
COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE AVES EN BOSQUES FRAGMENTADOS EN LA REGIÓN DE SANTA ELENA, ANDES CENTRALES COLOMBIANOS*

*Gabriel Jaime Castaño-Villa¹
Juan Camilo Patiño-Zabala²*

Resumen

Se comparó y relacionó la estructura de la comunidad de aves en tres fragmentos intervenidos en la región de Santa Elena en la cordillera de los Andes Centrales colombianos, esto con el fin de determinar su papel en la conservación de la avifauna de esta región. Un total de 28, 46 y 49 especies fueron registradas respectivamente para el Fragmento I (41 ha), II (129 ha) y III (136 ha). La abundancia de las aves fue diferente entre los tres fragmentos, y también se presentó una baja similitud entre las comunidades, a nivel de especies, grupo trófico, tamaño corporal y estratos de forrajeo. Se concluye que la selección de áreas para la conservación de la avifauna de esta localidad debe incluir fragmentos de diferente tamaño, matriz del paisaje circundante e historia de perturbación, esto con el fin de cumplir con criterios de representación y complementariedad.

Palabras clave

Aves, riqueza de especies, similitud, bosques andinos de montaña, bosques fragmentados.

THE COMPOSITION OF AVIAN COMMUNITIES IN FRAGMENTED FORESTS IN SANTA ELENA REGION, CENTRAL COLOMBIAN ANDES

Abstract

The bird communities in three disturbed fragments in the Central Colombian Andes Santa Elena region were compared and related in order to establish their role for avifauna conservation in this area. There were registered a total of 28, 46 and 49 species in the fragment I (41 ha), II (129 ha) and III (136 ha) respectively. Bird abundance differed among the fragments and it was detected a low similarity between communities at species, trophic, body size, and foraging strata levels. It is concluded that areas selection for avifauna conservation at this locality must included different size of fragment, surrounding matrix, end perturbation history in order to accomplish with representation and complementarily criteria.

* Recibido 29 de mayo de 2007, aceptado 29 de agosto de 2007.

¹ Profesor Auxiliar. Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Grupo de Investigación en Ecosistemas Tropicales, Universidad de Caldas, Colombia. E-mail: gabriel.castano_v@ucaldas.edu.co, A. A. 275, Manizales, Colombia.

² Jefe de Operaciones Forestales y Vivero Tropibosques S.A. E-mail: jcpatino@tropibosques.com Ed. Centrum. Alberto Borges y Francisco de Orellana. Piso 9. Of. 6. Guayaquil, Ecuador.

Composición de la comunidad de aves en bosques fragmentados en la región de Santa Elena, Andes centrales colombianos

Key words

Birds, community, species richness, Andean montane forest, fragmented forests.

INTRODUCCIÓN

Los relictos boscosos de las áreas periurbanas y rurales de la cuenca de la Quebrada Santa Elena en el municipio de Medellín, cumplen una importante función en la conservación de la diversidad de aves presentes en este valle interandino (CASTAÑO & ARIAS, 1999). Lastimosamente, aunque gran parte de esta región ha sido incluida dentro de un área de manejo especial denominada Parque Regional Arvi (TORO, 2000), muchos de sus bosques no cuentan con alguna figura o acto administrativo que asegure su preservación. De esta forma, su diversidad se encuentra disgregada a través de un mosaico de bosques naturales, inmersos en una matriz de agroecosistemas y áreas urbanizadas.

Bajo este matiz, es complicado establecer criterios claros para definir cuáles parches de bosque deben ser protegidos dentro de toda esta matriz. Desde la perspectiva de la biogeografía de islas, podrían ser tenidos en cuenta criterios como el tamaño de los bosques, su cantidad, conectividad y heterogeneidad dentro del paisaje, para la selección de un bosque o la configuración de un sistema de reservas (PRIMACK *et al.*, 2001). Pero lo anterior es bastante complejo y costoso; quizás una aproximación rápida para resolver este problema retome la Teoría de Biogeografía de Islas (McARTHUR & WILSON, 1967) en la que se espera un menor número de especies asociadas a los fragmentos más pequeños y que éstas sean un subconjunto de los conjuntos de las especies encontradas en los fragmentos más grandes (KATTAN, 2001). Pero esta solución (sólo proteger los fragmentos grandes) posiblemente no cumpla con los criterios de representación y complementariedad necesarios para la selección de un sistema de reservas (CASTAÑO, 2006).

Por lo tanto, seleccionamos tres fragmentos de bosque con diferente forma, área y matriz circundante, para establecer la composición y estructura de la comunidad de aves en la que ellos habitan, y poder inferir cuál sería la mejor selección dentro de una estrategia para la conservación de la avifauna de esta región.



