas incluidas en sus cápsulas también contribuyen un recurso alimentario no evaluado. Un ejemplo de esto se puede evidenciar en el estudio de Charre (2013) en México, donde

los resultados indicaron que para el total de especies migratorias el *E. globulus* fue la especie mas utilizada para buscar alimento en los parques de la ciudad.

Por otro lado, *P. serotina* es una especie nativa que demostró un alto número de interacciones pues sirve como fuente de alimento para algunas especies de aves (Mcvaugh, 1951), esto puede deberse a que esta especie vegetal se encontraba dentro de su temporada de fructificación, sobre el mismo contexto Minga y Verdugo (2016) señalan que, el capulí si bien ofrece alimento a las aves no debería ser la única, ni predominante a la hora de reforestar vegetación riparia.

La presencia de especies vegetales introducidas en áreas verdes son el resultado de las actividades de la población humana y sus impactos. En general, las especies exóticas se localizan mayormente en ambientes urbanos, estas zonas facilitan y favorecen su expansión espacial y numérica provocando la alteración del hábitat, de los procesos ecológicos de ambientes andinos (Ojasti, 2001). Dentro de este contexto, factores como el tamaño, grado de aislamiento, la urbanización de los espacios verdes pueden determinar la composición de las especies de aves encontradas en las ciudades, e influir sobre las tácticas de forrajeo y otro tipo de actividad como el canto y el descanso (Hostetler y Knowles-Yanez, 2003). En base a este planteamiento, para el presente trabajo se evidenció que las aves interactúan con especies vegetales introducidas, porque hay mayor número de individuos vegetales.

Tanto para los resultados de riqueza y abundancia de aves como para los de vegetación en las orillas de los ríos indicaron que no hay una diferencia significativa entre los tres tramos estudiados los resultados indican que la riqueza y abundancia de avifauna en las orillas de los ríos no es diferente entre los tramos estudiados, aunque esta característica no está influenciada por las variables de coberturas del paisaje, esta afirmación se basa en el hecho de que la regresión lineal realizada no fue significativa para ninguna de estas variables como son (pasto, suelo urbano, cultivos, arboles y arbustos). Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas de riqueza y abundancia en cuanto a la vegetación entre los tramos, esto se puede corroborar con el estudio de Berget (2006) realizado en la ciudad de Bogotá, donde señala que las aves no responden a las

diferencias de vegetación; es decir que no es una regla que a mayores valores de diversidad vegetal mayores sean los valores de diversidad de avifauna.

No obstante, según menciona Maciej (1996) la influencia urbana sobre los sitios de estudio pudo resultar en una baja diversidad de aves; ya que no se evaluaron factores como la cantidad de vías, la densidad humana, el ruido, la contaminación e incluso la conectividad entre otros aspectos, como menciona Terán (2009) son variables de paisaje urbano que influyen en las comunidades de aves. Puesto que en estudios como los de Astudillo y otros autores, se observa que existe una mayor diversidad y abundancia de aves en los bosques nativos del Parque Nacional Cajas en relación a los bosque mixtos y exóticos de la ciudad de Cuenca, indicando que la influencia urbana posee un efecto directo sobre la avifauna (Astudillo et al. 2015).

La vegetación original de ribera en la ciudad de Cuenca ha sido destruida o remplazada por especies exóticas, pocos son los remanentes de vegetación original. Por lo que en el proceso de formular estrategias de recuperación y conservación, no solo es fundamental identificar los requerimientos ecológicos de las aves, sino también los factores antropogénicos que afectan su distribución. Son pocos los estudios enfocados en determinar la influencia del paisaje urbano sobre la comunidad de aves; según Cordero et al. (2015) el no llevar a cabo ningún tipo de análisis resulta negativo, pues no se podría tener una aproximación completa a las consecuencias que se derivan del crecimiento de la huella urbana que ha despojado de áreas naturales al hábitat urbano.

