

ENSAMBLAJE DE AVES EN GRADIENTES BIOCLIMÁTICOS DEL BOSQUE SECO TROPICAL DEL TOLIMA

BIRD ASSEMBLAGE AT BIOCLIMATIC SLOPES ON TROPICAL DRY FORESTS OF TOLIMA'S DEPARTMENT

Juan Mauricio García-Delgado*, Sergio Losada-Prado

Grupo de Investigación en Zoología, Universidad del Tolima, Colombia.
jumagade@hotmail.com, slosada@ut.edu.co.

Recibido: Agosto 31 de 2013

Aceptado: Octubre 30 de 2013

*Correspondencia del autor. Grupo de Investigación en Zoología, Universidad del Tolima, Barrio Santa Helena Parte Alta.

Contacto. jumagade@hotmail.com.

RESUMEN

El bosque seco tropical (bs-T) es uno de los ecosistemas más amenazados en el neotrópico. Colombia solo cuenta con el 1.5% de su cobertura original de 80.000 km. y es un bosque altamente fragmentado. La mayor parte del bs-T remanente corresponde a la Guajira, seguido por la región seca del valle del río Magdalena que incluye parte del Tolima. Se buscó establecer si existen diferencias en los ensamblajes de aves entre zonas bioclimáticas en el bs-T del Tolima a través de la compilación de reportes realizados por varios autores en la zona seca del departamento. Para reducir variables e identificar zonas bioclimáticas en el bs-T de la zona se realizó un análisis de componentes principales (PCA) a 19 imágenes bioclimáticas de Worldclim con la herramienta Spatial Analyst de ArcGIS 10.0, que fueron posteriormente clasificadas con un análisis no supervisado de Weighted overlay y un análisis de máxima verosimilitud. Se detectaron dos zonas bioclimáticas contrastadas una hacia el centro y la otra que abarca parte del norte y sur del Tolima. En cuanto al ensamblaje de aves se encontraron reportes de 224 especies de paseriformes, de los cuales 47 (24,7%) fueron asociados únicamente a la zona central, 34 (19,3%) a la zona Norte y Sur y 143 (63,3%) compartidas. Al agruparlas especies únicas por gremios resalta el grupo de las insectívoras con 83% en la zona centro y 94% en la Norte y Sur; seguidas en la zona centro por frugívoros 9%. Estos datos sugieren la importancia de plantear clasificaciones bioclimáticas a lo largo del paisaje y es prudente no asumir las zonas de vida de manera categórica como una entidad homogénea que configura un paisaje.

Palabras clave. Análisis espacial, bosque seco tropical, aves, ensamblajes, bioclimático, fragmentación de bosque, conectividad.

ABSTRACT

In neotropics the tropical dry forest (bs-T) is one of the most threatened ecosystems. In Colombia, there is only about 1.5 % of its original coverage of 80,000 km and represents a highly fragmented ecosystem. In Colombia the largest remaining of tropical dry forest is located in La Guajira, followed by the dry region of the Valley of Magdalena River, which includes part of Tolima's department. Our aim was to establish differences in the bird assemblages between bioclimatic zones in the dry tropical forest of Tolima. Bird assembly was analyzed through the compilation of field studies carried out by different authors in Tolima's dry zones. In order to reveal bioclimatic differences and recognize the most significant variables in the tropical dry forest of Tolima's department, Spatial Analyst of ArcGIS 10 was used to make principal components analysis for the 19 images of Worldclim. Through this methodology two contrasted bioclimatic areas were detected, one at the center and the other which covers part of the north and south of Tolima's department. In these areas 224 species of passerine birds were detected, from those 47 (24.7 %) were reported in the central area 34 (19.3 %) in the North and South zone and 143 (63.3 %) were shared. By grouping the unique species by guilds highlights the group of the insectivorous with 83% in the downtown area and 94% in the North and South; followed for the downtown area by frugivores 9%. These data suggest the importance of addressing bioclimatic classifications on the landscape and it is prudent not to take life zones categorically as a homogeneous entity that forms a landscape.

Key words. Spatial Analysis, tropical dry forest, birds, assemblages, bioclimatic, forest fragmentation, forest connectivity.

INTRODUCCIÓN

Debido a la fertilidad de sus suelos el Bosque Seco Tropical es reconocido desde hace años como uno de los ecosistemas más amenazados del Neotrópico, siendo fuertemente transformado por las poblaciones humanas (18). En Colombia el Bosque seco Tropical se encuentra entre los tres ecosistemas más degradados, fragmentados y menos conocidos. Se estima que actualmente solo queda cerca del 1.5% de su cobertura original de 80.000 km². (17, 30). Para Colombia la mayor proporción restante de bosque seco tropical se encuentra en la Guajira, seguido por la región seca del valle del río Magdalena que incluye parte del Tolima. A pesar de esto no existen estrategias claras para la conservación de los bosques secos tropicales en nuestro país, un reflejo de esto es que ni siquiera están representados dentro del sistema nacional de áreas de conservación (30).

