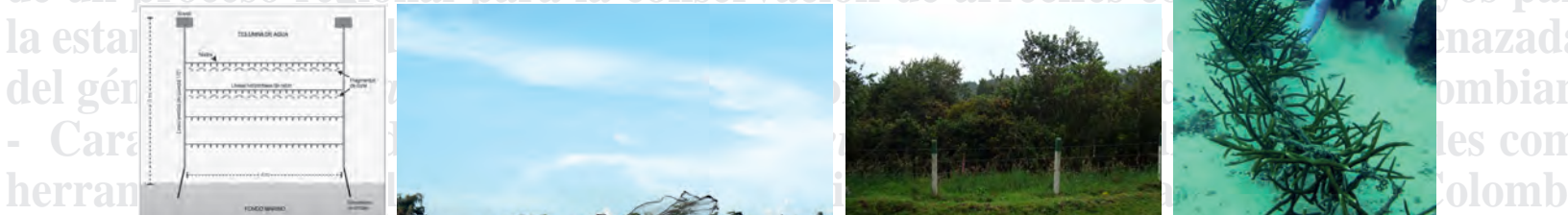


BIOTA COLOMBIANA

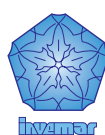
ISSN 0124-5376

Volumen 15 • Suplemento 2 • 2014
Restauración ecológica

Caracterización de invasiones de *Ulex europaeus* L. de diferentes edades con
herramienta para la restauración ecológica de bosques altoandinos, Colomb



nativas de árboles, arbustos y palmas - Construcción participativa de estrategias
de restauración ecológica en humedales del Magdalena Medio, Colombia: un
herramienta para el ordenamiento ambiental territorial - Seed dispersal by ba



Biota Colombiana es una revista científica, periódica-semestral, que publica artículos originales y ensayos sobre la biodiversidad de la región neotropical, con énfasis en Colombia y países vecinos, arbitrados mínimo por dos evaluadores externos y uno interno. Incluye temas relativos a botánica, zoología, ecología, biología, limnología, pesquerías, conservación, manejo de recursos y uso de la biodiversidad. El envío de un manuscrito implica la declaración explícita por parte del (los) autor (es) de que este no ha sido previamente publicado, ni aceptado para su publicación en otra revista u otro órgano de difusión científica. El proceso de arbitraje tiene una duración mínima de tres a cuatro meses a partir de la recepción del artículo por parte de *Biota Colombiana*. Todas las contribuciones son de la entera responsabilidad de sus autores y no del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, ni de la revista o sus editores.

Biota Colombiana incluye además, las secciones de Artículos de Datos (*Data Papers*), Notas y Comentarios, Reseñas y Novedades bibliográficas, donde se pueden hacer actualizaciones o comentarios sobre artículos ya publicados, o bien divulgar información de interés general como la aparición de publicaciones, catálogos o monografías que incluyan algún tema sobre la biodiversidad neotropical.

Biota colombiana is a scientific journal, published every six months period, evaluated by external reviewers which publish original articles and essays of biodiversity in the neotropics, with emphasis on Colombia and neighboring countries. It includes topics related to botany, zoology, ecology, biology, limnology, fisheries, conservation, natural resources management and use of biological diversity. Sending a manuscript, implies a the author's explicit statement that the paper has not been published before nor accepted for publication in another journal or other means of scientific diffusion. Contributions are entire responsibility of the author and not the Alexander von Humboldt Institute for Research on Biological Resources, or the journal and their editors.

Biota Colombiana also includes the Data Papers, Notes and Comments Section, Reviews and Bibliographic News where you can comment or update the articles already published. Or disclose information of general interest such as recent publications, catalogues or monographs that involves topics related with neotropical biodiversity.

Biota Colombiana es indexada en Publindex (Categoría B), Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's y Ebsco.

Biota Colombiana is indexed in Publindex, Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's and Ebsco.

Biota Colombiana es una publicación semestral. Para mayor información contáctenos / **Biota Colombiana** is published two times a year. For further information please contact us.