MÉTODOS

Área de Estudio

El trabajo fue realizado en la zona rural de la cuenca de la quebrada Santa Elena (Parque Regional Arví - corregimiento de Santa Elena), localizada en sector centro-oriental del municipio de Medellín, departamento de Antioquia, Andes Centrales de Colombia. La zona rural tiene una extensión total de 34 Km², altitudinalmente comprendida entre las cotas 2.000 y 2.720 msnm. Su régimen climático está determinado por la influencia del clima ecuatorial de montaña, con una temperatura promedio de 17°C y una precipitación máxima de 2.067.5 mm/año (EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN, 1988; INSTITUTO MI RÍO, 1998), territorio correspondiente a la zona de vida bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB), según el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (ESPINAL, 1985).

En la región aún se conservan algunos fragmentos de bosques intervenidos en diversos estados sucesionales inmersos en una matriz del paisaje dominada por grandes extensiones de tierra dedicadas a actividades agrícolas de uso intensivo (floricultura, horticultura y ganadería), unas pocas plantaciones forestales y asentamientos humanos con bajas densidades habitacionales (fincas de recreo y casas campestres). Es así como los bosques naturales únicamente ocupan el 31% del área rural. (Ver Figura 1. Mapa de la Región de Santa Elena).

Los fragmentos evaluados se ubican entre las cotas 2.000 y 2.600 m. El Fragmento I (FI) está localizado en la parte alta de la microcuenca de la quebrada Las Antenas nacida en el Alto de la Yegua, sin conexión con otros bosques por estar inmerso en una matriz de fincas de recreo y de producción agropecuaria. El Fragmento II (FII), conocido popularmente como el bosque de los Hernández, hace parte de las microcuencas de la quebrada la Castro, se encuentra rodeado por áreas abiertas y separado por carreteras de plantaciones forestales de *Pinus patula* ubicadas en la cuenca de la quebrada Piedras Blancas. Por último, el Fragmento III (FIII) circunda la quebrada La Aguada y la Santa Elena, y hace parte de una reserva protegida por la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Figura 1). Características de la estructura de la comunidad vegetal de esta zona puede encontrarse en detalle en CASTAÑO y ARIAS (1999).

Colección de Datos

Entre mayo de 1999 y enero de 2000 se evaluó la riqueza y abundancia de las aves presentes en el interior de los tres fragmentos, mediante ocho puntos de observación, visitados en 10 ocasiones cada uno durante el período mencionado, con tiempo por visita de 10 minutos y radio

Composición de la comunidad de aves en bosques fragmentados en la región de Santa Elena, Andes centrales colombianos

máximo de registro de 25 m. La estimación de la abundancia se realizó de acuerdo con el método propuesto por TANNER (1978), modificado para parcelas circulares. Adicionalmente, se recorrieron ambos fragmentos para registrar las especies no detectadas en los puntos de conteo (Los fragmentos de mayor tamaño fueron visitados en 40 ocasiones (40 días) cada uno, mientras que el pequeño en 25 veces).

Categorización de especies de acuerdo con características ecológicas

Para comparar la estructura de las comunidades de aves presentes en ambos fragmentos, las especies fueron categorizadas en subgrupos de acuerdo con cuatro variables: Gremio trófico, Estrato de Forrajeo, Hábitat y Peso Corporal, a partir de datos publicados (HILTY & BROWN, 1986; STILES & SKUTHC, 1989; STOTZ *et al*, 1996) e información colectada en campo. De esta manera, las variables fueron definidas de la siguiente forma: Gremio Trófico, y sus subcategorías *Frugívoro*, *Frugívoro-Insectívoro*, *Frugívoro-Insectívoro-Nectarívoro*, *Insectívoro*, *Nectarívoro-Insectívoro* y *Rapaz*; Estrato de Forrajeo, que consta de cinco subcategorías *Arbóreo*, *Suelo*, *Sotobosque*, *Troncos* y *Amplia* (especies generalistas dentro de su hábitat no evidencian un preferencia por un estrato en particular). Para Hábitat, las especies fueron categorizadas de acuerdo con sus preferencias por el interior del bosque (Bosque), por los bordes de este (Bordes) o por encontrarse en ambos (Bosque-Bordes). La cuarta variable fue el Peso Corporal, dividido en cuatro subcategorías propuestas por RENJIFO (1999) (I: < 25 g; II: 25-50 g; III >50-100 g; y IV: >100 g), establecidas a partir de información secundaria (DUNNING, 1993).

Con el fin de establecer la similitud entre las comunidades de aves en los fragmentos, se calculó el Índice de Jaccard (C_j) para las subcategorías de las variables antes mencionadas. Además, se compararon por medio de pruebas no paramétricas Kruskal Wallis (H) la abundancia de las especies por grupos y gremios ecológicos, así como el peso corporal, de acuerdo con ZAR (1999).