El departamento del Tolima tiene una riqueza de especies de avifauna de Bosque seco tropical que supera a la Costa Norte de Colombia y a países como Nicaragua, Costa Rica y México, registrándose 293 especies de aves (19). Una porción de esta avifauna está conformada por especies asociadas a bosque (Categoría ecológica I) que debido a la degradación de su hábitat, pueden estar en riesgo, requiriendo de planes de conservación que faciliten la conectividad del paisaje (19).

Existen diversos tipos de arreglos espaciales que pueden minimizar la fragmentación de hábitat, factores como el aislamiento de cada parche, la forma y el tamaño son

elementos que se deben tener en cuenta para el diseño de políticas de conservación en paisajes fragmentados. Herramientas como los Sistemas de Información Geográficos (SIG) han permitido evaluar estos arreglos e incluso han facilitado el modelamiento de escenarios que proporcionen un marco para la toma de decisiones hacia el manejo de un paisaje fragmentado (1, 25), como es el caso del bosque seco tropical del Tolima.

Los proyectos de conservación están dirigidos a la biodiversidad, por esta razón, es importante contar con información detallada del arreglo de las comunidades biológicas en el paisaje a analizar. Esto facilita la articulación de la información y mejora la pertinencia de las decisiones que se tomen con respecto al manejo de un paisaje. Por esto, nuestro objetivo fue establecer diferencias en los ensamblajes de aves entre zonas bioclimáticas en el bosque seco tropical del Tolima, lo que puede representar un marco de referencia facilitando la formulación de estrategias de conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta de datos de aves paseriformes.

Se recolectaron los datos de paseriformes de los compilados por Losada-Prado y Molina-Martínez (2011) (19) que incluye una revisión de datos de Losada-Prado et al. (2003, 2004, 2005a, 2005b, 2005c), Sánchez-Clavijo (2005), Molina-Martínez (2006), Molina-Martínez, Rodríguez (2007), Molina-Martínez et al. (2008a, 2008b), Parra-Hernández et al. (2007) y datos no publicados

de los muestreos posteriores al 2011 de los proyectos y monitoreos realizados por el Grupo de Investigación de Zoología de la Universidad del Tolima en bosque seco tropical (20), también se incluyeron datos de ebird (<http://ebird.org>), excluyendo todo dato que presentó inconsistencias en coordenadas o de identificación.

Datos variables bioclimáticas.

Se descargaron las 19 imágenes (raster) de variables bioclimáticas disponibles en worldclim (<http://www.worldclim.org/>) todas a 30 arc-segundos de resolución (1 km.). Para reducir el número de variables a las imágenes descargadas se les realizó un análisis de componentes principales con la herramienta Spatial analyst de ArcGIS 10.0. Al finalizar el análisis, para clasificar el paisaje se utilizó la herramienta Weighted overlay (W.O) donde se definió como porcentaje de influencia el valor explicativo de cada componente y como escala de valor una evaluación de 1 a 9, así se obtuvo una única imagen que resume las zonas bioclimáticas del Bosque seco tropical del Tolima. Para tener un control a la clasificación (W.O) se realizó un análisis clasificatorio de máxima verosimilitud (Maximum likelihood classification).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis bioclimático.

Las variables bioclimáticas mostraron alta correlación, por esta razón, del análisis de componentes principales conseguido con la herramienta Spatial analyst, se obtuvieron dos imágenes que resumen la variabilidad en un 70% para el primer componente y un 30% para el segundo (Anexo 1) de las 19 variables las que explicaban mayor variabilidad correspondieron a las estacionales (Estacionalidad de temperatura “Bio 4” y estacionalidad de precipitación “Bio 15”).

Las imágenes obtenidas del análisis de componentes principales se clasificaron a partir de la herramienta Weighted overlay de ArcGIS 10.0 y se obtuvo una imagen final que resume las zonas bioclimáticas del Bosque seco tropical del Tolima (Anexo 1). Para facilitar el contraste se realizó una clasificación de máxima verosimilitud donde se detectaron dos zonas contrastantes una ubicada hacia el centro del bosque seco tropical del Tolima y la otra hacia el Norte y el Sur del Tolima (Figura 1).