Los bosques son fundamentales dentro del ecosistema ripario pues crean refugios de biodiversidad animal y vegetal, constituyendo uno de los principales elementos del paisaje para la movilidad y flujo genético, tanto en ecosistemas naturales como en ecosistemas urbanos (Niman, Decamps, & Pollock, 1993). Es necesario innovar los planes de arbolado urbano, pues la zona de estudio es un área representativa que revela un problema dentro de toda la ciudad (Cordero et al., 2015), puesto que la pérdida de biodiversidad constituye no solo la desaparición de un patrimonio natural único, sino

también afecta los múltiples bienes y servicios que la naturaleza brinda al ser humano para su bienestar, el desarrollo socioeconómico.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la disposición de las especies vegetales se manejen de tal forma que los recursos brindados a las aves no queden aislados por barreras geográficas urbanas como las vías; o que en su defecto, se permita el paso a través de la matriz urbana mediante elementos del paisaje como corredores ecológicos, así pueden distribuirse y constituir refugios.
- Promover estudios enfocados en la búsqueda de especies vegetales nativas, como una alternativa a la flora actual, enfocado en el mejoramiento de la funcionalidad del ecosistema urbano; especies vegetales como *Myrcianthes rhopaloides* (Arrayán) *Myrrhinium atropurpureum* (Palo de fierro) podrían sustituir las plantaciones del *E. globulus*, mientras que *Abatia parviflora* (Rabo de zorro) remplazar a *S. humboldtiana*, y para la especie nativa *Prunus serotina* se puede considerar la reforestación con especies de la misma familia como *Prunus opaca*. La propuesta parte, que comparten la misma rama filogenética y características similares, además de ser especies nativas silvestres de ribera que crecen en esta zona altoandina.
- Generar investigación y proyectos científicos para contribuir a la sociedad, permitiendo al mismo tiempo la vinculación con empresas públicas con la finalidad de desarrollar una mejor calidad de vida de sus ciudadanos en función a su entorno.
- Apoyar la investigación sobre la influencia del paisaje urbano en las dinámicas estructurales, y funcionales de la biodiversidad.
- Fomentar el desarrollo tecnológico adecuadamente lo que producirá una mayor riqueza de especies vegetales nativas.

- Se recomienda continuar con los procesos de monitoreos constantes, para evidenciar la evolución de la comunidad de aves, toda vez que se gestionan los posibles disturbios y la evaluación a las medidas que se deben tomar.
- Ejecutar campañas de educación ambiental para el cuidado de las especies nativas, desde una perspectiva inclusiva.

BIBLIOGRAFÍA

- Astudillo, P. X., Tinoco, B. a., & Siddons, D. C. (2015). The avifauna of Cajas National Park and Mazán Reserve, southern Ecuador, with notes on new records. *Cotinga*, 37(December), 1–11.
- Astudillo y Siddons, D. C. (2013). Avifauna de Santa ana de los Cuatro Ríos de Cuenca. (Municipalidad de Cuenca, Ed.) (Comision d). Cuenca, Ecuador: Universidad del Azuay.
- Beissinger, S. R., & Osborne, D. R. (1982). Effects of Urbanization on Avian Community Organization. *The Condor*, 84, 75–83.
- Berget, C. (2006). Efecto del tamaño y de la cobertura vegetal de parques urbanos en la riqueza y diversidad de la avifauna de. *Gestion Y Ambiente*, 9(2), 45–60.
- Cam, E., Sauer, J. R., Nichols, J. D., Hines, J. E., & Flather, C. H. (2000). Geographic analysis of species richness and community attributes of forest birds from survey data in the Mid-Atlantic Integrated Assessment region. In *Environmental Monitoring and Assessment* (Vol. 63, pp. 81–94).
- Canterbury, G. E., Martin, T. E., Petit, D. R., Petit, L. J., & Bradford, D. F. (2000). Bird Communities and Habitat as Ecological Indicators of Forest Condition in Regional Monitoring, 14(2), 544–558.
- Carignan, V., & Villard, M. (2002). Selecting Indicator Species To Monitor Ecological Integrity : A Review, 45–61.
- Charre, G. (2013). Distribución, Cambios En Algunas Pautas Conductuales Y Preferencias De Forrajeo De Aves Migratorias Insectívoras En Parques De La Ciudad De México. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Cordero, P., Vanegas, S., & Hermida, M. A. (2015). La biodiversidad urbana como síntoma de una ciudad sostenible . Estudio de la zona del Yanuncay en Cuenca , Ecuador, 6(1).
- Cruz, J., & Baños, B. (2001). Amenazando la biodiversidad : Urbanización y sus efectos en la avifauna, 61–65.
- Dormann, C. F., Fründ, J., Bluthgen, N., & Gruber, B. (2009). Indices, graphs and null models: analysing bipartite ecological networks. *The Open Ecology Journal*.

