

ANEXO

1. Marco teórico y conceptual

1.1. Ecología del paisaje

1.1.1. Procesos del paisaje: Suplementación y complementación

Dentro de las dinámicas ejercidas en los paisajes existen diversos procesos ecológicos desempeñados por las especies, los cuales influyen las dinámicas poblacionales y la estructura de las comunidades. De estos procesos existen dos claves para el desarrollo de esta investigación. Uno es la complementación, el cual hace referencia a las especies o individuos que visitan diferentes parches en busca de aquellos recursos indispensables que necesitan y encuentra en distintos parches (insustituibles), y el otro, a la suplementación en donde las especies realizan la misma actividad, pero en busca de recursos adicionales (sustituibles), ya que los puede encontrar en un solo parche (Dunning, Danielson & Pulliam 1992). En esta investigación buscaremos estos dos procesos, no basados en los recursos que encuentran las aves si no en las diferencias o similitudes entre la composición de especies que se registren para las tres unidades de muestreo.

1.1.2. Complementación ecológica del uso del suelo (‘Ecological land-use complementation’)

Colding (2007) plantea, a partir de teoría de Dunning (1992), la necesidad de agrupar estos espacios verdes urbanos, en donde pequeñas áreas verdes complementen estructuras más grandes para aumentar la disponibilidad de hábitat para las especies, además de activar y promover las funciones de los procesos del paisaje como lo son la suplementación y complementación de recursos. Estos ayudarán a incrementar la disponibilidad de espacios y recursos que necesitan las especies para establecerse, enfatizando en la importancia de establecer las relaciones existentes de estos espacios verdes en las ciudades, como Bogotá.

1.2. Ecología urbana

1.2.1. Causa de pérdida y transformación de la biodiversidad

A lo largo del tiempo, la pérdida y aparición de nuevas especies ha sido ocasionada por diferentes factores que se han dado por procesos de transformación, producto de cambios e interacciones que se dan entre los ecosistemas y el medio ambiente que los rodea (Araujo & Román 2013). Sin embargo, el crecimiento de la población humana se ha incrementado, sumando presiones sobre los ecosistemas y la biodiversidad que este soporta. Dentro de estas diferentes presiones, existen múltiples actividades antrópicas que causan la pérdida de hábitat, de las cuales, la urbanización ha producido un gran impacto sobre la biodiversidad, conduciendo a la extinción local de especies, provocando fenómenos de homogenización y atrayendo la incorporación de especies invasoras, las cuales desplazan o reemplazan a las

nativas (McKinney 2002, 2006; Marzluff & Rodewald 2008). No obstante, las especies han adaptado ante estos nuevos entornos, hallando la forma de suplir sus necesidades biológicas dentro de las pequeñas áreas verdes encontradas dentro de estas urbanizaciones (Beissinger & Osborne 1982; Marzluff & Rodewald 2008; Biamonte *et al.* 2011).

1.2.2. Estructura ecológica principal

Frente a la fragmentación y modificaciones del paisaje producidas por la urbanización, pequeños fragmentos de áreas verdes siguen existiendo dentro de estos nuevos sistemas, los cuales aportan beneficios tanto para los humanos como para la biodiversidad existente (McKinney 2002; Miller & Hobbs 2002). Conociendo esto, la ciudad de Bogotá en su Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del 2000 adopta estrategias para crear conectividad entre los ecosistemas naturales de la ciudad y los espacios verdes dentro de ella, para mantener el flujo de los servicios ambientales y procesos ecológicos (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C 2000; Remolina 2006; Andrade, Remolina & Wiesner 2014). De esta manera el POT define La Estructura ecológica principal como “*red de espacios y corredores que sostienen y conducen la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales a través del territorio*” (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C 2000; Secretaria Distrital de Ambiente 2009; Agudelo 2014) y que tiene como objetivos “*sostener y conducir la biodiversidad y los procesos ecológicos a través de Distrito Capital...y dotar al mismo de bienes y servicios ambientales para el desarrollo sostenible*” (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. 2003, 2004a). Así esta está compuesta por el Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital, Parques urbanos, corredores ecológicos y el área de Manejo Especial del Río Bogotá (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. 2004a).

De esta manera, esta investigación acoge la importancia y el fin que tienen los elementos verdes de carácter urbano; parques, corredores ecológicos y áreas de control ambiental, para el desarrollo de la Estructura Ecológica Principal de la ciudad, con el fin de la preservación de servicios ambientales, biodiversidad y conectividad de los procesos ecológicos presentes en la ciudad.