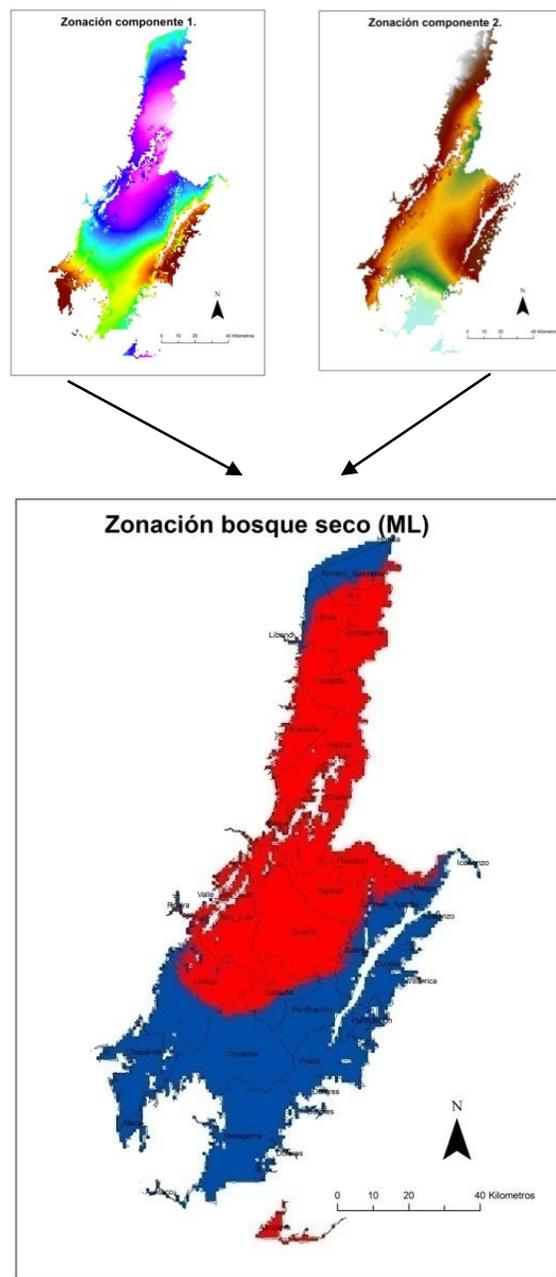


Figura 1. Resultados PCA y Weighted overlay

Ensamblajes de avifauna.

Se encontraron reportes de 224 especies de paseriformes en bosque seco tropical del Tolima, de los cuales 47 (24,7%) fueron reportados únicamente a la zona central, 34 (19,3%) a la zona Norte y Sur y 143 (63,3%) son compartidas (Tabla 1, Anexos 2 y 3). Agrupando las especies únicas por gremios resaltan el grupo de las insectívoras con 83% en la zona centro y 94% en la Norte y Sur; seguidas para la zona centro por frugívoros 9%(Figura 2.)

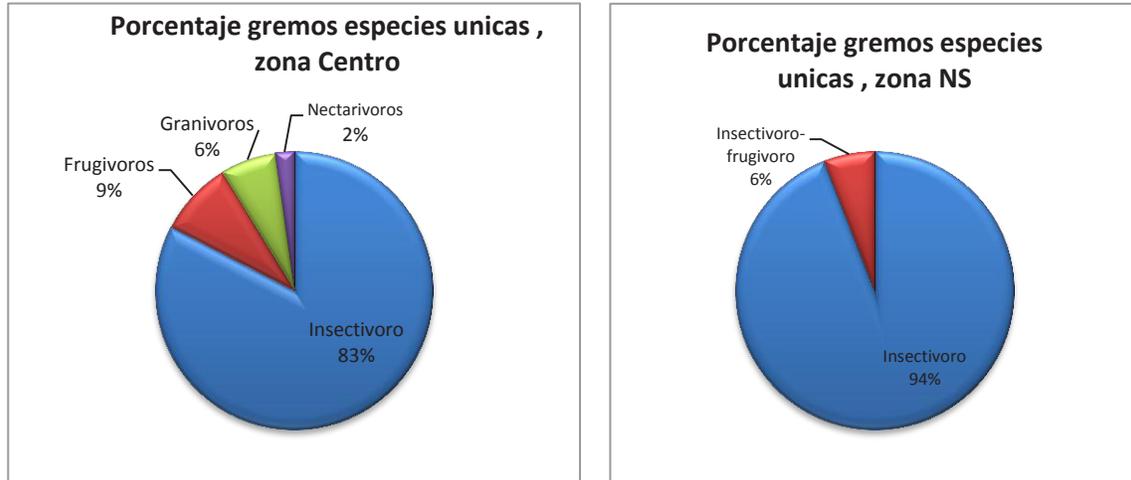


Figura 2. Porcentaje de especies únicas por gremios para cada zona.

Tabla 1. Resultados revisión paseriformes

	CENTRO	NORTE-SUR	COMPARTIDAS	TOTAL
ESPECIES ÚNICAS	47	34		
TOTAL	190	176	143	
PORCENTAJE	24,7	19,3	63,3	224

La zonación obtenida con la clasificación de máxima verosimilitud (M.L.) es muy similar a la determinada por el Weightedoverlay (W.O.). Para la clasificación por zonas de los ensamblajes se utilizó la de máxima verosimilitud ya que es consistente con la homogeneidad esperada hacia el Sur del departamento (Figura 1, Anexo 1). Una posible explicación para las zonación obtenida se debe al efecto que puede tener la cercanía de la cordillera oriental a la cara oriente de los municipios de Ambalema, Venadillo, Piedras, Coello, Flandes, Suarez y Melgar. En términos generales en la zona central se forma un valle extenso entre la cordillera Central y Oriental, este valle debe relacionarse directamente con características bioclimáticas de la zona, caso contrario ocurre en la porción Norte y Sur donde se forma un valle corto para cada unidad (Anexo 4).

