

# Diversidad de avifauna en paisajes rurales de la cuenca del río La Vieja, Eje Cafetero de Colombia

Elsa Lorena Sánchez Gómez<sup>1</sup>, Juan Carlos Camargo García<sup>2</sup>

## Resumen

Con el propósito de buscar relaciones entre la estructura del paisaje y los usos de la tierra asociados, en este trabajo se evalúa la función de la avifauna como un bioindicador de la oferta de bienes y servicios ecosistémicos en sistemas productivos con distintos arreglos espaciales en la cuenca baja del río La Vieja (Colombia). Se incluyeron sistemas ganaderos convencionales, silvopastoriles y agroforestales, aledaños todos a fragmentos de bosques de guadua. Se evaluó la diversidad (abundancia y riqueza) y similitud de los sistemas productivos en cuanto a la presencia de avifauna. Los mayores valores de diversidad y abundancia se encontraron en los sistemas silvopastoriles conectados con fragmentos de bosque de guadua.

**Palabras clave:** *Guadua angustifolia*; bosque fragmentado; animales indicadores; servicios ecosistémicos; utilización de la tierra; sistemas silvopascícolas; río La Vieja; Colombia.

## Abstract

**Birdlife diversity in rural landscapes on La Vieja River watershed, Colombian coffee region.** In order to look for relationships between landscape structure and associated land uses, the role of birdlife was assessed as a bioindicator of ecosystem services and goods supply in farming systems with different spatial arrangements in La Vieja River watershed (Colombia). Conventional livestock, silvopastoral and agroforestry systems close to bamboo forest fragments were included in the analysis. Birdlife diversity (abundance and richness) and similarity among production systems was evaluated. The highest values of diversity and abundance were found in silvopastoral systems connected with bamboo forest fragments.

**Keywords:** *Guadua angustifolia*; fragmented forest; animals indicators; ecosystem services; land use; silvopastoral systems; La Vieja river; Colombia.

<sup>1</sup> Administradora Ambiental, Especialista en Gestión Ambiental. Joven Investigadora Colciencias 2013-2014

<sup>2</sup> Agrólogo, PhD, Ciencias Forestales. Director Grupo de Investigación en Agroecosistemas Tropicales Andinos GATA. Docente/Investigador Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira.

## Introducción

En las últimas décadas, el uso del suelo en la zona cafetera colombiana ha sufrido cambios drásticos. El boom del café, junto con las prácticas de la revolución verde, hizo que se perdiera buena parte de la estructura vegetal nativa y asociada a los cultivos. Tras la crisis cafetera, la actividad pecuaria tomó fuerza y llegó a ocupar el 34% del territorio nacional (38,8 millones ha) y 23,5 millones de cabezas de ganado (Fedegan 2012). En el límite interdepartamental entre Risaralda, Quindío y Valle, este proceso de cambio de uso del suelo ha sido bastante fuerte; actualmente existen 41.158 ha bajo pasturas (Camargo et al. 2007) y

siguen aumentando. Como actividad económica, la ganadería se ha fortalecido por la certidumbre en la productividad –certeza que no brindan los cultivos ante la variabilidad climática actual y la necesidad de mano de obra.

La expansión de la ganadería ha afectado regiones de alta importancia ecológica, como los bosques andinos y los bosques secos, que se han reducido a niveles críticos (Etter 1993, McAlpine et al. 2009). El desarrollo de esta actividad económica ha generado una serie de impactos negativos sobre el medio ambiente (Steinfeld et al. 2006), como el aumento progresivo de áreas deforestadas y erosionadas, la contaminación de fuentes hídricas

por residuos orgánicos y de síntesis química y el aumento de emisiones de gases de efecto invernadero, entre otras. En la zona cafetera de Colombia, esta situación ha generado una mayor fragmentación de los relictos de bosques dominados por la especie de bambú *Guadua angustifolia* (guadua) entre los 900 y 2000 msnm y, por lo tanto, ha aumentado la presión sobre ellos (pe. Arango y Camargo 2010, Arango et al. 2010, Camargo y Cardona 2005).

Sin embargo, la sumatoria de esfuerzos desde distintos ámbitos plantea estrategias para disminuir los impactos de la actividad ganadera; entre ellas, los arreglos silvopastoriles que incluyen distintos estratos de vegetación: árboles, arbustos, pastos y arvenses plantados como cercas vivas o barreras rompevientos. Estas estrategias proveen estructuras físicas, recursos y hábitat para albergar especies de plantas y animales nativos que se asocian a los sistemas productivos (Zulúaga et al. 2011).

