

RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE AVES FRUGÍVORAS Y NECTARÍVORAS EN UNA PLANTACIÓN DE ALISO (*Alnus acuminata*) Y UN BOSQUE SECUNDARIO EN LOS ANDES CENTRALES DE COLOMBIA*

Luisa Fernanda Salazar-Ramírez¹, Diana Milena Pineda-Gómez,
Jaime Vicente Estévez Varón^{1,2}, Gabriel Jaime Castaño-Villa^{1,3}

Resumen

En los trópicos la riqueza y abundancia de aves frugívoras y nectarívoras asociadas a plantaciones forestales difiere a la de bosques nativos. Dichas diferencias en la estructura trófica, sugieren de manera indirecta, las limitaciones de las plantaciones forestales como hábitat para estas aves. Por lo tanto comprender las diferencias en riqueza y abundancia de aves frugívoras y nectarívoras pueden ser factores clave para establecer el valor de las plantaciones forestales para la conservación de la avifauna. Se comparó la riqueza y abundancia de aves frugívoras y nectarívoras de sotobosque en rodales de plantación de aliso (*Alnus acuminata*) y en bosques secundarios nativos, localizados en los Andes Centrales colombianos. Las comparaciones se basaron en capturas realizadas con redes de neblina, durante siete meses (octubre 2008 - abril 2009). El mayor número de capturas de aves nectarívoras y la mayor riqueza de especies frugívoras en la plantación de aliso, así como la baja similitud entre las comunidades de aves entre estos dos hábitats, sugieren que estos dos tipos de bosques no son equivalentes para las aves. Estas diferencias podrían estar asociadas a la estructura vegetal y composición florística del sotobosque y a la oferta de recursos como se ha registrado en otras plantaciones forestales de la región andina colombiana. En síntesis, el sotobosque de la plantación de aliso parece no ser un hábitat adverso para las aves frugívoras y nectarívoras, y podría tener un papel ecológico complementario en la riqueza de especies de estos dos gremios, en el área de estudio.

Palabras clave: curvas de rarefacción, plantación monoespecífica, similitud de comunidades.

* FR: 26-IV-2013. FA: 21-XI-2013.

¹ Grupo de Investigación en Ecosistemas Tropicales. Universidad de Caldas. AA 235, Manizales, Colombia.

² Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Caldas. Colombia.

³ Departamento de Desarrollo Rural y Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Caldas. E-mail: gabriel.castano_v@ucaldas.edu.co

CÓMO CITAR:

SALAZAR-RAMÍREZ, L.F., PINEDA-GÓMEZ, D.M., ESTÉVEZ VARÓN, J.V. & CASTAÑO-VILLA, G.J., 2014.- Riqueza y abundancia de aves frugívoras y nectarívoras en una plantación de aliso (*Alnus acuminata*) y un bosque secundario en los Andes centrales de Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 18 (1): 67-77.

FRUGIVOROUS AND NECTARIVOROUS BIRDS' RICHNESS AND ABUNDANCE INHABITING AN ANDEAN ALDER (*Alnus acuminata*) PLANTATION AND A SECOND-GROWTH FOREST AT THE COLOMBIAN CENTRAL ANDES

Abstract

In the tropics, frugivorous and nectarivorous bird species' richness and abundance differs between forest plantations and native forests. Such trophic structure differences emerge from the limitations that forest plantations has as habitat for these bird species. Hence, understanding how trophic guild differences emerge among habitat types is a key factor for establishing the actual conservation value of forest plantation for avifauna conservation. We compared understory frugivorous and nectarivorous birds' richness and abundance between an Andean alder (*Alnus acuminata*) plantation and a second-growth forest stands, located at the Colombian Central Andes. We based comparisons on mist-net captures during seven months of sampling (October 2008 - April 2009). Greater nectarivorous abundance and frugivorous species richness was detected at the alder plantation; between-habitat similarity was low, suggesting that these habitats are not equivalent for avifauna. Such differences could be associated to factors as vegetation structure differences, understory floristic composition, and resource offer as has been registered for other forest plantations elsewhere. In summary, our results suggests that alder plantation's understory have no negative effect on frugivorous and nectarivorous birds, and also it might have a complementary ecological role in maintaining the species richness of these bird guilds at the study region.