Forma de los Fragmentos

Se utilizaron índices de forma euclidianos (Índice de Diversidad de Patton e Índice de Compactación), para determinar la compactación (fragmentos con mayor o menor exposición periférica a la matriz) y diversidad (círculos perfectos o formas no circulares) de forma de los fragmentos. Para profundizar en la estimación e interpretación de estos índices ver RAU y GANTZ (2001).



RESULTADOS

Sesenta y seis (66) especies fueron registradas en el área de estudio, 28, 46 y 49 en los fragmentos I, II y III respectivamente; los dos bosques de mayor tamaño presentaron comunidades con una mayor similitud ($C_j = 0,532$), mientras que la similitud de ambos con el bosque de menor área fue inferior a 0,431. Esta baja similitud se evidencia en las aves frugívoras, tan sólo dos (*Aulacorhynchus prasinus* y *Myadestes ralloides*) de las 12 especies se encuentran simultáneamente en los tres fragmentos. Igual ocurre con las aves de interior de bosque, algunas fueron exclusivas de cada fragmento (FI: *Doryfera ludovicae*, *Trogon personatus* y *Ampelion rubrocristatus*), (FII: *Phaethornis syrmatorhynchus*, *Trogon collaris*, *Xenops rutilans* y *Hemispingus frontalis*), y (FIII: *Accipiter striatus* y *Geotrygon linearis*), y sólo una especie (*Ocreatus underwoodii*) se presentó en todos (Anexo 1).

A partir del Índice de diversidad de Patton (PATTON, 1975) y la clasificación de HENAO (1988), citados por RAU y GANTZ (2001), se estableció que los fragmentos II y III tiene forma irregular, mientras que el I es mucho más redondo ($R_{FI} = 1,141$, $R_{FII} = 3,150$ y $R_{FIII} = 6,850$). De acuerdo con el Índice de Compactación "K" (URWIN 1979, citado por RAU y GANTZ 2001), se estableció que los fragmentos II y III tienen una mayor exposición periférica a la matriz y a sus posibles efectos negativos que el FI ($K_{FI} = 0,876$; $K_{FII} = 0,313$ y $K_{FIII} = 0,146$) (Tabla 1). La riqueza de especies asociadas a los bordes y ecotonos disminuyó en relación con el Índice de Compactación.

Tabla 1. Riqueza de especies de aves e índices de forma para los tres fragmentos

	Fragmento I	Fragmento II	Fragmento III
Riqueza especies aves	28	46	49
Área (ha)	41	129	136
Perímetro (km)	2,01	3,13	6,65
Índice de Diversidad de Patton	1,141	3,150	6,850
Índice de Compactación	0,876	0,317	0,146

Aunque la estructura de los gremios tróficos no fue diferente entre los fragmentos ($H = 1,339$ $p = 0,512$), el FII y FIII presentan casi el doble de especies de aves Insectívoras y Nectarívoras que el FI. Es así como la similitud en especies en estos dos gremios para los dos fragmentos grandes fue media ($C_j = 0,556$ y $C_j = 0,500$, respectivamente), pero baja con respecto al FI ($C_j < 0,476$ y $C_j < 0,375$). Además, el número de especies

Composición de la comunidad de aves en bosques fragmentados en la región de Santa Elena, Andes centrales colombianos

que componen total o parcialmente su dieta por frutas se incrementó con el tamaño del fragmento, y disminuyó en relación con su compactación.

Con respecto al hábitat, el FII cuenta con un mayor número de especies asociadas al interior del bosque, que los otros dos fragmentos (con un traslape bajo de especies, 11 y 55%, respectivamente). Por otra parte, las 22 especies asociadas al interior y al borde del bosque presentes en el FI, se encuentran en un 95% en cada uno de los otros dos fragmentos. Las especies que forrajeaban en el estrato arbóreo presentaron una baja similitud en los fragmentos ($C_j < 0,528$); de manera contraria, las especies de sotobosque en FII y FIII fueron bastante similares ($C_j = 0,700$), excepto *Synallaxis unirufa* y *Drymophila caudata* que únicamente se registraron en el FIII. En el fragmento de menor tamaño sólo se registró una especie que forrajea en los troncos (*Melanerpes formicivorus*), mientras que en los otros dos fragmentos se presentaron cinco y tres especies (Anexo 1).

Para el Peso Corporal, las similitudes entre las especies en las categorías I (<25 g) y III (>50-100 g) fue baja ($C_j < 0.472$), mientras que para las categorías II y IV, los valores de similitud oscilaron entre 0.545 y 0.778. Aunque como lo evidencia lo anterior hay una baja similitud en la composición de especies, esto no se refleja en una mayor o menor tamaño de estas entre los fragmentos, ya que el peso medio de las aves que en ellos habitan no presenta diferencias ($H = 1.0547$ $p = 0.5901$), ni entre las cuatro categorías de peso ($H \lll 1.17$ $p \ggg 0.55$) entre los fragmentos.