Por otra parte, los procesos de reconversión de los sistemas ganaderos convencionales implican no solo un cambio en la estructura para mejorar la producción, sino también la recuperación de la biodiversidad para mejorar la oferta de los bienes y servicios ecosistémicos a distintas escalas. En la zona de estudio se han registrado distintas experiencias que resaltan la importancia de los sistemas silvopastoriles y la posibilidad de reparar la conectividad entre fragmentos de bosque (Dossman et al. 2009; Camargo et al. 2000, 2007).

Moonen y Bárberi (2008) trabajaron con bioindicadores para determinar el estado de los ecosistemas; en este trabajo se explora el uso de la avifauna con el mismo fin. Las aves participan en procesos ecológicos relacionados con la polinización, la dispersión de semillas y el control biológico de insectos y/o plagas; por lo tanto, detectar los cambios en las poblaciones de aves permite inferir el estado de los ecosistemas. En



Foto: Elsa Lorena Sánchez

Los sistemas silvopastoriles conectados con fragmentos de bosques de guadua tienen características estructurales y funcionales importantes para la permanencia de la avifauna

este estudio se evaluó la abundancia, riqueza y similitud de la avifauna entre distintos usos del suelo, con diferentes estructuras y grados de conectividad entre fragmentos de bosques de guadua, con el propósito de establecer su utilidad como indicador del estado actual de estos ecosistemas.

### El área de estudio

Este trabajo se realizó en la cuenca del río La Vieja, un paisaje rural heterogéneo en el que se alternan diversos usos del suelo. El sitio alberga múltiples especies silvestres que denotan la calidad de los espacios. Dentro de esta cuenca, se escogieron lugares con características climáticas, altitudinales y topográficas muy similares, pero con estructuras y arreglos de uso del suelo y coberturas vegetales bastante diferentes. Las áreas de observación de la avifauna se ubicaron en cuatro fincas:

1. Finca Yarima, municipio de Pereira, departamento de Risaralda. Se ubica a 1150 msnm; cuenta con un área aproximada de 26 ha de bosques de guadua; se cultivan cítricos, piña y pasturas. Estos dos últimos usos se asocian con árboles; además, los fragmentos de bosque de guadua atraviesan el predio. La finca está bastante cercana a terrenos de expansión urbana del municipio de Pereira y colinda con accesos viales y parcelaciones.
2. Finca Pinzacuá, municipio de Alcalá, departamento de Valle del Cauca. Se ubica a 1200 msnm; tiene un área de 45 ha bajo uso pecuario con diferentes arreglos silvopastoriles en donde predominan los árboles dispersos. Estos sistemas se conectan con fragmentos de bosques de guadua y barbechos ubicados cerca de los drenajes. La finca está bastante cercana al casco urbano del municipio.
3. Núcleo forestal de guadua La Esmeralda (conformado por

ocho fincas sobre los 1250 msnm), municipio de Montenegro, departamento de Quindío. Predominan los cultivos de plátano, banano, café y ahuyama; además cuenta con un área aproximada de 10 ha de bosques de guadua que bordean los drenajes.

4. Finca Nápoles, municipio de Montenegro, departamento de Quindío. Se ubica a 1200 msnm; el principal uso comercial del suelo son las pasturas sin árboles, aunque los fragmentos de bosque de guadua suman cerca de 200 ha.

### Metodología empleada

En cada área evaluada se delimitaron los diferentes usos del suelo y los fragmentos de bosque de guadua con un GPS. Mediante el paquete informático ArcGis 10 se definieron aleatoriamente entre cinco y diez puntos de observación en cada finca. El número exacto de puntos dependió de la diversificación de usos alrededor de los fragmentos de bosque. Se buscó que cada punto tuviera un radio de observación de 25 m<sup>2</sup> (Hutto et al. 1986). Además, al interior de los bosques se realizó un muestreo por transectos de 15 m de longitud (en especial en Yarima y La Esmeralda), donde se hicieron observaciones *ad libitum*. En general, las jornadas de muestreo correspondieron a las franjas horarias de mayor actividad de las aves: entre 6:00-10:00 y 16:00- 18:00 para aumentar las probabilidades de avistamiento. El tiempo de observación en cada punto de muestreo fue de 15 a 20 min, con cuatro a cinco repeticiones por punto.