Key words: community similarity, monoculture plantation, rarefaction curves.

INTRODUCCIÓN

Diversos estudios alrededor del mundo han descrito las diferencias en riqueza y abundancia de aves entre plantaciones forestales y bosques nativos; en particular de algunos gremios tróficos como frugívoros, nectarívoros e insectívoros (COCKLE *et al.*, 2005; FARIA *et al.*, 2006; BARLOW *et al.*, 2007; VOLPATO *et al.*, 2010). La estructura trófica de una comunidad refleja algunas características del hábitat y su descripción puede ser de gran importancia para comprender el papel de las plantaciones forestales en la conservación de la biodiversidad. Las comparaciones entre la riqueza y la abundancia de aves en plantaciones forestales y bosques nativos, han permitido identificar el valor de las primeras para la conservación de la avifauna, así como sus limitaciones como hábitat para ciertos gremios tróficos (LINDENMAYER & HOBBS, 2004).

Los Andes Centrales colombianos son reconocidos como ecosistemas estratégicos que albergan una alta diversidad de especies de aves (LENTIJO & KATTAN, 2005). A pesar del creciente y sostenido impacto antropogénico sobre la región más poblada

de Colombia, extensas áreas han sido reforestadas durante los últimos 40 años para la protección de los suelos, zonas ribereñas, conservación de la biodiversidad y, por la necesidad de mantener un aporte continuo de los recursos hídricos (MURCIA, 1997; MENDOZA-S. *et al.*, 2006). Como parte de las estrategias para la protección de los suelos, las cuencas que abastecen acueductos y embalses, fueron reforestadas durante los setenta con diversas especies (e.g. *Alnus acuminata* Kunth, *Pinus patula* Schlttdl. & Cham., *Cupressus lusitanica* Mill., *Eucalyptus grandis* W. Hill), o se promovieron los procesos de regeneración natural (MURCIA, 1997; DURÁN & KATTAN, 2005; LENTIJO & KATTAN, 2005).

En el departamento de Caldas, recientemente se han reforzado las iniciativas para el manejo integral de una de las cuencas hidrográficas de mayor importancia para la región, la del río Chinchiná, la cual es fundamental para el abastecimiento hídrico de acueductos municipales y para la generación de energía hidroeléctrica en la zona centro occidental de Colombia. La parte media de su cuenca hidrográfica (entre los 2400 y 3800 msnm), ha perdido gran parte de su cobertura vegetal boscosa debido a la producción agropecuaria, por lo cual fue reforestada con aliso (*A. acuminata*) a principios de los años 70. El aliso se distribuye por la región Neotropical, es un árbol de rápido crecimiento y con otros rasgos que han potenciado su uso para la protección de suelos de ladera y cuencas (MURCIA, 1997). En la actualidad, esta zona presenta un paisaje en el que se mezclan bosques nativos en diferentes estados sucesionales, y plantaciones forestales que han sido definidas desde el punto de vista de uso del suelo como áreas forestales protectoras (PANGEA, 2006).

En la región andina colombiana, previamente se ha descrito la estructura vegetal y diversidad florística de plantaciones de aliso (MURCIA 1997; CAVELIER & SANTOS, 1999), pero se desconoce la avifauna asociada a estos hábitats. Por lo tanto, es fundamental reconocer la relevancia de estas áreas para la conservación de las aves, que a pesar de su gran diversidad, experimentan una creciente amenaza en esta región (STATTERSFIELD *et al.*, 1998; MYERS *et al.*, 2000). En ese sentido, es importante establecer el efecto de las plantaciones protectoras de aliso sobre la riqueza y abundancia de la avifauna, comparativamente con lo que ocurre en bosques nativos de esta región. En este estudio se evaluó la riqueza, abundancia y similitud entre la aves frugívoras y nectarívoras asociadas a una plantación de aliso y un bosque secundario nativo de edad similar (~ 40 años). Se escogieron estos dos gremios debido a la estrecha relación entre la distribución y riqueza de estas aves y la abundancia de recursos (BLAKE & LOISELLE, 1991), los cuales parecen ser un factor clave para explicar las características de las comunidades de aves asociadas a plantaciones forestales (LINDENMAYER & HOBBS, 2004).