La abundancia media de las especies presentes en los tres fragmentos fue diferente ($H = 9,263$ $p = 0.009$). Estas diferencias se hicieron evidentes en las aves insectívoras ($H = 6.182$ $p = 0.045$), en las aves con peso menor a 25 g ($H = 8.764$ $p = 0.012$), y parcialmente en aquellas que presentan una baja dependencia por el bosque ($H = 5.164$ $p = 0.075$).

DISCUSIÓN

Son muchas las razones por las cuales la estructura y composición de la avifauna presente en tres fragmentos de bosque intervenido con tamaño disímil no son ni similares ni un subconjunto de la riqueza de especies del fragmento de mayor área. Parte de esto se explica desde la misma teoría de la biogeografía de islas (McARTHUR & WILSON, 1967), por el papel crucial que juegan las tasas de migración e inmigración relacionadas con las condiciones favorables para el movimiento de los organismos entre los fragmentos. Esto se evidencia en la matriz del paisaje en la que se encuentran estos, mientras que el FI actualmente está casi completamente aislado de otros bosques naturales de la zona (desde mediados de 1992); los fragmentos II y III se encuentran parcialmente conectados con otros



bosques a través de plantaciones forestales de *Pinus patula* y *Cupressus lucitanica* localizados en áreas protegidas, desde donde pueden colonizar y repoblar algunas especies capaces de moverse a través de la matriz.

Aunque esta investigación no evaluó la matriz del paisaje y sus efectos sobre las comunidades en los fragmentos, las diferencias registradas sobre la riqueza de especies y su abundancia podrían estar relacionadas con los efectos marcados que tiene ésta, como lo han registrado WETHERED & LAWES (2003).

Las diferencias en la composición de especies asociadas al sotobosque y altamente dependientes del bosque en los fragmentos, pueden estar asociadas a las condiciones de la matriz del paisaje antes descritas, debido a que este grupo de aves puede ver limitada su capacidad de dispersión por su comportamiento y especificidad de hábitat, como lo han registrado diversos autores (WILLIS, 1979; BIERREGAARD *et al.*, 1992; STOUFFER & BIERREGAARD, 1995a; SIEVING *et al.*, 1996; ANTONGIOVANNI & METZGER, 2005; CASTELLÓN & SIEVING, 2006). Este fenómeno en los fragmentos se ve mediado por el tipo de barrera que los aísla (camino o líneas de transmisión como lo han mencionado, DEVELEY & STOUFFER, 2001; GOOSEM, 1997; LAURANCE *et al.*, 2004), y la respuesta de las aves (algunas especies del sotobosque como *Basileuterus coronatus*, *Basileuterus tristriatus* y *Buarremon brunneinucha* cruzan caminos de hasta 7 m de amplitud, Obs. pers.). De allí que los fragmentos de mayor tamaño y aislados únicamente por caminos (FII y FIII) presenten casi el doble de especies que el fragmento pequeño, esto también es congruente con lo registrado en fragmentos en la Amazonia (STRATFORD & STOUFFER, 1999).

De igual forma, la matriz antropogénica del paisaje puede condicionar la riqueza de especies frugívoras en los fragmentos, ya que puede inhibir su movimiento (GRAHAM, 2001) y producir cambios en su estructura de tamaños (RESTREPO *et al.*, 1997), y afectar la persistencia de algunas de las aves frugívoras presentes, como lo han mencionado LOISELLE y BLAKE (1992) que necesitan moverse a través de grandes áreas para encontrar su alimento.

La baja similitud en la composición de especies insectívoras que forrajean en los troncos (familias Picidae y Furnariidae) en los fragmentos, está asociada posiblemente a respuestas diferentes de las especies de pícidos ante las características de la matriz del paisaje (VILLARD *et al.* 1999); mientras que *M. formicivorus* tolera una matriz muy alterada, *Piculus rubiginosus* prefiere los fragmentos grandes y área boscosas. Por otra parte, la casi ausencia de trepatroncos en el área de estudio, y su persistencia sólo en uno de los fragmentos de mayor tamaño, está posiblemente asociada con la necesidad de algunos integrantes de esta subfamilia (Dendrocolaptinae) por grandes extensiones de bosque natural, poco perturbados (JOHNELS &

Composición de la comunidad de aves en bosques fragmentados en la región de Santa Elena, Andes centrales colombianos

CUADROS, 1986) y a su alta vulnerabilidad ante la fragmentación a largo plazo (CASTAÑO & PATIÑO, 2000; CASTAÑO, 2004).