Con respecto al ensamblaje de paseriformes se notaron diferencias para las dos zonas reportándose un alto porcentaje de especies únicas: zona central 24,7% y 19,3% zona Norte y Sur, esto sugiere que existe un contraste en la riqueza de especies entre zonas. Al agrupar las especies únicas de cada zona por familias presentan también diferencias, para la zona centro las familias más representativas son Tyrannidae 20% y Thraupidae 15%, seguido por Hirundinidae y Trochilidae con 7% cada

uno, de igual forma en la zona Norte y Sur las familias más representativas son Tyrannidae y Thraupidae con 15% cada uno seguido por Trochilidae y Picidae y Furnariidae 10% cada uno (Figura 3).

La riqueza de paseriformes presentó diferencias entre zonas bioclimáticas (Centro y Norte-Sur). Al analizar esto con datos de gremios (Figura 2) se puede sugerir que para el bs-T al igual que otras zonas secas la estacionalidad de los recursos limita la presencia de ciertas especies de aves para cada región bioclimática, especialmente para el gremio de los insectívoros (3), esto es coherente con la clasificación bioclimática realizada a partir del análisis de componentes principales donde la estacionalidad climática es la variable más explicativa y las diferencias en especies únicas de insectívoros para cada zona, esto puede deberse a la disponibilidad de recursos. Sin embargo, es necesario tener en cuenta otros factores como la cobertura de bosque especialmente para insectívoros terrestres, omnívoros y frugívoros y la conectividad del paisaje para Insectívoros de sotobosque y nectarívoros (24).

En América del Sur se han realizado estudios recientes que tratan de analizar ensamblajes de avifauna a partir de las variables bioclimáticas, recursos y hábitats iden-

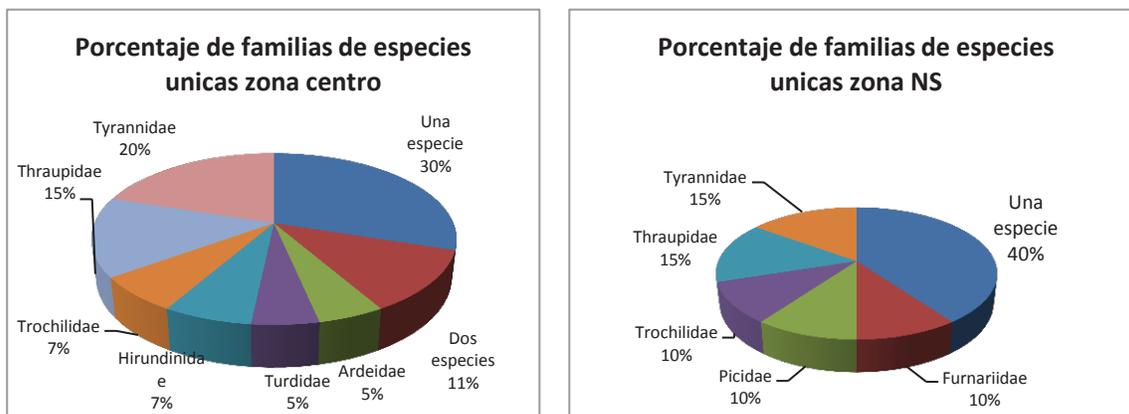


Figura 3. Familias representativas para especies únicas por zona.

tificados como relevantes, sin embargo no han llegado a clasificar el paisaje (7, 13, 26) de hecho, la estacionalidad afectan directa e indirectamente los ensamblajes de avifauna relacionado con la disponibilidad temporal de los recursos en ambientes semiáridos o áridos (3). Es importante aprovechar la identificación de los factores clave en la distribución espacial de los organismos y categorizar el paisaje. Esta clasificación tiene un gran potencial en biología de la conservación ya que facilita la toma de decisiones en la planeación ambiental del territorio, especialmente para aves sensibles a la variación climática, ya que en estas especies los esfuerzos de manejo forestal pueden ser poco eficientes si no tienen en cuenta datos climáticos (2).

CONCLUSIONES.

A partir de la clasificación bioclimática y el análisis de los ensamblajes de passeriformes en el bosque seco tropical del Tolima, se pueden identificar diferencias en la configuración de la comunidad entre zonas. Esto sugiere la importancia de plantear clasificaciones bioclimáticas a lo largo del paisaje y es prudente no asumir las zonas de vida de manera categórica como una entidad homogénea que configura un paisaje.