Los registros de observación de las especies de aves se confrontaron con las guías de campo para Colombia de Hilty y Brown (1986), McMullan et al. (2010), Rodríguez y Hernández (2002); los nombres fueron actualizados con las listas de chequeo para Suramérica del American Ornithologists' Union (2014), el listado de especies ame-

nazadas en Colombia (Renjifo et al. 2002), la resolución de especies silvestres amenazadas en el territorio nacional (MADS 2010) y con los listados en línea de la UICN (2014) y el AOU (2014). Además, se consultaron los listados CITES 2014 (Apéndices I, II y III) sobre el comercio de especies para evaluar la procedencia de las especies. Otras herramientas utilizadas para la identificación de las especies fueron los binoculares, cámara fotográfica, grabadora de sonido, así como fichas de registros de campo.

Para el análisis de la información de las poblaciones registradas en las diferentes áreas de muestreo se calcularon índices de riqueza y diversidad alfa con las fórmulas de Shannon y Margalef que forman parte de la librería Vegan del paquete informático R 3.1.0. y el índice de similitud Jaccard con el paquete informático EstimateS 9.1.0.

$$\text{Índice de Shannon } H' = - \sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i$$

donde,

S = Número de especies

P<sub>i</sub> = Proporción de individuos de la especie/total de individuos n<sub>i</sub>/N

n<sub>i</sub> = Número de individuos de la especie

$$\text{Índice de Margalef } -d = (s-1) / \ln N$$

donde,

I = Diversidad

S = Número de especies

N = Número total de individuos

$$\text{Índice similitud de Jaccard } I_j = C / (a+b-c)$$

donde,

a = Número de especies en A

b = Número de especies en B

c = Número de especies en A y B

### Resultados y discusión

## Abundancia de especies y familias

En total se identificaron 2642 individuos de 115 especies de aves distribuidas en 33 familias en los cuatro sitios de estudio. En Pinzacuá se registraron 28 familias con 89 especies y 1069 individuos. En La Esmeralda se avistó la misma cantidad de familias pero con 73 especies y 518 individuos. En Yarima, las familias reconocidas fueron 26 distribuidas en 68 especies y 863 individuos y en la zona de muestreo Nápoles se contaron diez familias con 16 especies y 192 individuos. En términos de abundancia, para once de las familias solo se registró una especie y dos especies para nueve de las familias (Cuadro 1). La familia Tyrannidae mostró la mayor diversidad, con 19 especies, lo cual la confirma como una de las más diversas del país.

Las especies más frecuentemente registradas en la finca Pinzacuá fueron *Columbina talpacoti*, *Columbina minuta* (Columbidae) y *Thraupis episcopus* (Thraupidae), aunque de once especies solo se registró un avistamiento; entre ellas, *Phaeothlypis fulvicauda* (Parulidae), *Xiphorhynchus susurrans* (Dendrocolaptinae), *Camptostoma obsoletum*, *Leptopogon superciliaris* y *Tyrannulus elatus* (Tyrannidae), *Pachyramphus rufus* (Tityridae), *Sporophila schistacea* (Emberizidae) y *Eucometis penicillata* (Thraupidae). En Pinzacuá se registraron 180 indi-

viduos de la familia Tyrannidae. Esta gran presencia se debe, posiblemente, a las condiciones propicias para la alimentación (insectos) y la estructura físico-natural para la percha; es decir que los sistemas silvopastoriles ofrecen condiciones apropiadas para albergar a esta familia.

En La Esmeralda, las especies más abundantes fueron *Tyrannus melancholicus* (Tyrannidae) y *Thraupis episcopus* (Thraupidae); de trece especies solo se tuvo un avistamiento. Entre estas especies estuvieron *Synallaxis brachyura* (Furnariidae), *Picumnus granadensis* (Picidae), *Crypturellus soui* (Tinamidae), *Phaethornis striigularis* y *Heliomaster longirostris* (Trochilidae).

En Yarima nuevamente se registró a *Thraupis episcopus* (Thraupidae) como la especie más abundante, aunque se observaron seis especies con tan solo un individuo; entre ellas, *Pulsatrix perspicillata* (Strigidae), *Glaucis hirsutus* (Trochilidae), *Ramphocelus flammigerus* (Thraupidae) y *Piranga rubra* (Cardinalidae).