Información

biotacol@humboldt.org.co
www.humboldt.org.co/biota
www.sibcolombia.net

Comité Directivo / Steering Committee

Brigitte L. G. Baptiste	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
Germán I. Andrade	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
Germán D. Amat García	Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia
Francisco A. Arias Isaza	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés" - Invemar
Charlotte Taylor	Missouri Botanical Garden

Editor / Editor

Carlos A. Lasso	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
-----------------	--

Editores invitados / Guest editors

Wilson Ramírez	
Mauricio Aguilar-Garavito	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Editor Artículos de Datos / Data Papers editor

Dairo Escobar	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
---------------	--

Coordinación y asistencia editorial

Coordination and Editorial assistance

Susana Rudas Ll.	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
------------------	--

Comité Científico - Editorial / Editorial Board

Adriana Prieto C.	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Ana Esperanza Franco	Universidad de Antioquia
Arturo Acero	Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe
Cristián Samper	WCS - Wildlife Conservation Society
Donald Taphorn	Universidad Nacional Experimental de los Llanos, Venezuela
Francisco de Paula Gutiérrez	Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano
Gabriel Roldán	Universidad Católica de Oriente, Colombia
Hugo Mantilla Meluk	Universidad del Quindío, Colombia
John Lynch	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Jonathan Coddington	NMNH - Smithsonian Institution
José Murillo	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Juan A. Sánchez	Universidad de los Andes, Colombia
Martha Patricia Ramírez	Universidad Industrial de Santander, Colombia
Paulina Muñoz	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Rafael Lemaitre	NMNH - Smithsonian Institution, USA
Reinhard Schnetter	Universidad Justus Liebig, Alemania
Ricardo Callejas	Universidad de Antioquia, Colombia
Steve Churchill	Missouri Botanical Garden, USA
Sven Zea	Universidad Nacional de Colombia - Invemar

Impreso por JAVEGRAF

Impreso en Colombia / Printed in Colombia

Revista *Biota Colombiana*

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos

Alexander von Humboldt

Teléfono / Phone (+57-1) 320 2767

Calle 28A # 15 - 09 - Bogotá D.C., Colombia

Presentación

En nuestro país se habla en forma recurrente de la necesidad de “conservar” la naturaleza, siendo la conservación interpretada en ocasiones como la preservación a ultranza de ciertos territorios. Sin embargo, actualmente se consideran otros escenarios alternos además de la preservación estricta del patrimonio natural. Dentro de dichos escenarios están múltiples opciones de la biodiversidad para lo cual la restauración de áreas degradadas (que en Colombia representan cerca del 40 % del territorio), es una opción muy importante. La preocupación frente a esta problemática ha llegado más allá del ámbito ambiental, alcanzando espacios en la toma de decisiones políticas nacionales e internacionales, precisamente porque esta situación afecta a las comunidades locales y a todos los grupos sociales que se benefician de los servicios ecosistémicos.

El país ha ratificado el compromiso del Convenio de Diversidad Biológica y su meta de restaurar para el 2020 al menos el 15 % de los ecosistemas degradados en el mundo. Colombia también es signataria de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNUCLD), donde la restauración ecológica juega un papel determinante en mejorar la situación de degradación de tierras. Para ello estamos trabajando activamente en la estructuración del objetivo de restauración 3 (b) (i) de la Plataforma Intergubernamental de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES), con el propósito de ofrecer lineamientos desde la ciencia hacia la política sobre este tema en particular. En el ámbito nacional el país ha presentado el documento final del Plan Nacional de Restauración con lineamientos sobre restauración y adicionalmente ha incluido en los últimos años metas cuantitativas al respecto dentro del Plan Nacional de Desarrollo (PND). En este sentido la restauración ecológica aparece como alternativa explícita de compensación ambiental a mega-proyectos licenciados en el Manual de asignación de compensaciones.