AGRADECIMIENTOS

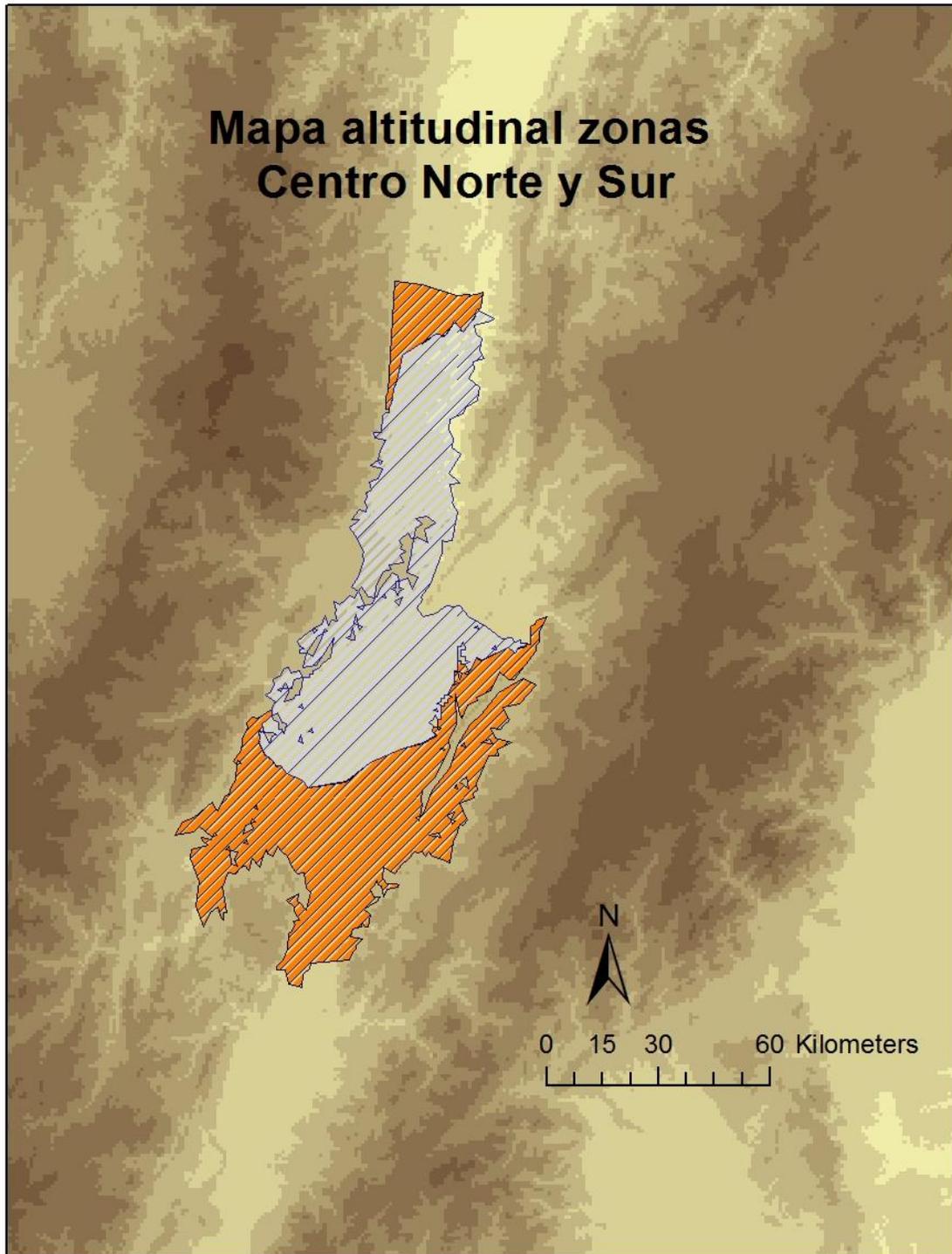
A la Universidad del Tolima y Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima por facilitar y apoyar el proyecto. Contribución #385 del Grupo de Investigación en Zoología, Universidad del Tolima (Colombia).

Anexo 2. Especies compartidas entre zonas Norte-Sur y centro del bosque seco tropical en el departamento del Tolima.