- Ehrlich, Paul ; Raven, P. (1984). Butterflies and plants: a study in coevolution. *This Week's Citation Classic*, 1984.
- Grimm, N. B., Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., ... Briggs, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science (New York, N.Y.)*, 319(5864), 756–760.
- Hostetler, M., & Knowles-Yanez, K. (2003). Land use, scale, and bird distributions in the Phoenix metropolitan area. *Landscape and Urban Planning*, 62(2), 55–68.
- INEC, I. N. de E. y C. (2010). *Censo de Población y Vivienda. Fascículo Provincial Azuay*.
- Jordano, Pedro; Vazquez, Diego; Bascompte, J. (2009). Redes complejas de interacciones mutualistas planta-animal. *Ecología Y Evolucion de Interacciones Planta-Animal*, 399.
- Lehner, P. N. (1979). *Handbook of ethological methods*. Cambridge University Press.
- Mac Nally, R., & Fleishman, E. (2004). A successful predictive model of species richness based on indicator species. *Conservation Biology*, 18(3), 646–654.
- Maciej, L. (1996). Inventory of the avifauna of Warsaw — species composition , abundance , and habitat distribution, 31(1).
- Mcvaugh, C. (1951). *Prunus serotina*. *Ecoscience*, 83, 227–229.
- Minga, Danilo; Verdugo, A. (2016). *Árboles y Arbustos de los Ríos de Cuenca*. (I. D. Bosco, Ed.). Cuenca: Serie Textos Apoyo a la Docencia Universidad del Azuay.
- Montenegro, E. C. (2015). *Diversidad de aves en áreas verdes de la ciudad de Quito, Ecuador*. Universidad San Francisco de Quito.
- Mostacedo y Fredericksen. (2000). Manual de metodos Basicos de Muestreo y Analisis en Ecologia Vegetal. *Manual de Metodos Basicos de Muestreo Y Analisis En Ecologia Vegetal*, 1–92.
- Municipal del Cantón Cuenca, G. A. D. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca. In *Modelo Estratégico de Desarrollo y Ordenamiento Territorial* (pp. 10–23).
- Niemelä, J. (2000). Biodiversity monitoring for decision-making. *Annales Zoologici Fennici*, 37(December), 307–317.
- Niman, R. J., Decamps, H., & Pollock, M. (1993). The Role of Riparian Corridors in

- Maintaining Regional Biodiversity. *Ecological Applications*, 3(2), 209–212.
- Ojasti, J. (2001). Estudio sobre el estado actual de las especies exóticas. *Quito, Ecuador: Biblioteca Digital Andina*, 220.
- Palacio, R. (2014). Estructura De La Red De Interacciones Mutualistas Entre Plantas Y Aves Frugívoras En El Bosque Nublado De San Antonio -Km 18, Valle Del Cauca. Universidad Icesi, Facultad De Ciencias Naturales.
- Pickett, S. T. A., Cadenasso, M. L., Grove, J. M., Nilon, C. H., Pouyat, R. V., Zipperer, W. C., & Costanza, R. (2008). Urban ecological systems: Linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas. In *Urban Ecology: An International Perspective on the Interaction Between Humans and Nature* (pp. 99–122).
- Poore, M. E. D., & Fries, C. (1987). *Efectos Ecológicos de los eucaliptos. Estudio FAO Montes 59*.
- R Development Core Team. (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>. *R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria*.
- Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., Desante, D. F., Milá, B., David, F. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres
- Ridgely, P.J.; Greenfield, R. S. (2006). *Aves del Ecuador, Guía de Campo*. (Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia, Ed.) (Tomo II). Fundación Jocotoco.
- Rivera, H. (2006). Composición Y Estructura De Una Comunidad De Aves En Un Área Suburbana En El Suroccidente Colombiano Composition And Structure Of A Suburban Bird Community In Southwestern Colombia. *Ornitología Colombiana*, 4, 28–38.
- Rodríguez, S. V. (2009). sobre la distribución de las especies : Los cambios en el paisaje y su efecto sobre la distribución de las especies
- Santos, T. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat : efecto sobre la conservación de las especies, *15*(2), 3–12.
- Schupp, E. W., & Jordano, P. (2010). Tansley review Seed dispersal effectiveness revisited : a conceptual review, 333–353.
- Solé, R. V., & Bascompte, J. (n.d.). Complexity in Ecological Systems.