1.2.3. Las estructuras verdes urbanas y su papel en la conservación de biodiversidad urbana

Es importante valorar el papel de los espacios verdes presentes en las ciudades, ya que permiten la oferta de diferentes recursos para la biodiversidad urbana y, por lo tanto, de la persistencia de ésta dentro de las ciudades (Colding 2007; Goddard, Dougill & Benton 2010). Existen una gran variedad de estos espacios verdes urbanos dentro de las ciudades; los Corredores Ecológicos de Ronda, parques urbanos y separadores viales serán los objetos utilizados para esta investigación.

1.2.3.1. Corredores ecológicos de ronda

Según el artículo 89 del Decreto 469 de 2003 los corredores ecológicos en la ciudad se caracterizan por ser zonas verdes de carácter lineal que ayudan a

incrementar la conexión ecológica entre los elementos que componen la Estructura Ecológica Principal que se encuentran desde los Cerros Orientales acabando en el Área de Manejo Especial del Río Bogotá y entre las áreas rurales y urbanas (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. 2004a) Estos tienen como objetivo, la conectividad ecológica, protección del ciclo hidrológico, aumento de la calidad ambiental y propicia para el tránsito de aves y fauna regional, riqueza florística, mitigación de impactos por parte de la red vial y la provisión de espacio público para la recreación, entre otros (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. 2004a).

Dentro de lo establecido por artículo 91 del mismo decreto, estos están clasificados en tres categorías de las cuales esta investigación se enfocará en los Corredores Ecológicos de Ronda. Este tipo de corredor es aquel que contiene, protege y maneja la ronda hidráulica perteneciente a la ciudad, pero la cual no está incluida en otra categoría dentro de la Estructura Ecológica Principal. El Canal Molinos y el Canal Virrey, siendo parte de los objetos de estudio de esta investigación, se encuentran aprobadas y clasificadas dentro de esta categoría (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. 2004a).

Conociendo lo expuesto, este tipo de área verdes urbana es un componente importante y esencial el aprovisionamiento de una gran variedad de diversidad tanto de fauna como de flora, que además vincula el recurso hídrico el cual es uno de los recursos vitales para función ecosistémica y los organismos que la componen.

1.2.3.2. Parques de bolsillo

En los objetivos para el ordenamiento territorial del distrito capital determinados en el Decreto 190. dentro de las políticas sobre uso y ocupación del suelo urbano y del suelo de expansión allí determinadas, en el artículo 243 los parques distritales se encuentran incluidos, los cuales se clasifican en cinco tipos de parques; parques a escala regional, metropolitana, escala zonal, vecinal y de bolsillo. Este último se caracterizan por ser áreas libres para la recreación e integración de la comunidad, los cuales se encuentran entre los barrios de la ciudad, comprendiendo un área inferior de 1.000m² (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. 2004b)

1.2.3.3. Separadores viales verdes

Para esta investigación se adoptó el nombre de separadores viales verdes, a aquellas infraestructuras viales verdes, las cuales separan vías vehiculares, que contienen plantaciones de flora, las cuales ayudan a complementar las funciones de conectividad ecológica que cumplen estructuras más grandes, ayudando a proveer recursos y servicios ambientales, pero a una menor escala.

1.3. Ecología de aves en espacios urbanos

Existen tres características principales recopiladas y expuestas por Bojorges (2009), que afectan la diversidad de aves en las áreas urbanas: el cambio de la vegetación, la variación en la abundancia de especies de aves y el disturbio urbano (Bojorges Baños 2009). La primera influye al estar las aves estrechamente relacionadas con la presencia de una estructura de la vegetación compleja y apropiada, que le proveerá recursos indispensables (Blair 1996; Clergeau *et al.* 1998; Chace & Walsh 2006; Blair & Johnson 2008). La urbanización tiende a disminuir esta complejidad y por lo tanto la disponibilidad de estos recursos, causando la disminución de la abundancia de algunas poblaciones de aves (Evans, Newson & Gaston 2009; Biamonte *et al.* 2011; Aronson 2014). Solo algunas especies encuentran y se favorecen de ciertas estructuras de origen urbano (edificios) para suplir la demanda de sus recursos (Clergeau *et al.* 1998).

Los estudios progresivos realizados sobre el efecto y la influencia de los ecosistemas urbanos, han concluido la existencia de especies con capacidad para adaptarse ante estos entornos, ya sea por modificaciones en las comunidades de las aves o por la llegada de especies oportunistas e invasoras que se ven beneficiadas por las características del espacio urbano (Blair 1996; Clergeau *et al.* 1998; McKinney 2002; Biamonte *et al.* 2011). El disturbio humano como el ruido, la vegetación exótica, edificios que provocan colisiones y la introducción de cables eléctricos, entre otros, tendrá efectos en el comportamiento de las aves, persistencia y adaptación al entorno urbano (Chace & Walsh 2006; Bojorges Baños 2009).