ESPECIES COMPARTIDAS			
<i>Arremonaurantirostris</i>	<i>Empidonaxvirescens</i>	<i>Myrmecizalongipes</i>	<i>Synallaxisalbescens</i>
<i>Arremonopsconirostris</i>	<i>Empidonomusvarius</i>	<i>Oporornisagilis</i>	<i>Synallaxisazarae</i>
<i>Arundinicolaleucocephala</i>	<i>Eucometispenicillata</i>	<i>Orochelidonmurina</i>	<i>Synallaxisbrachyura</i>
<i>Astragalinuspsaltria</i>	<i>Euphoniaconcinna</i>	<i>Oryzoborusangolensis</i>	<i>Tachycinetaalbiventer</i>
<i>Atalotriccuspilaris</i>	<i>Euphoniaalanirostris</i>	<i>Parkesianoveboracensis</i>	<i>Tachyphonusluctuosus</i>
<i>Basileuterusrufifrons</i>	<i>Euscarthmusmeloryphus</i>	<i>Phaeomyiasmurina</i>	<i>Tachyphonusrufus</i>
<i>Cacicus cela</i>	<i>Fluvicola pica</i>	<i>Phaeothlypisfulvicauda</i>	<i>Tangara cyanicollis</i>
<i>Camptostomaobsoletum</i>	<i>Formicivora grisea</i>	<i>Pheucticusludovicianus</i>	<i>Tangara gyrola</i>
<i>Campylorhamphustrochilirostris</i>	<i>Hemithraupisflavicollis</i>	<i>Pheugopediusfasciatoventris</i>	<i>Tangara inornata</i>
<i>Campylorhynchusgriseus</i>	<i>Hemitriccusmargaritaceiventer</i>	<i>Phyllomyiasnigrocapillus</i>	<i>Tangara vitriolina</i>
<i>Campylorhynchusnuchalis</i>	<i>Henicorhinaleucosticta</i>	<i>Piranga flava</i>	<i>Thamnophilusdoliatus</i>
<i>Cantorchilusleucotis</i>	<i>Hirundo rustica</i>	<i>Pirangaolivacea</i>	<i>Thraupisepiscopus</i>
<i>Catharusustulatus</i>	<i>Hylophilusflavipes</i>	<i>Piranga rubra</i>	<i>Thraupispalmarum</i>
<i>Cercomacranigricans</i>	<i>Icterusauricapillus</i>	<i>Pitangus lictor</i>	<i>Tiaris bicolor</i>
<i>Cercomacratyrannina</i>	<i>Icteruschrysater</i>	<i>Pitangussulphuratus</i>	<i>Tiarisobscurus</i>
<i>Certhiaxiscinnamomeus</i>	<i>Icterusmesomelas</i>	<i>Poecilotriccussylvia</i>	<i>Tiarisolivacea</i>
<i>Chiroxiphialanceolata</i>	<i>Icterusnigrogularis</i>	<i>Poliotilaplumbea</i>	<i>Todirostrumcinereum</i>
<i>Chrysomusicterocephalus</i>	<i>Leptopogonamaurocephalus</i>	<i>Progne chalybea</i>	<i>Tolmomyiasulphurescens</i>
<i>Cnemotriccusfuscatus</i>	<i>Lonchuramalacca</i>	<i>Progne tapera</i>	<i>Troglodytesaedon</i>
<i>Coerebaflaveola</i>	<i>Machetornisrixosa</i>	<i>Psarocoliusdecumanus</i>	<i>Turdusignobilis</i>
<i>Colonia colonus</i>	<i>Manacusmanacus</i>	<i>Pygochelidoncyanoleuca</i>	<i>Turdusleucomelas</i>
<i>Conirostrumleucogenys</i>	<i>Megarhynchuspintagua</i>	<i>Pyrocephalusrubinus</i>	<i>Tyrannuluselatus</i>
<i>Conopiasparvus</i>	<i>Molothrusbonariensis</i>	<i>Ramphocelusdimidiatus</i>	<i>Tyrannusmelancholicus</i>
<i>Coryphospinguspileatus</i>	<i>Mimusgilvus</i>	<i>Saltatorcoerulescens</i>	<i>Tyrannussavana</i>
<i>Cyanocoraxaffinis</i>	<i>Mionectesoleagineus</i>	<i>Saltatormaximus</i>	<i>Tyrannustyrannus</i>
<i>Cyclarhisgujanensis</i>	<i>Mionectesstriaticollis</i>	<i>Saltatorstriatipectus</i>	<i>Vireoleucophrys</i>
<i>Dacnis cayana</i>	<i>Mniotilta varia</i>	<i>Sayornisnigricans</i>	<i>Volatiniajacarina</i>
<i>Dacnislineata</i>	<i>Myiarchusapicalis</i>	<i>Schistochlamysmelanopsis</i>	<i>Wilsoniacanadensis</i>
<i>Dendroica fusca</i>	<i>Myiarchuscrinitus</i>	<i>Sicalisflaveola</i>	<i>Xenopsminutus</i>
<i>Dendroicapensylvanica</i>	<i>Myiarchustuberculifer</i>	<i>Sporophila intermedia</i>	<i>Xiphorhynchusguttatus</i>
<i>Dendroicapetechia</i>	<i>Myioborusminiatius</i>	<i>Sporophila minuta</i>	<i>Xiphorhynchuspicus</i>
<i>Dendroplexpicus</i>	<i>Myiodynastesmaculatus</i>	<i>Sporophilanigricollis</i>	<i>Zimmeriuschrysops</i>
<i>Donacobiusatricapilla</i>	<i>Myiopagisviridicata</i>	<i>Sporophilaschistacea</i>	<i>Zimmeriusvilissimus</i>
<i>Dysithamnusmentalis</i>	<i>Myiophobusfasciatus</i>	<i>Stelgidopteryxruficollis</i>	<i>Zimmeriusviridiflavus</i>
<i>Elaeniachiriquensis</i>	<i>Myiozetetesecayanensis</i>	<i>Streptoprocne rutila</i>	<i>Zonotrichiacapensis</i>
<i>Elaeniaflavogaster</i>	<i>Myiozetetessimilis</i>	<i>Sturnellamilitaris</i>	

Anexo 3. Especies únicas por zonas; Norte-Sur y centro del bosque seco tropical en el departamento del Tolima.