En síntesis, estamos en un momento en el cual la temática de restauración ecológica tiene un rol determinante en el escenario de la conservación tanto nacional como global. Nuestro país ha trabajado desde hace varios años en el tema y ya se perciben avances importantes. Sin embargo, cuando se revisan en conjunto los proyectos de restauración que se han desarrollado, se nota un especial énfasis en trabajos de restauración basados en flora local y poca divulgación para otros enfoques y escalas de trabajo. En este suplemento especial de *Biota Colombiana* hemos querido recopilar algunos estudios y trabajos de restauración que destacan también el componente social y su vínculo con lo biótico, incluyendo también ambientes marinos y temas como el monitoreo. Incluso se considera la restauración desde la escala del paisaje, pensando siempre en que nuestros lectores accedan a información actualizada y relevante sobre una temática que es cada vez más sensible y que requiere de múltiples enfoques.

Esperamos que este número sea de interés no solo para la comunidad de restauradores de nuestro país y Latinoamérica, sino para aquellos que deben responder día a día el reto de gestionar ambientalmente un territorio mixto muy dinámico, con escenarios cambiantes de degradación y recuperación con criterios socioecológicos.

Brigitte L. G. Baptiste

Directora

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos

Alexander von Humboldt

Seed dispersal by bats across four successional stages of a subandean landscape

Dispersión de semillas por murciélagos a través de cuatro estados sucesionales de un paisaje subandino

Mauricio Aguilar-Garavito, Luis Miguel Renjifo & Jairo Pérez-Torres

Abstract

The mutual relationships between bats and vegetation, in addition to the individual benefits, are significant contributors to the tropical forest regeneration through seed dispersal. As the bats eat the fruits of pioneer plants they provide secondary succession dispersing the ingested seeds into the forest as well as in the degraded areas. This study compared the structure and composition of the fruit bats and the seeds dispersed in different successional habitats (mature forest, secondary growth with seven years of regeneration, secondary growth with one year of regeneration and pasture) in the Forest Reserve Bremen-La Popa (Filandia-Quindío, Colombia). Mist nets were used to capture the bats and samples of their feces were also obtained. Abundance, richness and equity of the fruit bats and the seeds dispersed were higher in those habitats with older regeneration. The bats *Artibeus lituratus* and *Sturnira lilium* were more abundant in the pasture and in the early successional stages of one and seven years. The seeds most dispersed by bats were *Cecropia telealba*, *Solanum undullata*, *Solanum aphydendron* and *Solanum acerifolium*.

Key words. Frugivorous bats. Forest regeneration. Pioneer species. Secondary succession. Colombia.

Resumen

La relación mutualista entre murciélago-vegetación, además de los beneficios individuales, contribuye de manera importante a la regeneración de los bosques tropicales a través de la dispersión de semillas. Los murciélagos al consumir los frutos de plantas pioneras facilitan la sucesión secundaria, dispersando las semillas que ingieren tanto en bosques como en áreas degradadas. En este estudio se comparó la estructura y composición del conjunto de murciélagos frugívoros y las semillas que dispersaron en hábitats con diferente estado sucesional (bosque maduro, crecimiento secundario con siete años de regeneración, crecimiento secundario con un año de regeneración y pastizal) en la Reserva Forestal Bremen-La Popa (Filandia, Quindío). Se utilizaron redes de niebla para la captura de los murciélagos y se obtuvo muestras de materia fecal. La abundancia, riqueza y equidad del conjunto de murciélagos frugívoros y de las semillas que dispersaron fue superior en los hábitats con mayor edad de regeneración. *Artibeus lituratus* y *Sturnira lilium* fueron los murciélagos más abundantes en pastizales y en los estados sucesionales tempranos de uno y siete años. Las semillas más dispersadas por los murciélagos fueron de *Cecropia telealba*, *Solanum undullata*, *S. aphydendron* y *S. acerifolium*.

Palabras clave. Murciélagos frugívoros. Regeneración de bosques. Especies pioneras. Sucesión secundaria. Colombia.