MÉTODOS

Área de Estudio

El presente estudio se desarrolló en la Reserva Forestal Protectora Bosques de la CHEC que se localiza en la vertiente occidental de los Andes Centrales de Colombia (05° 01' N, 075° 24' O) y hace parte de la cuenca alta y media del río Chinchiná, departamento de Caldas. Esta zona presenta una temperatura promedio de 13°C y una precipitación media anual de 2.500 mm. La reserva cuenta con un

área aproximada de 3.890 ha, cubiertas por bosques nativos en diversos estados sucesionales y de conservación, así como por plantaciones forestales de aliso (especie nativa) y especies exóticas (*Eucalyptus* spp., *Acacia* spp., *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham. y *Cupressus lusitanica* Mill). Antes de 1970, gran parte de esta zona estaba cubierta por diversas explotaciones agropecuarias (especialmente pastos para ganadería). Durante la década de 1970, dichas áreas fueron reforestadas y los rastrojos bajos protegidos.

El estudio se realizó en cuatro rodales de plantación de aliso (con un área aproximada de 26 ha en total) y en cuatro parches de bosque secundario nativo (~30 ha en total) localizados dentro de la misma matriz de paisaje. En el sotobosque de la plantación son comunes árboles y arbustos de *Bocconia frutescens* L. (Papaveraceae), *Miconia theizans* Bonpl. (Melastomataceae), *Myrsine coriacea* (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult. (Myrsinaceae), *Palicourea acetosoides* Wernham (Rubiaceae), *Palicourea calophlebia* Standl. (Rubiaceae), *Sapium stylare* Müll. Arg. (Euphorbiaceae). Las especies arbóreas que se encuentran en mayor proporción en el bosque secundario son *Chamaedorea linearis* (Ruiz & Pav.) Mart. (Arecaceae), *Lippia schlimii* Turcz (Verbenaceae) y *Saurauia cuatrecasana* R.E. Schult. (Actinidiaceae) (RAMOS, 2010). Para los árboles con DAP > 10 cm, la plantación de aliso presenta una densidad de 611 árboles ha⁻¹, altura promedio de 15 m, y área basal de 32 m² ha⁻¹, mientras el bosque secundario presenta una densidad de 937 individuos ha⁻¹, altura promedio de 13 m y área basal de 30 m² ha⁻¹ (RAMOS, 2010).

Colección de datos y categorización de las aves

La avifauna de cada hábitat fue identificada después de las capturas con redes de neblina, método que ha sido empleado para investigaciones similares en el trópico (BARLOW *et al.*, 2007; HOLBECH, 2009), ya que posibilita muestreos simultáneos, independiente de los sesgos del observador (ver BLAKE & LOISELLE, 1991), permite realizar comparaciones directas entre estudios, y detectar especies silenciosas y crípticas (KARR, 1981).

Entre octubre de 2008 y abril de 2009, se establecieron dos puntos de captura en cada rodal y parche (ocho puntos en cada tipo de bosque) con redes de neblina en cada hábitat, con una distancia mínima entre puntos de 100 m, para determinar la abundancia (reflejada como el número de capturas) y riqueza de la avifauna asociada con cada hábitat. En cada punto de captura se extendieron en línea cuatro redes de neblina (12 m x 2,5 m x 36 mm) durante 56 horas por mes (entre las 0600 y 1700 h), para un esfuerzo total de muestreo de 3.136 horas red⁻¹ en cada hábitat. Las aves capturadas fueron anilladas con una combinación única de colores que permitió su individualización y posteriormente fueron liberadas. La clasificación de las especies de aves siguió a REMSEN *et al.* (2010). Las especies fueron categorizadas como frugívoras y nectarívoras de acuerdo con reportes previos realizados en la región andina por CASTAÑO-VILLA & PATIÑO (2008).