ÚNICAS NORTE-SUR		ÚNICAS CENTRO	
Contopuscinereus	<i>Oryzoborusfunereus</i>	<i>Ammodramushumeralis</i>	<i>Oncostomaolivaceum</i>
Contopusvirens	<i>Parulapitiayumi</i>	<i>Anabacerthiastraticollis</i>	<i>Oryzoboruscrassirostris</i>
Dendrocincla fuliginosa	<i>Pheugopediusrutilus</i>	<i>Anisognathussomptuosus</i>	<i>Pachyramphuscinnamomeus</i>
Dendroicacastanea	<i>Phyllomyiasgriseiceps</i>	<i>Arremonitorquatus</i>	<i>Pheugopediusgenibarbis</i>
Dendroicacstriata	<i>Phylloscartesophthalmicus</i>	<i>Basileuteruscoronatus</i>	<i>Protonotaria citrea</i>
Elaeniafrantzii	<i>Ramphocaenusmelanurus</i>	<i>Basileuterustristriatus</i>	<i>Ramphocelusflammigerus</i>
Elaeniaparvirostris	<i>Saltatoratripennis</i>	<i>Capsiempisflaveola</i>	<i>Rhytipternaholerythra</i>
Elaenia chiriquensis	<i>Saltatororenocensis</i>	<i>Contopusfumigatus</i>	<i>Ripariariparia</i>
Euphoniacianocephala	<i>Setophagaruticilla</i>	<i>Cyanocompsacyanoides</i>	<i>Saltatorgrossus</i>
Euscarthmus meloryphus	<i>Sicalisluteola</i>	<i>Cyanocoraxyncas</i>	<i>Serpophagacinerea</i>
Lathrotriccuseuleri	<i>Sturnella magna</i>	<i>Dendroicacerulea</i>	<i>Sporophila luctuosa</i>
Legatusleucophaeus	<i>Tersinaviridis</i>	<i>Diglossaalbilatera</i>	<i>Sternulasuperciliaris</i>
Lepidocolaptesaffinis	<i>Thamnophiluspunctatus</i>	<i>Elaeniapallatangae</i>	<i>Tangara heinei</i>
Margarornissquamiger	<i>Vireoflavoviridis</i>	<i>Gralliaruficapilla</i>	<i>Tangara vassorii</i>
Myiarchuspanamensis	<i>Xiphorhynchusobsoletus</i>	<i>Hemispingussuperciliaris</i>	<i>Thamnophilusatrinucha</i>
Myiarchusvenezuelensis	<i>Xiphorhynchussusurrans</i>	<i>Lepidocolapteslacrymiger</i>	<i>Thamnophilusmultistriatus</i>
Myiophobusflavicans	<i>Xyphorhynchusgutatus</i>	<i>Lepidocolaptesouleyetii</i>	<i>Thraupiscyanocephala</i>
		<i>Leptopogonsuperciliaris</i>	<i>Tiarisfuliginosus</i>
		<i>Machetornisrivosus</i>	<i>Tityrainquisitor</i>
		<i>Microcerculusmarginatus</i>	<i>Todirostrumnigriceps</i>
		<i>Molothrusoryzivorus</i>	<i>Trogonpersonatus</i>
		<i>Myiarchuscephalotes</i>	<i>Turdusfuscater</i>
		<i>Myiodynastesluteiventris</i>	<i>Vireoolivaceus</i>
		<i>Myrmecizaexsul</i>	



Anexo 4. Mapa altitudinal del bosque seco tropical por zonas (Centro y Norte-Sur) del Tolima.