Introduction

The destruction of tropical forests for logging and the establishment of productive systems has resulted in the destruction or degradation of many tropical ecosystems. Degraded tropical landscapes are expanding in area as forests are converted to pastures or plantations and then abandoned (Brown & Lugo 1994, Etter & van Wyngaarden 2000). Human disturbance in these areas often depletes the biotic and abiotic resources needed for natural regeneration (Da Silva *et al.* 1996), generates local changes in microclimatic conditions, causes the total or partial loss of soil and seed banks, decreases the recruitment of seedlings and the detriment of species diversity and population size, and becomes an important barrier to the natural regeneration of the forests (White & Pickett 1985, Aide & Cavellier 1994, Holl 1999, Wijdeven & Kuzee 2000, Cubiña & Aide 2001). In northern South America, ecosystem degradation has been concentrated in the Andean region, mainly affecting the subandean forest regions located between 1500 and 2500 meters above sea level (Etter & Villa 2000, Rengifo 2001, Pérez-Torres & Cortés-Delgado 2009). At present the landscape in this region is composed of a mosaic: pastures, crops, severely degraded areas, seminatural shrublands and a few forest relicts of different ages and degrees of conservation (Etter & van Wyngaarden 2000, Etter *et al.* 2006).

Natural forest regeneration on these human-disturbed-lands is often slow because the resources necessary for succession are depleted and because of constant anthropic disturbance (Howe & Smallwood 1982, Wunderle 1997). In such landscapes, forest succession may be dependent on the arrival of the seed rain generated by the wind and a number of fruit-eating animals (Shupp & Fuentes 1995, Dalling *et al.* 1998). As such, seed dispersal mechanisms are key to the regeneration and reestablishment of vegetation and contribute to succession of disturbed areas (Duncan & Chapman 1999, Zimmerman *et al.* 2000).

Many trees and shrubs in the tropics have adaptations that favor animal dispersal of their seeds, particularly by birds and bats (Howe & Smallwood 1982, Gorchov *et al.* 1993, Wunderle 1997, Cubiña & Aide 2001).

Moreover, in many tropical regions frugivorous bats and birds are the predominant dispersers of pioneer species, playing an important role in their early establishment (Vieira *et al.* 1994, Da Silva *et al.* 1996, Willig *et al.* 2007, Melo *et al.* 2009).

Frugivorous bats are effective and biologically diverse seed dispersers both within and outside tropical forests (Galindo-González *et al.* 2000, Lobova *et al.* 2009). This service is favored by specific biological and ecological characteristics of bats, including their ability to fly, travel across large distances, foraging over a wide range of habitats and sites in a single night, the rapid passage of seeds through their gut and their diet that includes the fruits of pioneer and advanced successional species (Fleming 1988, Charles-Dominique & Cockle 2001, Estrada & Coates-Estrada 2002, Bernard & Fenton 2003, Lovoba *et al.* 2009, Vleut *et al.* 2015). Moreover, the passage of seeds through the bat intestine often improves their probability of germination, whereas consumption of the fruit pulp reduces the incidence of seed mortality from opportunistic fungi (Wunderle 1997, Galindo-González 1998, Naranjo *et al.* 2003, Lovoba *et al.* 2009, de Carvalho-Ricardo *et al.* 2014). Thus, fruit consumption and seed dispersal by bats are influential in the reproductive success of the consumed plants and the natural regeneration of degraded tropical forests (Medellín & Gaona 1999, Galindo-González *et al.* 2000, Charles-Dominique & Cockle 2001, Ingle 2003, Willig *et al.* 2007, Melo *et al.* 2009, Lovoba *et al.* 2009, Vleut *et al.* 2015).

Habitat degradation often alters the composition of fruit bat communities usually resulting in an increase in the prevalence of generalist bats and a reduction or disappearance of specialist species (Fenton *et al.* 1992, Cosson *et al.* 1999, Melo *et al.* 2009). Another effect is the decrease in seed dispersal in disturbed areas (Chapman *et al.* 2003, Lopez & Vaughan 2004).

To address the issue of bat-mediated restoration of degraded ecosystems it is necessary to estimate how the ensemble of these species interacts with pioneer plants and how these relationships impact on plant succession. Although bats are clearly important

seed dispersal agents in tropical regions (Galindo-González *et al.* 2000, Medellín *et al.* 2000, Estrada & Coates-Estrada 2002, Willig *et al.* 2007, Melo *et al.* 2009) their impact on forest restoration in transformed habitats, in habitats undergoing regeneration is unclear. The purpose of this study was to characterize the ensemble of fruit bat species and the seeds that they disperse across four successional stages of a subandean landscape, ranging from mature forest to pasture land.