Aunque las aves nectarívoras y en especial los miembros de la familia Trochilidae han sido considerados como un grupo altamente resistente a las fragmentación y perturbación de su hábitat (STOUFFER & BIERREGAARD, 1995b; KATTAN *et al.*, 1994; RENJIFO, 1999; CASTAÑO & PATIÑO, 2000; RIBON *et al.*, 2003), en los dos fragmentos de mayor área se dio una baja similitud en la composición de especies con el más pequeño ($Cj_{FII} = 0.375$ y $Cj_{FIII} = 0.333$). Quizás esta diferencia esté asociada con algunas características de su comportamiento en relación con la búsqueda de alimento y territorialidad en los colibríes. Aunque en los tres fragmentos se presentan especies consideradas como ruteroseas de alta recompensa (*Phaethornis syrmatorphorus*, *Coeligena coeligena* y *Dorifera ludovicae*), es decir, aquellos que visitan flores que están muy dispersas en el bosque y que producen volúmenes grandes de néctar concentrado (MURCIA, 2002), en los fragmentos grandes se presentan un mayor número de especies territoriales que en el pequeño. Tal vez una mayor disponibilidad de alimento y de territorios condicione la presencia de colibríes en fragmentos de diferente tamaño. Ya que una mayor competencia intra e interespecífica de las especies que en él habitan puede conducir a cambios en sus dinámicas poblacionales, que consecuentemente puede ocasionar la desaparición de algunas de ellas.

Una mayor riqueza de especies asociada con una forma irregular en los fragmentos puede asociarse a un efecto de borde en hábitats perturbados, que puede tener consecuencias negativas para las especies del interior del bosque (BIERREGAARD *et al.*, 1992), pero favorables para las especies asociadas a ecotonos. En los bordes se da una amplia variedad de especies vegetales pioneras que ofrecen de manera constante frutos ricos en carbohidratos que en nuestro caso en particular se asocian a pequeños frugívoros generalistas de la familia Thraupidae, o a muchas aves nectarívoras que aprovechan las flores de plantas de las familias Ericaceae (gen. *Befaria* y *Cavendishia*) que crecen en la periferia.

Desde una perspectiva de conservación regional de la avifauna fue clave evidenciar las diferencias en la composición de especies presentes en los fragmentos, y que los fragmentos de mayor área (casi tres veces el área el de menor) no contienen en su totalidad a las especies en el fragmento más pequeño. Por tanto, si se desea cumplir con la representatividad y complementariedad necesaria para el diseño de un sistema de reservas periurbanas en la ciudad de Medellín, deben protegerse áreas boscosas de diversos tamaños, formas e historias de perturbación dentro de la matriz del paisaje antropogénico dominante. En este sentido, es importante



recalcar que estos fragmentos pueden actuar como fuente dentro de una perspectiva de metapoblaciones, importante al planificar la restauración de otros bosques dentro de la cuenca.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a Álvaro Lema Tapias, Jaime Vicente Estévez, Luisa Fernanda Lema, Juan Alejandro Morales y Gabriel Jaime Colorado por sus comentarios y sugerencias. A Nestor Raul Quiroz por su colaboración en la parte gráfica. A la Sociedad Antioqueña de Ornitología que aportó recursos para el desarrollo de la primera fase de esta investigación, de la cual participaron en la colección de datos de campo Alejandro Arias, Ana Castaño, Pablo Flórez, Carlos Delgado y Julio Saenz; así como a Tomás Cuadros Carvajal por su apoyo durante años de investigación. A la Universidad de Caldas que desde el proyecto *Conservación de la biodiversidad de los Andes en Colombia* ha permitido proseguir con estas investigaciones.

BIBLIOGRAFÍA

ANTONGIOVANNI, M., & METZGER, J.P., 2005. - Influence of the matrix habitats on the occurrence of insectivorous bird species in Amazonian forests fragments. *Biological Conservation*, 122:441-451.

BIERREGAARD, *et al.*, 1992. - The biological dynamics of tropical rainforest fragments. *BioScience*, 42(11): 859-866.

CASTAÑO, G.J., 2004.- Evaluación del Riesgo de Extinción de Aves en Hábitats Fragmentados a Largo Plazo Mediante el Análisis de sus Características Ecológicas: Tesis Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Sede Medellín.

_____, 2006. - Áreas protegidas, criterios para su selección y problemáticas en su conservación. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 10: 79-101.

CASTAÑO, G.J. & ARIAS, A., 1999. - *Evaluación de la avifauna de la microcuenca de la quebrada Santa Helena, zona centro oriental de Medellín*. Instituto para el Manejo Integral de la Cuenca del Río Medellín (Mi Río) - Sociedad Antioqueña de Ornitología. Medellín, 139 p.

CASTAÑO, G.J. & PATIÑO, J.C., 2000.- Cambios en la composición de la avifauna en Santa Helena durante el siglo XX. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente*, 15:137-161.

CASTELLÓN, T.D. & SIEVING, K.E., 2006. - An experimental test of matrix permeability and corridor use by an endemic understory bird. *Conservation Biology*, 20(1): 135-145.