Análisis de datos

Debido a la diferencia en el número de capturas entre la plantación de aliso y el bosque secundario, las comparaciones del número promedio de especies de aves entre estos hábitats, se realizaron a través de la inspección visual de la superposi-

ción de los intervalos de confianza del 95% en las curvas de rarefacción, basadas en la abundancia (GOTELLI & COLWELL, 2001; WATLING & DONNELLY, 2008), las cuales fueron construidas con el programa Ecosim 7 (GOTELLI & ENTSMINGER, 2007). Se realizó un análisis de similitud de una vía (ANOSIM) para establecer las diferencias en la estructura de la comunidad entre la plantación de aliso y el bosque secundario, en términos de la abundancia de las especies, con el programa PAST 2.15 (HAMMER *et al.*, 2001). Este análisis se basó en la distancia de Bray-Curtis (BARLOW *et al.*, 2007).

Se comparó el número total de capturas, excluyéndose los individuos recapturados durante el mismo mes. La distribución normal de los datos fue probada por el test de Shapiro-Wilk; y la homogeneidad de varianzas por el test de Levene. La abundancia fue comparada por medio de un análisis de varianza anidado de una vía, donde los puntos de conteo fueron anidados dentro del tipo de bosque. Los análisis fueron realizados en Statistica 7 (STATSOFT, 2004).

RESULTADOS

Riqueza y similitud de especies

Se registraron 36 especies (25 frugívoras y 11 nectarívoras) en el área de estudio. En la plantación se capturaron 33 especies (22 frugívoras y 11 nectarívoras) y en el bosque 18 especies (13 frugívoras y 5 nectarívoras) (Tabla 1). El número promedio de especies frugívoras capturadas en la plantación de aliso (Promedio \pm DE; 20,2 \pm 1,3) fue significativamente mayor a la del bosque secundario (13,3 \pm 0,74), al inspeccionar la superposición de los intervalos de confianza del 95% de las curvas de rarefacción a un mismo número de capturas (Figura 1). No se presentaron diferencias significativas en la riqueza promedio de especies nectarívoras (Figura 1). De las 33 especies capturadas en toda el área de estudio, el 54% fueron únicamente registradas en la plantación de aliso: 12 frugívoras y 6 nectarívoras (*Doryfera ludovicae*, *Colibri thalassinus*, *Eriocnemis derbyi*, *Lafresnaya lafresnayi*, *Ensifera ensifera* y *Chlorostilbon mellisugus*), y el 10% fueron exclusivas del bosque secundario (3 frugívoras: *Momotus aequatorialis*, *Mionectes striaticollis* y *Diglossa sittoides*). La composición de las especies asociadas a la plantación de aliso y bosque secundario fue significativamente diferente para las aves frugívoras (ANOSIM, R = 0,33; $p = 0,001$) y nectarívoras (ANOSIM, R = 0,56; $p < 0,001$).

Tabla 1. Número de aves frugívoras y nectarívoras capturadas en el sotobosque de una plantación de aliso y un bosque secundario, en la Reserva Forestal Protectora CHEC, Andes Centrales de Colombia.

Especie	Gremio Tráfico*	Número de capturas	
		Plantación	Bosque secundario
TROCHILIDAE			
<i>Phaethornis syrmatorphorus</i>	N	22	7
<i>Doryfera ludovicae</i>	N	1	
<i>Colibri thalassinus</i>	N	2	
<i>Heliangelus exortis</i>	N	50	4
<i>Adelomyia melanogenys</i>	N	21	19
<i>Eriocnemis derbyi</i>	N	1	
<i>Coeligena torquata</i>	N	11	3
<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	N	2	
<i>Ensifera ensifera</i>	N	1	
<i>Boissonneaua flavescens</i>	N	3	1
<i>Chlorostilbon mellisugus</i>	N	2	
TROGONIDAE			
<i>Trogon personatus</i>	F	3	1
MOMOTIDAE			
<i>Momotus aequatorialis</i>	F		1
RAMPHASTIDAE			
<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	F	1	
TYRANNIDAE			
<i>Zimmerius chrysops</i>	F	1	
<i>Mionectes striaticollis</i>	F		5
COTINGIDAE			
<i>Pipreola riefferii</i>	F	1	5
<i>Pipreola arcuata</i>	F	1	
TURDIDAE			
<i>Myadestes ralloides</i>	F	1	3
<i>Turdus fuscater</i>	F	3	2
<i>Turdus serranus</i>	F	1	10
THRAUPIDAE			
<i>Hemispingus frontalis</i>	F	8	11