Methods

Study area

Our study took place in the Bremen-La Popa Forest Reserve (BLPFR), and the recently established corridors between that reserve and the Barbas River Canyon in the municipality of Filandia-Quindío, Colombia (4° 40' 25. 24" N, 75° 36' 54.33 W). We selected four areas that were characteristic of distinct successional stages: mature subandean forest, secondary growth with seven years of regeneration, secondary growth with one year of regeneration and pasture within the forest reserve.

The reserve is located on the western slopes of the Central Cordillera of the Colombian Andes, between

2000 and 2200 m; the average annual temperature is 18 °C and average annual rainfall is 3144 mm with a bimodal pattern regime (CRQ 2003). This reserve is one of the largest fragments of subandean forest (747.2 ha) in the region; the landscape comprises a mosaic of vegetation of different ages and states of conservation, from mature forest remnants, riparian corridors, plantation forests, areas with natural and assisted regeneration and pastures. This landscape is the product of a long history of human exploitation, which has resulted in the deforestation of the native forest that was transformed into grazing pastures approximately 80 years ago and subsequently reforested with fast growing exotic species (*Pinus patula* and *Cupressus lusitanica*) (Rengifo 1999).

Areas of secondary growth were old pine plantations that were harvested from seven years to six months ago. The areas of secondary growth with seven years of regeneration had high scrub with discontinuous shrub canopy that did not exceed 5 m in height, that lacked a clearly defined stratification and that had some adult trees present. The areas of secondary growth of one year had open scrub with shrub and grassland and some areas of bare soil. These last ones were located in the newly established corridors linking Bremen and the forest in the Barbas River Canyon.

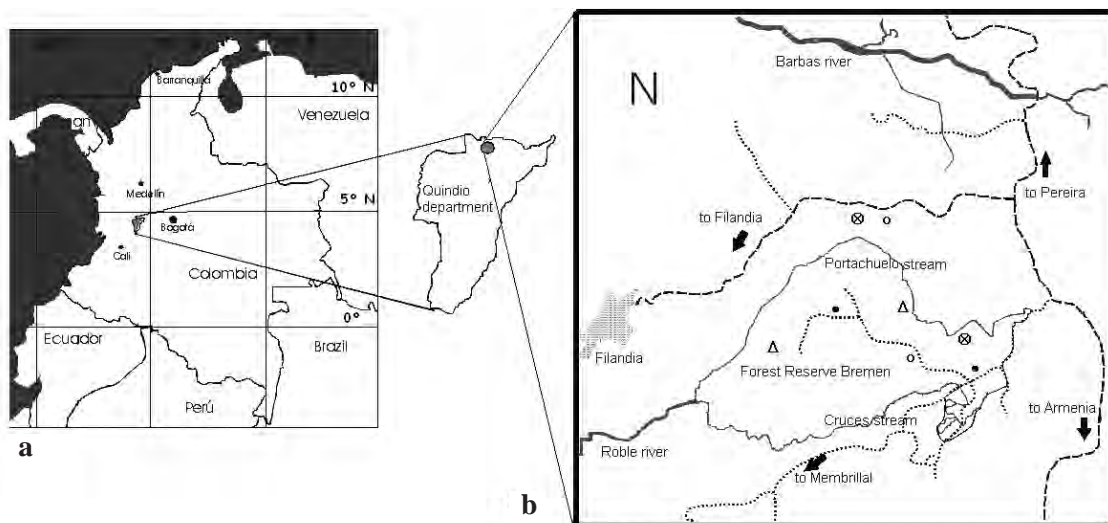


Figure 1. a) Location of Quindío Department within Colombia. b) Location of study area within Quindío. Sampling sites are represented by triangles (mature forest), black circles (seven years old secondary growth), circles with X (one year old secondary growth) and white circles (pastures).