Existen tres tipos de categorías basadas en la respuesta de las especies ante los procesos de urbanización, los cuales provocan efectos a nivel individual de la especie y de la comunidad como un todo (Blair 1996, 2001a; McKinney 2002). Dentro de estas categorías se encuentran las especies “explotadoras” las cuales se caracterizan por su habilidad para aprovechar o explotar los cambios producidos por estos fenómenos, dependiendo en una gran medida de los recursos proveídos por los humanos. Estas alcanzan sus números más altos de densidades poblacionales en los hábitats con alto desarrollo urbano y no dependen del tipo de vegetación que se encuentre. En el siguiente nivel, encontramos a las “adaptables” a ambientes urbanos caracterizadas por poder explotar y hacer uso de los recursos, pero dependen de áreas verdes para sobrevivir. Y por último son aquellas especies con alta sensibilidad ante los cambios producidos en los ambientes urbanos y tener requerimientos muy específicos para sobrevivir, lo cuales no encuentran dentro de estos ambientes. Como consecuencia, alcanzan altas densidades exclusivamente en los sitios más naturales dentro de la ciudad o de áreas periurbanas (Lancaster & Rees 1979; Adams 1994; Blair 1996; McKinney 2002)

1.4. Antecedentes

1.4.1. Temáticos

A nivel mundial no se han encontrado estudios que miren como se complementan los diversos elementos verdes urbanos entre sí para el sostenimiento de la biodiversidad urbana. Sin embargo, si existen investigaciones que estudian de manera individual dichos elementos. (Blair 1996; Carbó-Ramírez & Zuria 2011; Lerman & Warren 2011; González-Oreja *et al.* 2012; Ikin *et al.* 2013; Strohbach, Lerman & Warren 2013; Nielsen *et al.* 2014) Estos estudios han coincidido y resaltan la importancia que tiene las características de estos elementos para condicionar la presencia de las aves y su diversidad. Dichas características están dominadas por la estructura vegetal y características del paisaje como lo son el tamaño y el área de las áreas verdes urbanas dentro de las ciudades. De igual manera se resalta, como es esperado, que la mayoría de las especies son aquellas denominadas como “especies urbanas” las cuales se adaptan de mejor manera a las condiciones del ambiente urbano (Gavareski 1976; Blair 1996, 2001b).

De igual manera es pertinente para este trabajo, tener en cuenta la investigación desarrollada por Rudd (2002) y el trabajo de Colding (2004), los cuales concuerdan en la determinación de la importancia que existe en la creación de una conectividad y complementación que debe hallarse entre las diferentes estructuras y espacios verdes presentes en las ciudades, en donde se considera que no se debe mirar cada espacio como una sola unidad, ya que en algunos casos, estas no suplen completamente los recursos requeridos por las especies, pero pueden complementarlos al unirse con otras estructuras, proveyendo una mayor disponibilidad de hábitats viables (Rudd, Vala & Schaefer 2002; Colding 2007)

1.4.2. Contexto

En la ciudad de Bogotá se registra el estudio realizado por la Asociación Bogotana de Ornitología (ABO) en el año 2007 en el Canal Arzobispo y un corredor establecido desde cercanías al canal hasta el Parque Simón Bolívar, el cual encuentra que el uso dado por las aves de este corredor está más representado como un lugar de paso en el cual no necesariamente podrían realizar todas las actividades que demandan sus requisitos ecológicos, y como la vegetación es un factor para condicionar la presencia de algunas especies de aves (Asociación Bogotana de Ornitología 2007).

De igual manera, existen estudios que se concentran en los corredores ecológicos urbanos, en parques urbanos y en jardines, enfocándose en como las características de estos influyen en la riqueza y abundancia de la avifauna urbana (Berget 2006; Osorio 2012; Sua 2014). Cabe resaltar el estudio de Berget (2006) en el cual encuentra como resultado que hay una alta diversidad que está determinada por el efecto del tamaño del área y no por la heterogeneidad de hábitats que estas pueden encontrar, ya que como es evidente, en la ciudad la estructura vegetal de los parques tiene una tendencia a la homogeneidad y no permite una gran variedad de estos. De esta manera se hace posible evidencia, nuevamente el peso que representa tener una estructura vegetal diversa y nativa, que puede dar espacio al desarrollo de un enriquecimiento biológico a la ciudad.