DEVELEY, P. F. & STOUFFER P.C., 2001. - Effects of roads on movements by understory birds in mixed-species flocks in Central Amazonian Brazil. *Conservation Biology*, 15(5): 1416-1422.

Composición de la comunidad de aves en bosques fragmentados en la región de Santa Elena, Andes centrales colombianos

DUNNING, J.B., 1993.- *CRC Handbook of avian body masses*. CRC. Press, Boca Raton, Florida.

EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN, 1988. - *Cuenca de la quebrada Piedras Blancas: Estudio geomorfológico*. Empresas Públicas de Medellín.

ESPINAL, L.S., 1985. - *Geografía ecológica del departamento de Antioquia (Zonas de vida - Formaciones vegetales)*. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía*, 38.

GOOSEM, M., 1997. - Species Internal fragmentation: The effects of roads, highways, and powerline clearings on movements and mortality of rainforest vertebrates: 241 - 255 (en) LAURANCE, W.F. & BIERREGAARD, Jr. R.O. (eds). *Tropical forest remnants. Ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press. USA.

GRAHAM, C.H., 2001. - Factors influencing movement patterns of keel-billed toucans in a fragmented tropical landscape in Southern México. *Conservation Biology*, 15(6): 1789-1798.

HENAO, S., 1988. - *Introducción al manejo de cuencas hidrográficas*. Universidad de Santo Tomás. Centro de Enseñanza Desescolarizada. Ed. Usta, Bogotá.

HILTY, S.L. & BROWN, W.L., 1986. - *A guide to the birds of Colombia*. Princeton University Press. Princeton NJ.

INSTITUTO MIRÍO., 1998. - *Formulación y evaluación de ordenamiento y manejo integral de la cuenca de la quebrada Santa Helena, zona centro oriental de Medellín*.

JOHNELS, A. & CUADROS, T., 1986. - Species composition and abundance of bird fauna in a disturbed forest in the Central Andes of Colombia. *Hornero*, 12: 235-241.

KATTAN, G.H., 2001. - Extinción de especies y fragmentación del habitat en el Geotrópico: 205-206 (en) PRIMACK, *et al.*, (eds.) *Fundamentos de conservación biológica Perspectivas latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica, México D.F.

KATTAN, *et al.*, 1994. - Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. *Conservation Biology*, 8(1): 138-146.

LAURANCE, S.; STOUFFER, P.C. & LAURENCE, W.F., 2004. - Effects of road clearings on movement patterns of understory rainforest birds in Central Amazonia. *Conservation Biology*, 18(4): 1099-1109.

LOISELLE, B.A. & BLAKE, J.G., 1992. - Population variation in a tropical bird community: implications for conservation. *BioScience*, 42(11):838-845.

McARTHUR, R.H. & WILSON, E.O., 1967.- *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton NJ.

MURCIA, C., 2002. - Frugivoría: 531-558 (en) GUARIGUATA, M.R. & KATTAN, G.H. (eds). *Ecología y Conservación de bosques*. Ediciones LUR, Cartago, Costa Rica.

PATTON, D.R., 1975. - A diversity index for quantifying habitat edge. *Wildlife Society Bulletin* 394: 171-173.

PRIMACK, R.; ROZZI, R. & FEINSINGER, P., 2001. - Diseño de áreas protegidas: 477-496 (en) PRIMACK, *et al.*, (eds.) *Fundamentos de conservación biológica Perspectivas latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica, México D.F.



RAU, J. & GANTZ, A., 2001. - Fragmentación del bosque nativo del sur de Chile: efectos del área y la forma sobre la biodiversidad de aves. *Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile*, 72: 109-119.

RENJIFO, L.M., 1999. - Composition changes in Subandean avifauna alter long-term forest fragmentation. *Conservation Biology*, 13 (5):1124-1139.

REMSEN, *et al.*, 2007.- A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>.

RESTREPO, C.; RENJIFO, L.M. & MARPLES, P., 1997. - Frugivorous birds in fragmented neotropical montane forests: landscape pattern and body mass distribution: 171-189 (en) LAURANCE, W.F. & BIERREGAARD, R.O. Jr. (eds.). *Tropical forest remnants. Ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press. USA.

RIBON, R.; SIMON, J.E. & DE MATTOS, G.T., 2003. - Birds extinctions in Atlantic forest fragments of the Viçosa region, southeastern Brazil. *Conservation Biology*, 17(6): 1827-1839.

SIEVING, K.E.; WILLSON, M.F. & DE SANTO, T., 1996. - Habitat barriers to movements of understory birds in fragmented south-temperate rainforest. *Auk*, 113(4): 944-949.

STILES, F.G. & SKUTCH, A.F., 1989. - *A guide to the birds of Costa Rica*. Cornell University Press, Ithaca, New York

STOTZ, *et al.*, 1996. - *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press, Chicago.