Bat captures

Bats were sampled between August 2004 and February 2005 during a period that included one dry and one rainy season. Each successional stage was sampled at two different sites each night (88 nights for all study and 22 by each successional stage) using five mist nets 6 X 2.5 m placed at ground level, which were open from 18.00 hrs and checked every hour until 24.00 hrs. Captured frugivorous bats were measured and identified using field guides and taxonomic keys (Medellín *et al.* 1997, Muñoz 2001). A reference collection of 10 individuals was deposited in the mammal collection of the Research Institute of Biological Resources Alexander von Humboldt, Bogota, Colombia (specimen numbers IAvH-M 7880 to 7889).

Seed collection

Seeds were collected from bat feces. Under each mist net we installed a plastic sheet (6 X 1.2 m) in order to collect feces that fell to the ground while the bats were entangled in the net; bats were subsequently removed and stored in individual cloth bags. After forty minutes, which is the average intestinal transit time of the seeds in the bat gut, these bats were released and fecal samples were collected from each of the cloth bags (Stashko & Dinerstein 1988, Galindo-González *et al.* 2000).

In the laboratory, each fecal sample was dissected in a Petri dish with distilled water. Seeds were collected for each sample and the morphotypes were identified and compared with a reference collection prepared in advance on previous field collections of botanical samples with fruit from plants known to employ bat-mediated dispersal of seeds (Stashko & Dinerstein 1988). We also used seed and fruits catalogs of Niembro (1989), Ríos *et al.* (2004) and Lobova *et al.* (2009) for seed identification.

Data Analysis

Tampling efficiency was evaluated by mean of a species accumulation curve using the software EstimateS 7.0 (Colwell 1997) and the species richness estimators ACE and Chao1 were calculated (Moreno & Halffter 2002).

The richness and abundance of all fruit bats and the seeds dispersed by them in each of the successional stages were compared using one-way analysis of variance (ANOVA). Species richness and abundance of individuals was transformed by the square root ($\sqrt{n + 0.5}$) to correct deviations from normality. Significant analyses of variance (significance level of 0.05) were followed by a Tukey test (HSD). Variables that could not be normalized by transformation or those with non-homogeneous variances were subjected to Kruskal-Wallis test. All statistical procedures were performed using Statistix, version 6.0 (Analytical Software 1996).

The diversity of fruit bats and seed species in fecal samples was calculated using the Shannon index (H'). Species affinity was estimated using the Jaccard similarity coefficient and single-linkage dendrograms of similarity (Moreno & Halffter 2000, Moreno 2001).

To evaluate the importance of each frugivorous bat species as seed-dispersers in each successional stage, we calculated the dispersion index ($DII = (s \times B) / 1000$) (Galindo-González *et al.* 2000). This index evaluates the percentage of seeds in a fecal sample of each bat species (s) and the relative abundance of the captured bat species (B). Samples with a least one seed were considered as one event; samples with two seed species were considered as two, and so on. Dispersal index values range from zero to ten, where zero represents no seeds found in feces of a particular species and ten represents a unique bat species that disperses all seeds of a particular plant (Galindo-González *et al.* 2000).

Results

Composition of fruit bat assemblage

Composition of fruit bat assemblage.- A total of 389 bats were caught. These animals represented two families, six genera and eleven species (Table 1) with a total capture effort of 1484 mist net hours and a capture success of 0.26 individuals/mist net hour. Fruit bats accounted for 95.4% of the total captures and comprised nine species of the Phyllostomidae

Table 1. Total captures for each bat species according to successional stage. Guilds: Ai = aerial insectivores. Fg = foliage gleaners. Nf = nomad frugivorous. Sf = sedentary frugivorous.