Especie	Gremio Trófico*	Número de capturas	
		Plantación	Bosque secundario
<i>Thraupis cyanocephala</i>	F	3	
<i>Anisognathus lacrymosus</i>	F	2	
<i>Anisognathus somptuosus</i>	F	3	
<i>Tangara vassorii</i>	F	9	
<i>Tangara nigroviridis</i>	F	1	
<i>Diglossa sittoides</i>	F		1
<i>Diglossa albilatera</i>	F	2	1
<i>Diglossa cyanea</i>	F	7	1
EMBERIZIDAE			
<i>Catamenia homochroa</i>	F	1	
<i>Arremon brunneinucha</i>	F	8	14
<i>Arremon torquatus</i>	F	8	6
<i>Atlapetes albinucha</i>	F	4	
<i>Atlapetes schistaceus</i>	F	8	
CARDINALIDAE			
<i>Piranga flava</i>	F	1	
TOTAL		193	95

* Frugívoro (F), Nectarívoro (N).

Abundancia

Se capturaron 288 aves (67% en la plantación de aliso y 33% en el bosque secundario) (Tabla 1). En la plantación de aliso se capturaron 116 nectarívoros y 77 frugívoros; mientras que en el bosque secundario 34 y 61, respectivamente. En la plantación de aliso el 45% de las capturas totales correspondieron a especies de la familia Thraupidae (*Hemispingus frontalis*, *Thraupis cyanocephala*, *Anisognathus lacrymosus*, *A. somptuosus*, *Tangara vassorii*, *T. nigroviridis*, *Diglossa sittoides*, *D. albilatera* y *D. cyanea*). De las 116 capturas de nectarívoros en la plantación, 80% corresponde a tres especies de colibríes (*Phaethornis syrmatorophorus*, *Heliangelus exortis* y *Adelomyia melanogenys*) (Tabla 1). No se presentó diferencia significativa entre el número de capturas de aves frugívoras entre la plantación (Promedio \pm DE; $9,63 \pm 3,29$) y el bosque secundario ($7,63 \pm 3,46$) ($F_{1,6} = 1,39$; $p = 0,282$). Por el contrario, se presentó diferencia significativa para el número de capturas de aves nectarívoras entre la plantación ($14,50 \pm 4,78$) y el bosque secundario ($4,25 \pm 2,12$) ($F_{1,6} = 38,50$; $p < 0,001$).