Para el Corredor de Ronda Canal los Molinos se encuentra una tesis de pregrado realizada por Laura Agudelo en el 2007, la cual se enfoca en determinar si este Canal presenta las características necesarias para denominarlo como un corredor para la avifauna urbana de Bogotá. Este encuentra, en términos generales, que ésta área genera mayor hábitat a solo cinco especies de 73 encontradas para este corredor, las cuales están representadas por las nativas comunes como la Torcaza y la Mirla, mientras que para aquellas migratorias y menos abundantes, se dudaba que cumpliera su función a lo largo del corredor, debido principalmente a la composición de la vegetación encontrada, discutiendo la importancia que esta tiene y como amenaza la conectividad funcional a lo largo del corredor (Agudelo 2007)

Actualmente existe una caracterización ecológica del corredor ecológico de ronda el canal el virrey en donde se ejecutaron conteos de la vegetación y la fauna encontrada en el área, los cuales indicaron una mayor presencia de especies exóticas para la vegetación, una gran variedad de especies de aves (migratorias, nativas y exóticas) e incluso aves clasificadas dentro de la categoría de vulnerables (VU) y casi amenazado (NT), al igual que una grata diversidad de insectos y murciélagos (Caicedo 2014).

Bibliografía

- Adams, L.W. (1994) *Urban Wildlife Habitats*. University of Minnesota Press, Minnesota.
- Agudelo, L. (2007) Evaluación del canal molinos como un corredor para las aves de la ciudad de Bogotá. , 107.
- Agudelo, P.A.O. (2014) *Los Parques Lineales Como Estrategia de Recuperación Ambiental Y Mejoramiento Urbanístico de Las Quebradas En La Ciudad de Medellín: Estudio de Caso Parque Lineal La Presidenta Y Parque Lineal La Ana Díaz*. Universidad Nacional de Colombia.
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2000) Decreto Distrital 619 de 2000. *Registro Distrital 2197 del 28 de julio de 2000*, **2000**, 1–359.
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2003) *Decretos 619 de 2000 Y 496 de 2003*. Colombia.
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2004a) *Decreto 190 de 2004, Artículo 1, Numeral 14*. Bogotá D.C., Colombia.
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2004b) Decreto 190 de 2004. , 1–19.
- Andrade, G., Remolina, F. & Wiesner, D. (2014) La Estructura Ecológica Principal en lo local. Propuesta de aplicación en la renovación urbana de Fenicia, Las Aguas, Bogotá. *Revista nodo*, **8**, 42–54.
- Araujo, B.M. & Román, P.R. (2013) *Pérdida de Biodiversidad. Responsabilidad Y Soluciones*, 10th ed. Real Sociedad Española de Historia Natural, Madrid.
- Aronson, M.F.J. (2014) A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society*, **281**, 20133330.
- Asociación Bogotana de Ornitología, A. (2007) *INFORME FINAL CONVENIO DE COOPERACIÓN No 418-2006 SUSCRITO ENTRE EL JARDÍN BOTÁNICO “JOSE CELESTINO MUTIS” Y LA ASOCIACIÓN BOGOTANA DE ORNITOLOGÍA A.B.O.*