- Terán Novoa, P. (2009). Estudio del impacto de variables del paisaje urbano en la composición y estructura de la avifauna de la ciudad de Bogotá, 111.
- Turismo para Cuenca, F. (2014). Generalidades del Destino. Retrieved September 2, 2016.
- Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J., & Melillo, J. M. (1997). Human domination of Earth's Ecosystems. In *Science* (Vol. 277, pp. 494–499).
- Wallis, W. A. (1962). Anova un factor y Kruskal-Wallis, 1–10.
- White, J. G., Antos, M. J., Fitzsimons, J. A., & Palmer, G. C. (2005). Non-uniform bird assemblages in urban environments: The influence of streetscape vegetation. *Landscape and Urban Planning*.

ANEXOS

Anexo 1 Listado taxonómico de especies de aves registradas a lo largo de todo el estudio, se indica el nombre científico, familia, género y nombre común.

Nombre Científico	Familia	Género	Nombre Común
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Hirundinidae	Notiochelidon	Golondrina Azuliblanca
<i>Zonotrichia capensis</i>	Emberizidae	Zonotrichia	Chingolo
<i>Turdus chugunaco</i>	Turdidae	Turdus	Mirlo Chiguanco
<i>Columba livia</i>	Columbidae	Columba	Paloma Doméstica
<i>Colibrí coruscans</i>	Trochilidae	Colibrí	Orejivioleta Ventriazul
<i>Zenaida auriculata</i>	Columbidae	Zenaida	Tórtola Orejuda
<i>Turdus fuscater</i>	Turdidae	Turdus	Mirlo Grande
<i>Pheucticus chrysogaster</i>	Cardinalidae	Pheucticus	Picogruzo Amarillo Sureño
<i>Carduelis magellanica</i>	Fringillidae	Carduelis	Jilguero Encapuchado
<i>Columba fasciata</i>	Columbidae	Columba	Paloma Collareja
<i>Lesbia nuna</i>	Trochilidae	Lesbia	Colacintillo Coliverde
<i>Sayornis nigricans</i>	Tyrannidae	Sayornis	Febe Guardarríos
<i>Notiochelidon murina</i>	Hirundinidae	Notiochelidon	Golondrina Ventricafé
<i>Falco sparverius</i>	Falconidae	Falco	Cernícalo Americano
<i>Actitis macularia</i>	Scolopacidae	Actitis	Andarríos Coleador
<i>Anairetes parulus</i>	Tyrannidae	Anairetes	Cahudito Torito
<i>Cranioleuca antisiensis</i>	Furnariidae	Cranioleuca	Colaespina Cachetilineada
<i>Aratinga erythrogenys</i>	Psittacidae	Aratinga	Perico Careirrojo
<i>Conirostrum cinereum</i>	Thraupidae	Conirostrum	Picocono Cinereo
<i>Thraupis bonariensis</i>	Thraupidae	Thraupis	Tangara Azuliamarilla
<i>Anas bahamensis</i>	Anatidae	Anas	Anade Cariblanco
<i>Sturnella bellicosa</i>	Icteridae	Sturnella	Pastoreo Peruana
<i>Thraupis episcopus</i>	Thraupidae	Thraupis	Tangara Azuleja
<i>Synallaxis azarae</i>	Furnariidae	Synallaxis	Colaespina de Azara
<i>Anas georgica</i>	Anatidae	Anas	Anade Piquiamarillo
<i>Chroicocephalus serranus</i>	Laridae	Chroicocephalus	Gaviota Andina
<i>Dives warszewiczi</i>	Icteridae	Dives	Negro Matorralero
<i>Patagona gigas</i>	Trochilidae	Patagona	Colibrí Gigante
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Tyrannidae	Pyrocephalus	Mosquero Bermellón
<i>Elaenia albiceps</i>	Tyrannidae	Elaenia	Elenia Crestiblanca
<i>Phrygilus plebejus</i>	Emberizidae	Phrygilus	Frigilo Pechicineréo
<i>Buteo polyosoma</i>	Accipitridae	Buteo	Gavilán Variable
<i>Diglossa sittoides</i>	Thraupidae	Diglossa	Pinchaflores Pechicanelo
<i>Cistothorus platensis</i>	Troglodytidae	Cistothorus	Sotorey Sabanero