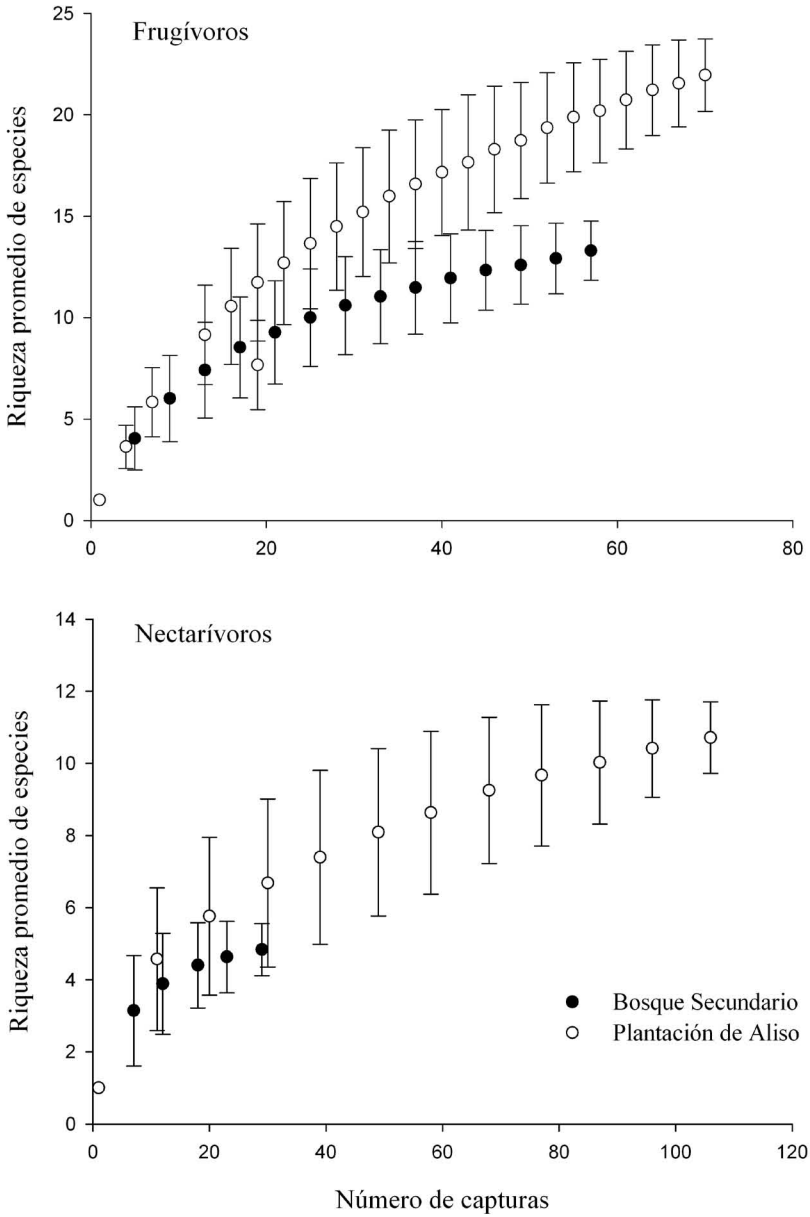


Figura 1. Curvas de rarefacción para la riqueza promedio de especies de aves (\pm intervalos de confianza del 95%) presentes en un bosque secundario y una plantación de aliso (*A. acuminata*) en los Andes Centrales de Colombia, de acuerdo con el gremio trófico.

DISCUSIÓN

Las diferencias entre la riqueza de frugívoros, la abundancia de nectarívoros, y en la composición entre las especies de estos dos gremios, sugieren que la plantación de aliso y el bosque secundario no son hábitats equivalentes para las aves. Posiblemente la oferta de recursos (frutos y flores) presentes en la plantación, podrían estar correlacionados con la riqueza y abundancia de aves de estos gremios tróficos, como se ha sugerido para otras plantaciones (DURÁN & KATTAN, 2005). Al respecto, se conoce que la dinámica de los recursos alimentarios de las aves frugívoras juega un rol importante en su distribución y abundancia espacial y temporal (BLAKE & LOISELLE, 1991; ORTIZ-PULIDO, 2000; SARACCO *et al.*, 2005). Probablemente la mayor abundancia de algunas plantas de frutos ornitócoros en la plantación, como *Bocconia frutescens*, *Palicourea angustifolia* Kunth (Rubiaceae), *Lycianthes radiata* (Sendtn.) Bitter (Solanaceae) y *Miconia theizans*, en relación al bosque secundario, podría promover una mayor riqueza de especies frugívoras en la plantación de aliso. Estas plantas ornitócoras a las que se asocian diversas especies de aves frugívoras generalistas de hábitat (comunes en borde de bosque), suman en total ocho especies (traupidos y emberizados) que no fueron registrados en el bosque secundario.