Bat species	Guilds	Successional stage								Total
		Mature Forest		Seven years old secondary growth		One year old secondary growth		Pasture		
		n	% captures	n	% captures	n	% captures	n	% captures	
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Nf	12	8.6	5	4.5	13	11	0	0	30
<i>Artibeus lituratus</i>	Nf	12	8.6	36	32.1	46	39	17	89.5	111
<i>Carollia brevicauda</i>	Sf	32	22.9	12	10.7	0	0	0	0	44
<i>Enchisthenes hartii</i>	Nf	7	5	9	8	1	0.8	0	0	17
<i>Glossophaga longirostris</i>	Fg	12	8.6	0	0	0	0	0	0	12
<i>Myotis oxyotus</i>	Ai	4	2.9	0	0	0	0	2	10.5	6
<i>Platyrrhinus dorsalis</i>	Nf	7	5	2	1.8	0	0	0	0	9
<i>Sturnira bogotensis</i>	Sf	5	3.6	0	0	0	0	0	0	5
<i>Sturnira bidens</i>	Sf	7	5	2	1.8	0	0	0	0	9
<i>Sturnira lilium</i>	Sf	31	22.1	39	34.8	58	49.2	0	0	128
<i>Sturnira ludovici</i>	Sf	11	7.9	7	6.3	0	0	0	0	18
Total		140	100	112	100	118	100	19	100	389

family. Among fruit bats, four species accounted for 84.4% of the captures: *Sturnira lilium* (34.5%), *Artibeus lituratus* (29.9%), *Carollia brevicauda* (11.9%) and *Artibeus jamaicensis* (8.1%). Nectar feeding bats represented 3.1% of total captures, while insectivorous species accounted for 1.5%. Nomad fruit bats (Linares 1998, Soriano 2000) constituted 38.6% of the captures, whereas sedentary fruit bat species comprised 56.8% of captures.

Species accumulation curves reached an asymptote in all successional stages indicating that the sampling program resulted in a representative number of the bat species present in each landscape (Figures 2 and 3).

Bat richness differed significantly between successional stages (ANOVA, $F = 28.64$, $df = 3$, $P < 0.05$). Bat richness in the mature forest (5.5 ± 1.84) and in the area of seven-year secondary growth (4.0 ± 1.63) was significantly greater than the richness in the one-year secondary growth (2.4 ± 0.84), that in turn was significantly richer in bat species than pasture land (0.6 ± 0.84). Similarly, we observed significant differences between the species richness of these two successional stages.

Bat diversity, as indicated by H' values, showed a tendency to increase with succession stage, reflecting a high value in mature forests (forest one 2.1; forest two 1.98), followed by the seven-year secondary successional growth area (area one 1.64; area two 1.58), one-year secondary successional growth area (area one 0.99; area two 0.78) and finally the pasture (pasture one 0.34; pasture two 0); however, this trend was not significant.

Similarity in the composition of fruit bats in the sampled successional stages, indicated by the Jaccard similarity coefficient (I_j), revealed clear associations between bat assemblages in mature forest and secondary successional growths of one and seven years (Figure 4a).

Fruit bat abundances

Fruit bats were significantly more abundant in mature forest as measured by the average number of individuals captured per night (or cumulative number of individuals captured (13.9 ± 8.2), in the seven-year secondary growth (11.2 ± 8.91), and in one-year secondary growth (11.9 ± 8.39) than in pastures (1.9 ± 2.73) (ANOVA, $F = 8.58$, $df = 3$, $P < 0.05$).