STOUFFER, P. & BIERREGAARD, R. Jr., 1995a. - Use of Amazonian forest fragments by understory insectivorous birds. *Ecology*, 76(8): 2429-2445.

_____, 1995b. - Effects of forest fragmentation on understory hummingbirds in Amazonian Brazil. *Conservation Biology*, 9(5): 1085-1094.

STRATFORD, J.A. & STOUFFER, P.C., 1999.- Local extinctions of terrestrial insectivorous birds in a fragmented landscape near Manaus, Brazil. *Conservation Biology*, 13(6): 1416-1423.

TANNER, J., 1978. - *Guide to the study of animal populations*. The University of Tennessee Press Knoxville.

TORO, J.L., 2000.- *Árboles y arbustos del Parque Regional Arvi*. CORANTIOQUIA. Medellín.

URWIN, D., 1979. - *Introduction spatial analysis*. Methuen and Corporation, New York.

VILLARD, M.; TRZCINSKI, M. & MERRIAM, G., 1999.- Fragmentation effects on forest birds: relative influence of woodland cover and configuration on landscape occupancy. *Conservation Biology*, 13(4): 774-783.

WETHERED, R. & LAWES, M.J., 2003. - Matrix effects on bird assemblages in fragmented afro-montane forest in South Africa. *Biological Conservation*, 114: 327-340.

WILLIS, E.O., 1979. - The composition of avian communities in remanent woodlots in Southern Brazil. *Papéis Avulsos Zoologia do Estado de São Paulo*, 33(1): 1-25.

ZAR, J. H., 1999. - *Biostatistical Analysis*. New Jersey: Prentice Hall.

Composición de la comunidad de aves en bosques fragmentados en la región de Santa Elena, Andes centrales colombianos

Anexo 1. Composición de la avifauna presente en los tres fragmentos

Familia y Especie ^a	GT ^b -EF ^c -H ^d -PC ^e	Estatus ^f	Familia y Especie ^a	GT ^b -EF ^c -H ^d -PC ^e	Estatus ^f
Cracidae			Corvidae		
<i>Ortalis motmot</i>	Fr-Arb-BE-IV	FII-FIII	<i>Cyanocorax yncas</i>	In-Arb-E-III	FIII
<i>Chamaepetes goudotii</i>	Fr-Arb-B-IV	FI	Troglodytidae		
Odontophoridae			<i>Henicorhina leucophrys</i>	In-Sot-BE-I	FI-FII-FIII
<i>Odontophorus hyperythrus</i>	Fr/In-Sot-B-IV	FI-FIII	Turdidae		
Accipitridae			<i>Myadestes ralloides</i>	Fr-Arb-BE-II Fr/In-Arb-BE-IV	FI-FII-FIII FI-FII-FIII
<i>Accipiter striatus</i>	R-Arb-B-IV	FIII	<i>Turdus fuscater</i>		
Columbidae			Thraupidae		
<i>Patagioneas fasciata</i>	Fr-Arb-BE-IV	FII-FIII	<i>Hemispingus frontalis</i>	Fr/In-Arb-B-I	FII
<i>Geotrygon linearis</i>	Fr-Arb-B-IV	FIII	<i>Thraupis cyanocephala</i>	Fr/In-Arb-BE-II Fr/In-Arb-BE-I	FI-FII-FIII FII-FIII
Cuculidae			<i>Tangara labradorides</i>	Fr/In-Arb-BE-I	FIII
<i>Piaya cayana</i>	In-Arb-BE-IV	FI-FII-FIII	<i>Tangara nigroviridis</i>	Fr/In-Arb-BE-I	FIII
Strigidae			<i>Tangara vassorii</i>	Fr/In-Arb-BE-I	FI-FII
<i>Megascops choliba</i>	R-Arb-BE-IV	FI-FII-FIII	<i>Chlorospingus ophthalmicus</i>	Fr/In-Arb-BE-I Fr/In/N-Arb-BE-I	FI-FII-FIII FII-FIII
Trochilidae			<i>Diglossa cyanea</i>	Fr/In/N-Arb-BE-I	FI-FII-FIII
<i>Phaethornis syrmatorphorus</i>	N/In-Am-B-I	FII	<i>Diglossa albilatera</i>	Fr/In/N-Arb-BE-I	FI-FII-FIII
<i>Doryfera ludovicae</i>	N/In-Am-B-I N/In-Am-BE-I	FI	Emberizidae		
<i>Colibri thalassinus</i>	N/In-Am-BE-I	FIII	<i>Atlapetes rufinucha</i>	In-Arb-BE-II	FI-FII-FIII
<i>Colibri coruscans</i>	N/In-Am-E-I	FIII	<i>Buarremon brunneinucha</i>	Fr/In-Sot-BE-II	FII-FIII
<i>Adelomyia melanogenys</i>	N/In-Am-B-I N/In-Am-BE-I	FII-FIII FI-FII-FIII	Cardinalidae		
<i>Coeligena coeligena</i>	BE-I N/In-Am-BE-I	FIII	<i>Saltator atripennis</i>	Fr-Arb-BE-CIII	FIII
<i>Helianthus exortis</i>	BE-I	FII	Parulidae		
<i>Haplophaedia aureliae</i>	N/In-Am-BE-I	FI-FII-FIII	<i>Myioborus miniatus</i>	In-Arb-BE-I	FI-FII-FIII
<i>Ocreatus underwoodii</i>	N/In-Am-B-I	FI-FII-FIII	<i>Myioborus ornatus</i>	In-Arb-BE-I	FI-FIII