Tanto en La Esmeralda como en Yarima, donde predominan los bosques de guadua en los bordes de los cultivos y pasturas, las especies de la familia Tyrannidae son abundantes: 13 especies y 134 individuos en La Esmeralda y 10 especies y 175 individuos en Yarima. En segundo término apareció la familia Emberizidae, con

cinco especies en La Esmeralda y la familia Thraupidae, con diez especies en Yarima. La oferta de frutas para satisfacer la demanda alimentaria pudiera responder por la presencia de estas familias.

En el área predominante de pasturas de la hacienda Nápoles, las especies más abundantes fueron *Sicalis flaveola* y *Sporophila minuta* (Emberizidae). De esta familia se registraron cinco especies de un total de 16 especies encontradas. Esta familia se alimenta a base de semillas, de las cuales hay una oferta permanente en los pastizales.

Con estos primeros resultados es posible identificar la distancia entre los diferentes usos del suelo y su relación con los bosques de guadua. La comparación de resultados entre dos sitios de pasturas –Nápoles y Pinzacuá demuestra que en donde hay sistemas silvopastoriles y guaduales aledaños, la presencia y diversidad de aves es mayor, ya que la oferta alimenticia en potreros sin árboles reduce las posibilidades de permanencia de las aves. En la finca Pinzacuá, los sistemas silvopastoriles apoyan estructural y funcionalmente las dinámicas de los bosques de guadua y dan albergue a algunas especies de paso en la zona.

## Diversidad y similitud de especies entre fincas

En general, la cuenca del río La Vieja es hoy el resultado de la transformación del paisaje, ya que a lo largo de su trazado hídrico presenta mosaicos de diversos usos y arreglos espaciales como bosques, cultivos y parcelaciones, los cuales ejercen diversas funciones. Para este estudio son de interés aquellos que favorecen la presencia de la avifauna como bioindicador del estado de conectividad entre fragmentos de bosques de guadua.

Los índices de Shannon (S) y Margaleff (M) mostraron un patrón de comportamiento muy claro en la Hacienda Nápoles (S= 2,77) (M=

**Cuadro 1.** Cantidad de especies registradas por familia

Familias	No. especies
Accipitridae, Cathartidae, Charadriidae, Estrildidae, Falconidae, Polioptilidae, Rallidae, Strigidae, Tinamidae, Tityridae y Troglodytidae,	1
Ardeidae, Cardinalidae, Furnariidae, Hirundinidae, Icteridae, Momotidae, Threskiornithidae, Turdidae y Vireonidae	2
Apodidae, Fringillidae, Psittacidae Y Thamnophilidae	3
Dendrocolaptinae Y Parulidae	4
Columbidae, Cuculidae Y Picidae	5
Trochilidae	8
Emberizidae	10
Thraupidae	14
Tyrannidae	19

2,853), en comparación con el sistema silvopastoril de Pinzacuá (S= 4,48) (M= 12,617) y valores cercanos entre los bosques de guadua de La Esmeralda y Yarima (S= 4,29 y 4,21) (M= 11,520 y 9,911), respectivamente.

En concreto, estos índices demuestran que el sitio con predominio de pasturas (Nápoles) registró la menor riqueza, abundancia y diversidad de especies de aves, en comparación con el sitio con predominio de sistemas silvopastoriles (Pinzacuá), pues las pasturas sin árboles son estructuras homogéneas que responden a una matriz simple. El Núcleo Forestal La Esmeralda y la finca Yarima presentaron valores de diversidad muy similares (Cuadro 2), aunque la distribución y conexión entre cultivos y fragmentos de bosque de guadua son realmente diferentes.

De acuerdo con los índices de diversidad de Shannon y Margaleff, los valores más altos se obtuvieron no necesariamente en donde los fragmentos de bosques de guadua tenían la mayor área sino, más bien, en coberturas de borde con un componente arbóreo abundante y buena conectividad entre fragmentos de bosque. El índice de similitud de Jaccard, por su parte, arrojó valores entre 0,085 y 0,603 (Cuadro 3). Se confirmó la ausencia de conectividad entre la finca Nápoles y los bosques de guadua de La Esmeralda (0,085) a pesar de encontrarse muy cercanos geográficamente. La similitud entre los otros sitios no tiene que ver tanto con la cercanía geográfica y la posibilidad de conectividad entre fragmentos de bosques de guadua, sino con la conectividad a lo interno de cada uno de los sistemas agrícolas y pecuarios encontrados, en donde la presencia de árboles hace que la cobertura se vuelva más compleja.