En plantaciones forestales monoespecíficas en el trópico, son abundantes las aves nectarívoras, en especial los colibríes (RENJIFO, 2001; BARLOW *et al.*, 2007) en parte esto se debe a que es un grupo bastante generalista en el uso de hábitat. Además, su distribución y abundancia se correlaciona positivamente con la abundancia de flores en una plantación monoespecífica de *Fraxinus chinensis* en los Andes (DURÁN & KATTAN, 2005). La mayor abundancia de nectarívoros (colibríes) en la plantación, posiblemente se asocie a la presencia de arbustos florecidos del género *Palicourea* (Rubiaceae) durante casi todo el período de muestreo, los cuales son constantemente visitados por varias especies de colibríes. En especial por *P. syrmatophorus* y *H. exortis*, los cuales representan el 47% de las capturas de colibríes en el área de estudio.

Debido a que la estructura y complejidad del hábitat es un factor determinante en la estructura y composición de las comunidades de aves en el trópico (TERBORGH, 1985; LINDENMAYER & FRANKLIN, 2002); la baja similitud entre las comunidades de aves asociadas a estos hábitats podría ser promovida por las diferencias en la estructura y composición vegetal entre la plantación de aliso y el bosque secundario que han sido descritas (MURCIA, 1997; CAVELIER & SANTOS, 1999). Estas diferencias a su vez quizás afecten la abundancia de flores y frutos, y la distribución de las aves frugívoras y nectarívoras dentro del área de estudio. En síntesis, el sotobosque de la plantación de aliso parece no ser un hábitat adverso para las aves frugívoras y nectarívoras. Además, la baja similitud entre las comunidades de aves que se asocian a plantación y al bosque secundario, sugieren un rol complementario de la plantación de aliso en la diversidad beta de esta localidad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a la Vicerrectoría de Investigaciones y Posgrados de la Universidad de Caldas y a la Fundación HTM por la financiación del

proyecto “Efectos de las plantaciones forestales en la conservación de la diversidad de la avifauna y flora, en los bosques de la CHEC (Caldas)”. A la Central Hidroeléctrica de Caldas S.A. E.S.P., y C. A. Franco por su apoyo logístico en el área de estudio. A R. Santisteban, A. Ramos y A. Hoyos por su apoyo en campo. A G. Guevara por sus comentarios y correcciones al manuscrito. A la Corporación Autónoma Regional de Caldas (CORPOCALDAS) por la aprobación del permiso para investigación científica.