BIBLIOGRAFIA

1. Aguilera F., Talavera R. Valoración de escenarios futuros a través de la conectividad del paisaje, Observatorio Medioambiental, Universidad Complutense de Madrid. 2009.
2. Archaux F., Bakkaus N., Relative impact of stand structure, tree composition and climate on mountain bird communities. *Forest Ecology and Management*. 2007.
3. Blendinger P.G., Abundance and diversity of small-bird assemblages in the Monte desert, Argentina, *Journal of Arid Environments*. 2005.
4. Castro H. Bases técnicas para el conocimiento y manejo de los suelos del valle cálido del alto Magdalena. Corporación colombiana de investigación agropecuaria, Corpoica. 1996.
5. CORPOICA. Zonificación de 150.000 hectáreas de zonas secas en el departamento del Tolima. El Espinal, Colombia. p. 133. 2008.
6. Crooks KR. Sanjayan M. *Connectivity Conservation* Cambridge University Press. United Kingdom. 2006.
7. Dias, R. A., Bastazini V. A . Gonçalves, M. S. S., Bonow F. C., Müller, S. C. Shifts in composition of avian communities related to temperate-grassland afforestation in southeastern South America *Iheringia. Série Zoológica*. 2013.
8. Espinal, L.S. Geografía ecológica del departamento de Antioquia. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía* 1985; 38:24-39
9. ESRI, 2009, ARCGIS 10.0, ESRI:Redlands, California.
10. Eva, H.D., Belward, A.S., De Miranda, E.E., Di Bella, C.M., Gond, V., Huber, O., Jones, S., Sgrenzoli, M., Fritz, S., A land cover map of South America. *Global Change Biol*. 2004; 10, 731–744
11. Fahrig L. Effects of habitat fragmentation on Biodiversity. *Evolution, and Systematics, Annual Review of Ecology*, 2003; 34: 487-515.
12. Fieker, C.Z., Reis, M.G., Dias F. Structure of bird assemblages in dry and seasonally flooded grasslands in Itirapina Ecological Station, São Paulo state. 2013.
13. Gasparri N. I., Grau H. R. Deforestation and fragmentation of Chaco dry forest in NW Argentina (1972–2007) *Forest Ecology and Management* 2009; 258 913–921.
14. García-Feced C., S. Saura , R. Elena-Rosselló. Improving landscape connectivity in forest districts: A two-stage process for prioritizing agricultural patches for reforestation *Forest Ecology and Management* 2011; 261 154–161.
15. Harvey C A. Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Santo Domingo de Heredia (Costa Rica) Editorial INBio. 2008.
16. Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones and A. Jarvis,. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 2005; 25: 1965-1978.
17. IAVH. El Bosque seco Tropical en Colombia. Instituto Alexander von Humboldt Programa de Inventario de la Biodiversidad Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA. 1998.
18. Janzen, D.H. Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. *Ann. Missouri Botanical Garden*, 1988; 75: 105-116.
19. Losada-Prado S. Molina-Martínez, Y.G. Avifauna del bosque seco tropical en el Departamento del Tolima (Colombia): análisis de la comunidad. *Caldasia*. 2011; 33(1):271-294.
20. Losada-Prado S., Carvajal-Lozano A. M. ,Molina-Martínez Y.G. Listado de especies de aves de la cuenca del río Coello(Tolima, Colombia). *Biota Colombiana*. 2005; 6 (1)
21. MacArthur, R.H. & Wilson, E.O. An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution*, 1963; 17,373–387.
22. MacArthur, R.H. & Wilson, E.O. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press , New Jersey. 1967.
23. Manojit R, Harding K, Holt R D. Generalizing Levins metapopulation model in explicit space: Models of intermediate complexity. *Journal of Theoretical Biology* 2008; 255 152–161
24. Martensen A. C., Pimentel R. G., Metzger J. P. Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: Implications for conservation, *Biological Conservation*. 2008.

25. Neville D. C., Brett A. B. Systematic landscape restoration using integer programming, *Biological conservation*, 2006; 128
26. Noss R.F.; Beier P. Do habitat corridors provide connectivity?. *Conservation Biology*. 1998; 12
27. Ojeda J., Suazo C. G, Rau J. R. Ensemble estacional de aves marinas en la pesquería del palangre artesanal de la merluza austral *Merluccius australis*, en canales subantárticos de Chile. *Revista de biología marina y oceanografía*, 2011; 46(3), 443-451.
28. Quimbayo-Guzmán L. C. Determinación del estado de fragmentación del bosque seco tropical (bs-t) en las zonas secas del centro del departamento del Tolima, con el fin de identificar áreas de interés para la conservación. Trabajo de grado. Universidad del Tolima. 2009.
29. Peterson A. T., Soberón J., Pearson R. G., Anderson R. P., Martínez-Meyer E., Nakamura M., Araújo M. B. *Ecological Niches and Geographic Distributions*. Princeton University press. USA. 2011.
30. Rodríguez, N., D. Armenteras, Morales M., Romero M. *Ecosistemas de los Andes colombianos*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. 2004.
31. Sala, O.E., Chapin III, F.S., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, Dirzo, R., Huber Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.M. Mooney, H.A., Oesterheld, M., Proff, N.L., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M., Wall, D.H., *Global biodiversity scenarios for the year 2100*. *Science* 2000; 287, 1770–1774.
32. Pielke, R.A., Marland, G., Betts, R.A., Chase, T.N., Eastman, J.L., Niles, J.L., Niyogi, D.D.S., Running, S.W., *The influence of land-use change and landscape dynamics on the climate system: relevance to climate-change policy beyond the radiative effect of greenhouse gases*. *Philos. Trans. R. Soc. Lond.* 2002; 360, 1705–1719.
33. Wilcove DS, McLellan CH, Dobson AP. (1986). *Habitat fragmentation in the temperate zone*. In *Conservation Biology*, ed. ME Soulé, Sunderland, MA: Sinauer. 1986; 237-56.
34. World clim, recuperado en Marzo 13 de 2012 de <http://www.worldclim.org/>
35. Ebird, Recuperado en Abril 11 de 2012 de <http://ebird.org>.