La similitud media entre Pinzacuá, Yarima y Esmeralda, con valores entre 0,539 y 0,603, indica que los sistemas silvopastoriles,

**Cuadro 2.** Índices de diversidad alfa para cada sitio

Criterios	Pinzacuá	Nápoles	Esmeralda	Yarima
N° familias	28	10	28	26
N° especies	89	16	73	68
N° individuos	1069	192	518	863
Índice de Shannon	4,48	2,77	4,29	4,21
Índice de Margaleff	12,617	2,853	11,520	9,911

**Cuadro 3.** Índice de similitud de Jaccard

	Esmeralda	Nápoles	Pinzacuá	Yarima
Esmeralda		0,085	0,603	0,584
Nápoles	0,085		0,105	0,105
Pinzacuá	0,603	0,105		0,539
Yarima	0,584	0,105	0,539	

\* Los valores más cercanos a 1 indican mayor similitud entre sitios.

**Cuadro 4.** Número de especies compartidas entre sitios

Comparación entre sitios		Especies compartidas
Esmeralda	Nápoles	7
Esmeralda	Pinzacuá	61
Esmeralda	Yarima	52
Nápoles	Pinzacuá	10
Nápoles	Yarima	8
Pinzacuá	Yarima	55

como arreglo espacial, tienen características estructurales y funcionales en la conectividad de borde de los bosques de guadua, importantes para la permanencia de la avifauna.

Los registros de las especies en las diferentes áreas de muestreo mostraron diversas compatibilidades (Cuadro 4) específicamente entre Esmeralda/Pinzacuá, Yarima/Pinzacuá y Esmeralda/Yarima, lo cual refuerza la idea de conectividad entre los fragmentos de bosque de guadua y los sistemas silvopastoriles.

#### Endemismo, migración y categorías de amenaza

El endemismo denota una serie de características propias de un país o región que hacen que la distribución natural de una especie se reduzca a a un ámbito geográfico específico y, en consecuencia, tales ecosistemas se vuelven de particular importancia para la conservación. Entre las especies registradas con este estudio se identificaron dos especies

endémicas: el carpintero *Picummus granadensis* (Picidae), avistado en Pinzacuá y en La Esmeralda, y la tångara *Ramphocelus flammigerus* (Thraupidae), localizada en la zona de Yarima. Hay otras especies que podrían considerarse endémicas, como *Thamnophilus multistriatus* (Thamnophilidae) y *Tangara vitrolina* (Thraupidae) registradas en los tres sitios anteriormente mencionados. Esta información corresponde a los listados publicados por Renjifo et al. (2000) en torno a la estrategia nacional para la conservación de aves en Colombia.

La migración es uno de los comportamientos animales más conspicuos en la naturaleza y el mejor ejemplo de tal fenómeno es el gran número de especies que se mueven sincrónicamente a lo largo de grandes distancias en épocas específicas del año (Boyle 2006). Se cree que hay tres procesos ecológicos importantes que han influido en la evolución de la migración de

las aves: la falta de alimento, los efectos climáticos directos sobre las funciones fisiológicas y el riesgo de depredación de nidos (Boyle y Conway 2007).

Con este estudio se identificaron doce especies de ocho familias que presentan tipologías de migración latitudinal (9 especies), transfronteriza (8 especies) y local (5 especies),

además del colibrí *Phaethornis guy* que presenta migración altitudinal (Cuadro 5).

La Lista Roja de la UICN ([www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)) informa sobre el estado de amenaza a especies de animales y plantas a nivel mundial e incluye nueve categorías de evaluación: extinta (EX), extinta en estado silvestre (EW), en peligro crítico (CR), en peligro (EN), vulnerable (VU), casi amenazada (NT), preocupación menor (LC), datos insuficientes (DD), no evaluado (NE) (especie no evaluada para ninguna de las otras categorías). Hasta el año 2012, en Colombia se contabilizaban 1889 especies de aves y se consideraba el país con mayor diversidad de aves en el mundo. Según el listado 2012, en Colombia había 15 especies de aves CR, 33 especies EN, 53 especies VU y 60 especies NT.