BIBLIOGRAFÍA

- BARLOW, J., MESTRE L.A.M., GARDNER, T.A. & PERES, C.A., 2007.- The value of primary, secondary and plantation forests for Amazonian birds. *Biol. Conserv.*, (136): 212-231.
- BLAKE, J.G. & LOISELLE, B.A., 1991.- Variation in resource abundance affects capture rates of birds in 3 lowland habitats in Costa Rica. *Auk*, (108):114-130.
- CASTAÑO-VILLA, G.J. & PATIÑO, J.C., 2008.- Extinciones locales de aves en fragmentos de bosque en la región de Santa Helena, Andes Centrales, Colombia. *Hornero*, 23(1): 23-34.
- CAVELIER, J. & SANTOS, C., 1999.- Efectos de plantaciones abandonadas de especies exóticas y nativas sobre la regeneración natural de un bosque montano en Colombia. *Rev. Biol. Trop.*, 47(4): 775-784.
- COCKLE, K.L., LEONARD, M.L. & BODRATI, A.A., 2005.- Presence and abundance of birds in an Atlantic forest reserve and adjacent plantation of shade-grown yerba mate, in Paraguay. *Biodiv. Conserv.*, (14):3265-3288.
- DURÁN, S. & KATTAN, G.H., 2005.- A test of the utility of exotic tree plantations for understory birds and food resources in the Colombian Andes. *Biotropica*, 37(1):129-135.
- FARIA, D., LAPS, R.R., BAUMGARTEN, J. & CETRA, M. 2006.- Bat and bird assemblages from forests and shade cacao plantations in two contrasting landscapes in the Atlantic Forest of southern Bahia, Brazil. *Biodiv. Conserv.*, (15): 587-612.
- GOTELLI, N.J. & COLWELL, R.K., 2001.- Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecol. Lett.*, (4): 379-391.
- GOTELLI, N.J. & ENTSMINGER, G.L., 2007.- EcoSim: Null models software for ecology, version 7.0. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. Available online at <http://homepages.together.net/gentsmin/ecosim.htm>.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D., 2001.- PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontol. Electron.*, 4(1):1-9.
- HOLBECH, L.H., 2009.- The conservation importance of luxuriant tree plantations for lower storey forest birds in south-west Ghana. *Bird Conserv. Int.*, (19): 287-308.
- KARR, J.R., 1981.- Surveying birds with mist nets. *Stud. Avian Biol.-Ser.*, (6): 62-67.
- LENTIJO, G.M. & KATTAN, G.H., 2005.- Estratificación vertical de las aves en una plantación monoespecífica y en bosque nativo en la Cordillera Central de Colombia. *Ornitología Colombiana*, (3): 51-61.
- LINDENMAYER, D.B. & FRANKLIN, J.F., 2002.- Conserving Biodiversity: A Comprehensive Multiscaled Approach. Island Press, Washington DC.
- LINDENMAYER, D.B. & HOBBS, R.J., 2004.- Fauna conservation in Australian plantation forests - a review. *Biol. Conserv.*, (119): 151-168.
- MENDOZA-S, J.E., LOZANO-ZAMBRANO, F.H. & KATTAN, G., 2006.- Composición y estructura de la biodiversidad en paisajes transformados terrestres en Colombia: 67-84 (en) CHÁVES, M.E. & SANTAMARÍA, M. (eds.) Informe sobre el avance del conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. Colombia.
- MURCIA, C., 1997.- Evaluation of Andean alder a catalyst for the recovery of tropical cloud forests in Colombia. *Forest Ecol. Manag.*, (99): 163-170.
- MYERS N, MITTERMEIER RA, MITTERMEIER CG, DA FONSECA GAB, KENT J. 2000.- Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- ORTIZ-PULIDO, R., 2000.- Abundance of frugivorous birds and richness of fruit resource: is there a temporal relationship? *Caldasia*, (22): 93-107.
- PANGEA, 2006.- Formulación plan de conservación de biodiversidad y aprovechamiento ecoturístico Reserva Forestal de la CHEC. Manizales. Central Hidroeléctrica de Caldas S.A. E.S.P.
- RAMOS, F.A., 2010.- Estructura y composición florística de un bosque secundario y una plantación de aliso (*Alnus acuminata*), en los Andes Centrales Colombianos: Tesis, Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Manizales.
- RENJIFO, L.M., 2001.- Effect of natural and anthropogenic landscape matrices on the abundance of Subandean bird species. *Ecol. Appl.*, 11(1): 14-31.
- REMSEN JV, CADENA CD, JARAMILLO A, NORES M, PACHECO JF, PÉREZ-EMÁN J, ROBBINS MB, STILES FG, STOTZ DF, ZIMMER KJ. Version 4 Mar. 2010. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>
- SARACCO, J.F., COLLAZO, J.A., GROOM, M.J. & CARLO, T.A., 2005.- Crop size and fruit neighborhood effects on bird visitation to fruiting *Schefflera morototoni* trees in Puerto Rico. *Biotropica*, (37): 80-86.

- STATSOFT INC. 2004.- STATISTICA (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.
- STATTERSFIELD, A.J., CROSBY, M.J., LONG, A.J. & WEGE, D.C., 1998.- Endemic bird Areas of the World: Priorities for Biodiversity Conservation. BirdLife Conservation Series 7. Cambridge: BirdLife International, UK.
- TERBORGH J. 1985.- Habitat selection in Amazonian birds: 311-338 (en) CODY, M.L., (ed.) *Habitat Selection in Birds*. Academic Press Inc., New York.
- VOLPATO, G.H., PRADO, V. & DOS ANJOS, L., 2010.- What can tree plantations do for forest birds in fragmented forest landscapes? A case study in southern Brazil. *Forest Ecol. Manag.*, (260): 1156-1163.
- WATLING, J.I. & DONNELLY, M.A., 2008.- Species richness and composition of amphibians and reptiles in a fragmented forest landscape in northeastern Bolivia. *Basic Appl. Ecol.*, 9(5): 523-532.