- Bogotá D.C.
- 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 Bogotá, Colombia. *Gestion y Ambiente*, **9**, 45–60.
- Biamonte, E., Sandoval, L., Chacón, E. & Barrantes, G. (2011) Effect of urbanization on the avifauna in a tropical metropolitan area. *Landscape Ecology*, **26**, 183–194.
- Blair, R.B. (1996) Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological Applications*, **6**, 506–519.
- Blair, R.R. (2001a) Birds and butterflies along urban gradients in tow ecoregions of the U.S. *Biotic homogenization*, pp. 33–56.
- Blair, R.B. (2001b) Birds and Butterflies Along Urban Gradients in Two Ecoregions of the United States: Is Urbanization Creating a Homogeneous Fauna? *Biotic Homogenization*, pp. 33–56.
- Blair, R.B. & Johnson, E.M. (2008) Suburban habitats and their role for birds in the urban-rural habitat network: Points of local invasion and extinction? *Landscape Ecology*, **23**, 1157–1169.
- Bojorges Baños, J.C. (2009) Amenazando la biodiversidad : Urbanización y sus efectos en la avifauna. *Ciencia y Mar*, **13**, 61–65.
- Caicedo, J.C.H. (2014) Resultados preliminares del establecimiento de la línea base de la ecología del parque lineal el virrey y el corredor ecológico de ronda el canal el virrey. *No publicado*, 29.
- Carbó-Ramírez, P. & Zuria, I. (2011) The value of small urban greenspaces for birds in a Mexican city. *Landscape and Urban Planning*, **100**, 213–222.
- Chace, J.F. & Walsh, J.J. (2006) Urban effects on native avifauna: A review. *Landscape and Urban Planning*, **74**, 46–69.
- Clergeau, P., Savard, J.P.L., Mennechez, G. & Falardeau, G. (1998) Bird Abundance and Diversity along an Urban-Rural Gradient: A Comparative Study between Two Cities on Different Continents. *The Condor*, **100**, 413–425.
- Colding, J. (2007) “Ecological land-use complementation” for building resilience in urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning*, **81**, 46–55.
- Dunning, J.B., Danielson, B.T. & Pulliam, H.R. (1992) Ecological processes that affect populations in complex landscape. *JSTOR*, **68**, 571–573.
- Evans, K.L., Newson, S.E. & Gaston, K.J. (2009) Habitat influences on urban avian assemblages. *Ibis*, **151**, 19–39.
- Gavareski, C.A. (1976) Relation of Park Size and Vegetation to Urban Bird Populations in Seattle, Washington. *The Condor*, **78**, 375–382.
- Goddard, M.A., Dougill, A.J. & Benton, T.G. (2010) Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments. *Trends in Ecology and Evolution*, **25**, 90–98.
- González-Oreja, J.A., De La Fuente-Díaz-Ordaz, A.A., Hernández-Santín, L., Bonache-Regidor, C. & Buzo-Franco, D. (2012) Can human disturbance promote nestedness? Songbirds and noise in urban parks as a case study. *Landscape and Urban Planning*, **104**, 9–18.
- Ikin, K., Beaty, R.M., Lindenmayer, D.B., Knight, E., Fischer, J. & Manning, A.D. (2013) Pocket parks in a compact city: How do birds respond to increasing residential density? *Landscape Ecology*, **28**, 45–56.

- Lancaster, R.K. & Rees, W.E. (1979) Bird communities and the structure of urban habitats. *Canadian Journal of Zoology*, **57**, 2358–2368.
- Lerman, S.B. & Warren, P.S. (2011) The conservation value of residential yards: Linking birds and people. *Ecological Applications*, **21**, 1327–1339.
- Marzluff, J.M. & Rodewald, A. (2008) Conserving biodiversity in urbanizing areas: nontraditional views from a bird's perspective. *Cities and the Environment*, **1**, 1–28.
- McKinney, M.L. (2002) Urbanization, Biodiversity, and Conservation. *BioScience*, **52**, 8.
- McKinney, M.L. (2006) Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, **127**, 247–260.
- Miller, J.R. & Hobbs, R.J. (2002) Conservation where people live and work. *Conservation Biology*, **16**, 330–337.
- Nielsen, A.B., van den Bosch, M., Maruthaveeran, S. & van den Bosch, C.K. (2014) Species richness in urban parks and its drivers: A review of empirical evidence. *Urban Ecosystems*, **17**, 305–327.
- Osorio, J. (2012) Aves migratorias neotropicales en parques y jardines de Bogotá: 1945 – 2005. *Revista Nodo*, **6**, 67–82.
- Remolina, F. (2006) Propuesta de tipología de corredores para la Estructura Ecológica Principal de Bogotá. *Revista Nodo*, **1**, 13–20.
- Rudd, H., Vala, J. & Schaefer, V. (2002) Importance of backyard habitat in a comprehensive biodiversity conservation strategy: a connectivity analysis of urban green spaces. *Restoration Ecology*, **10**, 368–375.
- Secretaria Distrital de Ambiente. (2009) *Evaluación Y Diagnóstico POT Bogotá*.
- Strohbach, M.W., Lerman, S.B. & Warren, P.S. (2013) Are small greening areas enhancing bird diversity? Insights from community-driven greening projects in Boston. *Landscape and Urban Planning*, **114**, 69–79.
- Sua, A. (2014) *Caracterización de La Avifauna Asociada a Un Corredor Ecológico Vial En La Ciudad de Bogotá*. Universidad Militar Nueva Granada.
- Adams LW. 1994. Urban Wildlife Habitats. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Blair RB. 2001. Birds and butterflies along urban gradients in two ecoregions of the U.S. Pages 33–56 in Lockwood JL, McKinney ML, eds. Biotic Homogenization. Norwell (MA): Kluwer.
- Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Lancaster RK, Rees WE. 1979. Bird communities and the structure of urban habitats. *Canadian Journal of Zoology* **57**: 2358–2368