Para la zona de estudio, el total de las especies identificadas se encontraban en la categoría LC, según la base de datos en línea de la UICN en el 2014. Se consultó, además, con los listados de especies amenazadas para nuestro país (Renjifo et al. 2002, MADS 2010) sin hallar ninguna de las especies registradas en las categorías de amenaza. 🌿



*Picumnus granadensis*



*Ramphocelus flammigerus*



*Tangara vitrolina*



*Thamnophilus multistriatus*

**Cuadro 5.** Especies con algún tipo de migración en las áreas de estudio

Familia	Especies	Nombre	Ubicación	Tipo de migración				
				Lat	Lon	Alt	Trans	Loc
Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza patiamarilla	Yarima, Pinzacuá	X			X	X
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza de ganado	Yarima, Pinzacuá y Nápoles	X			X	X
Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Piranga rubra	Yarima	X			X	
Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina azul y blanca	Pinzacuá, Yarima, Esmeralda	X			X	
Parulidae	<i>Dendroica petechia</i>	Reinita amarilla	Pinzacuá, Esmeralda	X			X	
Trochilidae	<i>Phaethornis guy</i>	Ermitaño verde	Esmeralda			X		X
	<i>Heliomaster longirostris</i>	Colibrí piquilargo	Esmeralda					X
Tyrannidae	<i>Myiodynastes maculatus</i>	Atrapamoscas maculado	Yarima, Pinzacuá, Esmeralda	X			X	
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Atrapamosca pechirojo	Yarima, Pinzacuá, Esmeralda	X			X	
	<i>Tyrannus savana</i>	Sirirí tijireta	Nápoles	X				
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sirirí común	Yarima, Pinzacuá, Esmeralda					X
Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	Verderón ojirrojo	Yarima, Pinzacuá, Esmeralda	X			X	

Lat= latitudinal; Lon= longitudinal; Alt= altitudinal; trans= transfronteriza; Loc= local

Fuente: WWF – MADS (2009)



La gran presencia de aves en los bosques de guadua se debe a que estos ecosistemas presentan condiciones apropiadas para su albergue