<i>Chaetocercus mulsant</i>	Trochilidae	Chaetocercus	Estrellita Ventriblanca
<i>Metallura tyrianthina</i>	Trochilidae	Metallura	Metaluria Tiria
<i>Ardea alba</i>	Ardeidae	Ardea	Garceta Grande
<i>Cinclus leucocephalus</i>	Cinclidae	Cinclus	Cinco Gorriblanco
<i>Columbina cruziana</i>	Columbidae	Columbina	Tortolita Croante
<i>Lesbia victoriae</i>	Trochilidae	Lesbia	Colacintillo Colinegro
<i>Calidris bairdii</i>	Scolopacidae	Calidris	Playero de Baird
<i>Catamenia inornata</i>	Thraupidae	Catamenia	Semillero Sencillo
<i>Egretta thula</i>	Ardeidae	Egretta	Garceta Nivea
<i>Myiothlypis nigrocrystata</i>	Parulidae	Myiothlypis	Reinita Crestinegra
<i>Scytalopus latrans</i>	Rhinocryptidae	Scyalopus	Tapaculo Negrusca

Anexo 2 Listado taxonómico de especies vegetales registradas a lo largo de todo el estudio, se indica el nombre científico, origen y hábito.

Nombre Científico	Origen	Hábito
<i>Abutilon striatum</i> Dicks. ex Lindl.	Nativa y cultivada	Arbusto
<i>Acacia dealbata</i> Link	Introducida	Árbol
<i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Introducida	Árbol
<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.	Nativa	Árbol
<i>Acacia</i> SP.1	Introducida	Árbol
<i>Aegiphila ferruginea</i> Hayek & Spruce	Endémico	Árbol
<i>Albizia lopantha</i> L.	Nativa	Árbol
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Nativa	Árbol
<i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kuntze	Nativa	Subarbusto
<i>Ambrosia arborescens</i> Mill.	Nativa	Arbusto
<i>Aristeguietia cacalioides</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	Nativa	Arbusto
<i>Asteraceae</i> SP.	Nativa	Subarbusto
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Nativa	Arbusto
<i>Baccharis</i> SP. 1	Nativa	Arbusto
<i>Baccharis</i> SP. 2	Nativa	Arbusto
<i>Berberis pindilicensis</i> Hieron.	Endémico	Arbusto
<i>Boerhavia coccinea</i> Mill.	Nativa	Arbusto
<i>Brugmansia</i> SP	Nativa	Árbolito
<i>Buddleja incana</i> Ruiz & Pav.	Nativa	Árbol
<i>Caesalpinia</i> SPinosa (Feuillée ex Molina) Kuntze	Nativa	Árbol
<i>Callistemon lanceolatus</i> Sweet	Introducida	Árbol
<i>Callistemon salignus</i> (Sm.) Sweet	Introducida	Árbol
<i>Cantua pyrifolia</i> Juss. ex Lam.	Introducida	Arbusto
<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	Nativa	Árbol
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	Nativa	Árbol
<i>Cestrum peruvianum</i> Willd. ex Roem. & Schult.	Nativa	Arbusto
<i>Cestrum</i> SP. 1	Nativa	Arbusto
<i>Chionanthus pubescens</i> Kunth	Nativa y cultivada	Árbol
<i>Citharexylum ilicifolium</i> Kunth	Nativa y cultivada	Árbol
<i>Cornus peruviana</i> J.F. Macbr.	Nativa	Árbol
<i>Cotoneaster acuminatus</i> Lindl.	Introducida	Arbusto
<i>Crassula ovata</i> (Mill.) Druce	Introducida	Subarbusto
<i>Croton alnifolius</i> Lam.	Nativa	Arbusto
<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw.	Introducida	Árbol
<i>Dalea coerulea</i> (L. f.) Schinz & Thell.	Nativa	Subarbusto
<i>Datura stramonium</i> L.	Nativa y cultivada	Arbusto
<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	Nativa y cultivada	Árbol
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	Nativa	Arbusto
<i>Duranta mutisii</i> L. f.	Nativa	Subarbusto