<i>Metallura tyrianthina</i>	N / In - Am - BE-I	FII-FIII	<i>Basileuterus coronatus</i>	In-Sot-BE-I	FI-FII-FIII
<i>Aglaiocercus kingi</i>	N/In-Am-E-I	FIII	<i>Basileuterus tristriatus</i>	In-Sot-B-I	FII-FIII
Trogonidae			Icteridae		
<i>Trogon collaris</i>	Fr/In-Arb-B-III	FII	<i>Hypopyrrhus pyrohypogaster</i>	Fr/In-Arb-BE-III	FIII
<i>Trogon personatus</i>	Fr-Arb-B-III	FI			
Momotidae					
<i>Momotus aequatorialis</i>	Fr/In-Arb-BE-IV	FI-FII-FIII			
Ramphastidae					
<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Fr-Arb-BE-IV	FI-FII-FIII			
Picidae					
<i>Colaptes rubiginosus</i>	In-Tr-BE-III	FII-FIII			
<i>Melanerpes formicivorus</i>	In-Tr-BE-III	FI-FII			
<i>Picoides fumigatus</i>	In-Tr-BE-II	FIII			
Furnariidae					
<i>Synallaxis azarae</i>	In-Sot-BE-I	FI-FII-FIII			
<i>Synallaxis unirufa</i>	In-Sot-E-I	FII			
<i>Thripadectes holostictus</i>	In-Tr-B-II	FII-FIII			
<i>Xenops rutilans</i>	In-Tr-B-I	FII			
<i>Lepidocolaptes lacrymiger</i>	In-Tr-BE-II	FII			
Thamnophilidae					
<i>Drymophila caudata</i>	In-Sot-E-I	FII			
Grallariidae					
<i>Grallaria ruficapilla</i>	In-Sot-BE-III	FII-FIII			
Rhinocryptidae					
<i>Scytalopus latrans</i>	In-Sot-BE-I	FI-FII-FIII			
Tyrannidae					

Composición de la comunidad de aves en bosques fragmentados en la región de Santa Elena, Andes centrales colombianos

<i>Phaeomyias murina</i>	I-Arb-E-I	FIII	^a Familia y especie. De acuerdo con REMSEN <i>et al.</i> (julio 8 de 2007). ^b Gremio Trófico: Frugívoro (Fr), Frugívoro-Insectívoro (Fr/In), Frugívoro-Insectívoro-Nectarívoro (Fr/In/N), Insectívoro (In), Nectarívoro-Insectívoro (N/In) y Rapaz (R). ^c Estrato de Forrajeo: Amplia (Am), Arbóreo (Arb), Sotobosque (Sot) y Troncos (Tr). ^d Hábitat: Bosques (B), Bordes (E) y Bosques-Bordes (BE). ^e Categoría de Peso Corporal: Categorías I: < 25 g; II: 25-50 g; III >50-100 g; y IV: >100 g. ^f Estatus: Presente en el Fragmento I (FI), Fragmento II (FII) y Fragmento III (FIII)
<i>Zimmerius chrysops</i>	Fr-Arb-E-I	FIII	
<i>Elaenia frantzii</i>	Fr-Arb-E-I	FIII	
<i>Mionectes striaticollis</i>	Fr-Arb-BE-I	FII	
<i>Leptopogon rufipectus</i>	In-Arb-E-I	FIII	
<i>Poecilatriccus ruficeps</i>	In-Arb-BE-I	FII-FIII	
<i>Hemitriccus granadensis</i>	In-Arb-E-I	FII	
<i>Pyrrhomyias cinnamomeus</i>	In-Arb-BE-I	FII-FIII	
<i>Myiarchus cephalotes</i>	In-Arb-BE-II	FI-FII-FIII	
Cotingidae			
<i>Ampelion rubrocristatus</i>	Fr-Arb-M-III	FI	
Vireonidae			
<i>Cyclarhis nigrirostris</i>	In-Arb-M-II	FI-FII-FIII	
<i>Vireo leucophrys</i>	In-Arb-M-I	FII	