## Literatura consultada

- AOU (American Ornithological Union). 2004. Bird Species List. Documento Online disponible en: [http://www.wec.ufl.edu/birds/SurveyDocs/species\\_list.pdf](http://www.wec.ufl.edu/birds/SurveyDocs/species_list.pdf). Consultado el 30 nov. 2014. 13 p.
- Arango, A.M.; Bueno, L.; Amezquita, M.A.; Camargo, J.C. 2010. Possibilities of guadua bamboo forests in the context of REDD+: A case study in the coffee region of Colombia. In: Workshop "Forests in climate change research and policy: The role of forest management and conservation in a complex international setting" [Proceedings. Cancún, Mexico. 2-9 dic- 2010]. Göttingen University, DAAD. p. 53-62.
- Arango, A.M.; Camargo, J.C. 2010. Bosques de guadua del Eje Cafetero de Colombia: oportunidades para su inclusión en el mercado voluntario de carbono y en el Programa REDD+. Revista Recursos Naturales y Ambiente 61: 71-79.
- Boyle, W.A.; Conway, C.J. 2007. Why migrate? A test of evolutionary precursor hypothesis. *The American Naturalist* 169: 344-359.
- Boyle, W.A. 2006. Why do birds migrate? The role of food, habitat predation and competition. PhD dissertation. Tucson, AZ, USA, University of Arizona, Department of Ecology and Evolutionary Biology.
- Camargo, J.C.; Gaviria, J.; Cardona, J. 2007. Sistemas silvopastoriles con árboles maderables dentro de pasturas: estrategias para su establecimiento. Pereira, Colombia, Colciencias – UTP CEBREG.
- Camargo, J.C.; Cardona, G. 2005. Análisis de fragmentos de bosque y guaduales: enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. Pereira, Colombia, CIPAV-CATIE-Banco Mundial-GEF-LEAD. Unpublished project report. 38 p.
- Camargo, J.C.; Current, D.; Ibrahim, M.; Somarriba, E.; Finegan, B. 2000. Factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural del laurel en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo y subhúmedo de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 7(26): 46-49.
- CITES (Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres). 2014. Apéndices I, II y III. <http://www.cites.org/esp/app/appendices.php>
- Dossman, M.A.; Arias, L.M.; Camargo J.C. 2009. Identificación y valoración de los servicios ecológicos prestados por los suelos bajo distintas coberturas en la cuenca del río La Vieja, Colombia. *Recursos Naturales y Ambiente* 58: 17-24.
- Etter, A. 1993. Diversidad ecosistémica con Colombia hoy. En: Fundación Alejandro Angel Escobar (Eds). *Nuestra diversidad biológica*. Bogotá, Colombia, Cerec. Citado por Fajardo, D; González, R.J; Neira, L; Chará, J; Murgueitio, E. 2009. Influencia de sistemas silvopastoriles en la diversidad de aves en la cuenca del río La Vieja en Colombia. *Recursos Naturales y Ambiente* 58: 9-16.
- Fedegan (Federación Colombiana de Ganaderos). 2012. *Ganadería colombiana sostenible*. En: Congreso Colombia economía verde [Mayo 2012. Bogotá, Colombia]. MADS.
- Hilty, L.; Brown, W. 1986. *A guide of the birds of Colombia*. New Jersey, USA, Princeton University.
- Hutto, R.; Pletschet, S.; Hendricks, P. 1986. A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *Auk* 103: 593-602.
- Mc Mullan, M.; Donegan, T.; Quevedo, A. 2010. *Field guide to the birds of Colombia*. Bogotá, Colombia, Proaves.
- Mc Alpine, C.A.; Etter, A.; Fearnside, P.M.; Seabrook, L.; Laurance, W.F. 2009. Increasing world consumption of beef as a driver of regional and global change: A call for policy action based on evidence from Queensland (Australia), Colombia and Brazil. *Global Environmental Change* 19: 21-33.
- MADS (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial). 2010. Resolución no. 383 por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se toman otras determinaciones. Bogotá, Colombia, Dirección de Ecosistemas.
- Moonen, A.; Bárberi, P. 2008. Functional Biodiversity: An agroecosystem approach. *Agriculture Ecosystems and Environment* 127: 7-21.
- Renjifo, L.M.; Franco, A.M.; Álvarez-López, H.; Álvarez, M.; Borja, R.; Botero, J.E.; Córdoba, S.; De la Zalda, S.; Didier, G.; Estela, F.; Kattan, G.; Londoño, E.; Márquez, C.; Montenegro, M.I; Murcia, C.; Rodríguez, V.; Samper, C.; Weber, W.H. 2000. *Estrategia nacional para la conservación de las aves de Colombia*. Bogotá, Colombia, Instituto A. von Humboldt.
- Renjifo, L.M.; Franco-Maya, A.M.; Amaya-Espinel, J.D.; Kattan, G.H.; López-Lanús, B. (Eds.). 2002. *Libro rojo de aves de Colombia*. Bogotá, Colombia, Instituto A. von Humboldt - Ministerio del Medio Ambiente, Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia.
- Rodríguez, J.; Hernández, J. 2002. *Loros de Colombia*. Bogotá, Colombia, Conservación Internacional. (Serie de guías tropicales de campo no. 3).
- Steinfeld, H.; Gerber, P.; Wassenaar, T.; Castell, V.; Rosales, M.; Haan, C. 2006. *La larga sombra del ganado: problemas ambientales y opciones*. Roma, Italia, LEAD - FAO.
- UICN (Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza). 2014. *Lista Roja de Especies Amenazadas*. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/>. Consultado el 30 nov. 2014.
- WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza, Colombia – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia). 2009. *Plan nacional de las especies migratorias. Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia*. Ed. Luis German Naranjo y Juan David Amaya. Bogotá, Colombia 214 p. Disponible en: [https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Planes-para-la-conservacion-y-uso-de-la-biodiversidad/211010\\_plan\\_especies\\_migratorias.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Planes-para-la-conservacion-y-uso-de-la-biodiversidad/211010_plan_especies_migratorias.pdf)
- Zulúaga, A.; Giraldo, C.; Chará, J. 2011. *Servicios ambientales que proveen los sistemas silvopastoriles y los beneficios para la biodiversidad*. Bogotá, Colombia, GEF, Banco Mundial, Fedegan, CIPAV, Fondo Acción, TNC. Manual no. 4 *Proyectos ganadería colombiana sostenible*.

## Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo de la Convocatoria Jóvenes Investigadores del periodo 2013-2014, que brindó la financiación total del proyecto; al grupo de investigación de Agroecosistemas Tropicales Andinos (GATA); a la Vice-Rectoría de Investigaciones y a la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira por el apoyo constante y gestión de cada una de los procesos planteados. Es de resaltar la apertura, interés y amabilidad de cada uno de los propietarios de las fincas estudiadas.