<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Introducida	Árbol
<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	Nativa	Árbol
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Introducida	Árbol
<i>Fabaceae</i> SP. 1	Nativa	Arbusto
<i>Ferreyranthus verbascifolius</i> (Kunth) H. Rob. & Brettell	Nativa	Arbusto
<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	Introducida	Árbol
<i>Genista monSPessulana</i> (L.) L.A.S. Johnson	Introducida	Arbusto
<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn. ex R. Br.	Nativa	Árbol
<i>Gynoxys</i> SP1	Nativa	Arbusto
<i>Gynoxys</i> SP2	Nativa	Árbol
<i>HeSPeromeles ferruginea</i> (Pers.) Benth.	Nativa	Árbolito
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Introducida	Arbusto
<i>Inga insignis</i> Kunth	Nativa	Árbol
<i>Iocroma</i> SP	Nativa	Arbusto
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Introducida	Árbol
<i>Juglans neotropica</i> Diels	Nativa y cultivada	Árbol
<i>Kalanchoe</i> SP.	Introducida	Arbusto
<i>Lantana camara</i> L.	Introducida	Arbusto
<i>Lantana rugulosa</i> Kunth	Nativa	Arbusto
<i>Liabum floribundum</i> Less.	Nativa	Arbusto
<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	Introducida	Arbusto
<i>Malva</i> SP. 1	Nativa	Subarbusto
<i>Malva</i> SP. 2	Nativa	Subarbusto
<i>Miconia aSPergillaris</i> (Bonpl.) Naudin	Nativa	Arbusto
<i>Mimosa andina</i> Benth.	Nativa	Árbol
<i>Monactis holwayae</i> (S.F. Blake) H. Rob.	Nativa	Arbusto
<i>Monnina ligustrifolia</i> Kunth	Nativa	Arbusto
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	Nativa	Árbolito
<i>Myrthaceae</i> SP. 1	Nativa	Árbol
<i>Nerium oleander</i> L.	Introducida	Arbusto
<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.	Introducida	Subarbusto
<i>Nicotiana glauca</i> Graham	Introducida	Árbolito
<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Nativa	Arbusto
<i>Oligactis</i> SP.	Nativa	Arbusto
<i>Oreopanax</i> SP.	Nativa	Árbol
<i>Otholobium</i> SP. 1	Nativa	Arbusto
<i>Phenax rugosus</i> (Poir.) Wedd.	Nativa	Arbusto
<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth	Nativa	Árbolito
<i>Physalis peruviana</i> L.	Nativa y cultivada	Subarbusto
<i>Pinus radiata</i> D. Don	Introducida	Árbol
<i>Piper barbatum</i> Kunth	Nativa	Arbusto
<i>Piper</i> SP. 1	Nativa	Arbusto
<i>PittoSPorum undulatum</i> Vent.	Introducida	Árbol
<i>Podocarpus SPrucei</i> Parl.	Nativa y cultivada	Árbol

<i>Populus alba</i> L.	Introducida	Árbol
<i>Populus balsamifera</i> L.	Introducida	Árbol
<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Nativa y cultivada	Árbol
<i>Psidium guajava</i> L.	Introducida	Árbol
<i>Ricinus communis</i> L.	Introducida	Arbusto
<i>Rosa</i> SP. 1	Introducida	Arbusto
<i>Rubus coriaceous</i> Poir.	Nativa y cultivada	Subarbusto
<i>Rubus glaucus</i> Benth.	Nativa	Arbusto
<i>Rubus niveus</i> Thunb.	Introducida	Subarbusto
<i>Rubus robustus</i> C. Presl.	Nativa	Arbusto
<i>Rubus</i> SP	Nativa	Arbusto
<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	Nativa y cultivada	Árbol
<i>Salvia corrugata</i> Vahl	Nativa	Arbusto
<i>Sambucus mexicana</i> C. Presl ex DC.	Nativa y cultivada	Arbusto
<i>Schinus molle</i> L.	Introducida	Árbol
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Introducida	Árbol
<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) H.S. Irwin & Barneby	Nativa	Arbusto
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Nativa	Subarbusto
<i>Solanaceae</i> SP. 1	Nativa	Subarbusto
<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	Nativa	Subarbusto
<i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam.	Nativa	Arbusto
<i>Solanum</i> SP. 2	Nativa	Arbusto
<i>Spartium junceum</i> L.	Introducida	Arbusto
<i>Suarauia</i> SP.	Nativa	Árbol
<i>Syzygium paniculatum</i> Gaertn.	Introducida	Árbol
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Nativa	Árbol
<i>Tecomaria capensis</i> (Thunb.) SPach	Introducida	Subarbusto
<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	Introducida	Árbol
<i>Tournefortia</i> SP.	Nativa	Árbol
<i>Ulex europaeus</i> L.	Introducida	Arbusto
<i>Vallea stipularis</i> L. f.	Nativa	Árbol
<i>Vasconcellea</i> SP.	Nativa	Árbol
<i>Verbena litoralis</i> Kunth	Nativa	Subarbusto
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Nativa	Árbol
<i>Yucca guatemalensis</i> Baker	Introducida	Árbol

Anexo 3 Fotografías de algunas especies de aves registradas en el proyecto.



Thraupis bonariensis



Sayornis nigricans



Elaenia albiceps



Anas bahamensis



Elaenia albiceps



Zonotrichia capensis