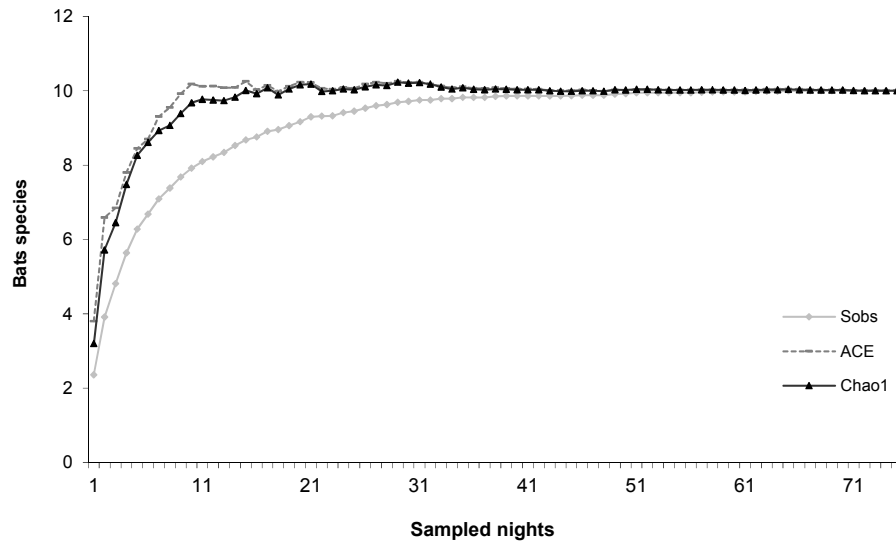


Figure 2. Bat species accumulation curve and sampling effort for all successional stages. Sobs: Observed species. ACE: number of estimated species, based in abundance and sample effort. Chao1: based in the number of rare species.

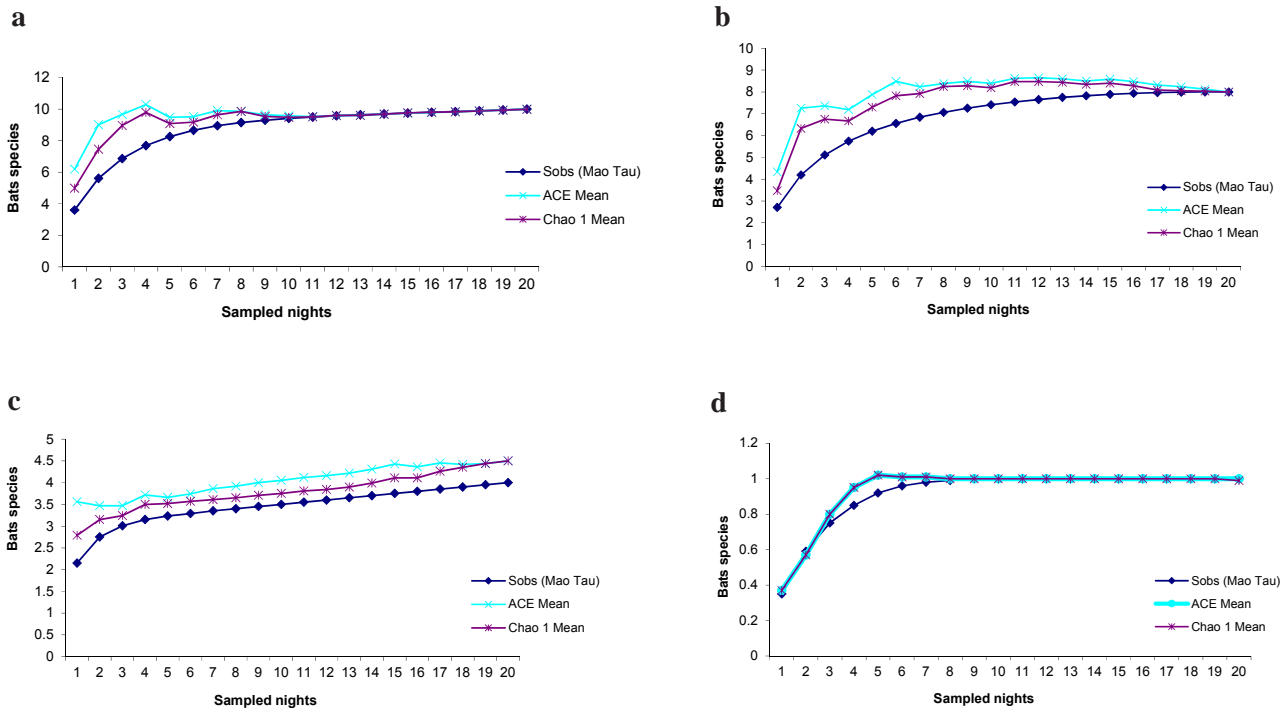


Figure 3. Bat species accumulation curve and sample effort by successional stage. Sobs (Mao Tau): Observed species. ACE: number of estimated species, based in abundance and sample effort. Chao1: based in the number of rare species. a) Mature forest. b) Secondary growth with seven years of regeneration. c) Secondary growth with one year of regeneration. d) Pastures.

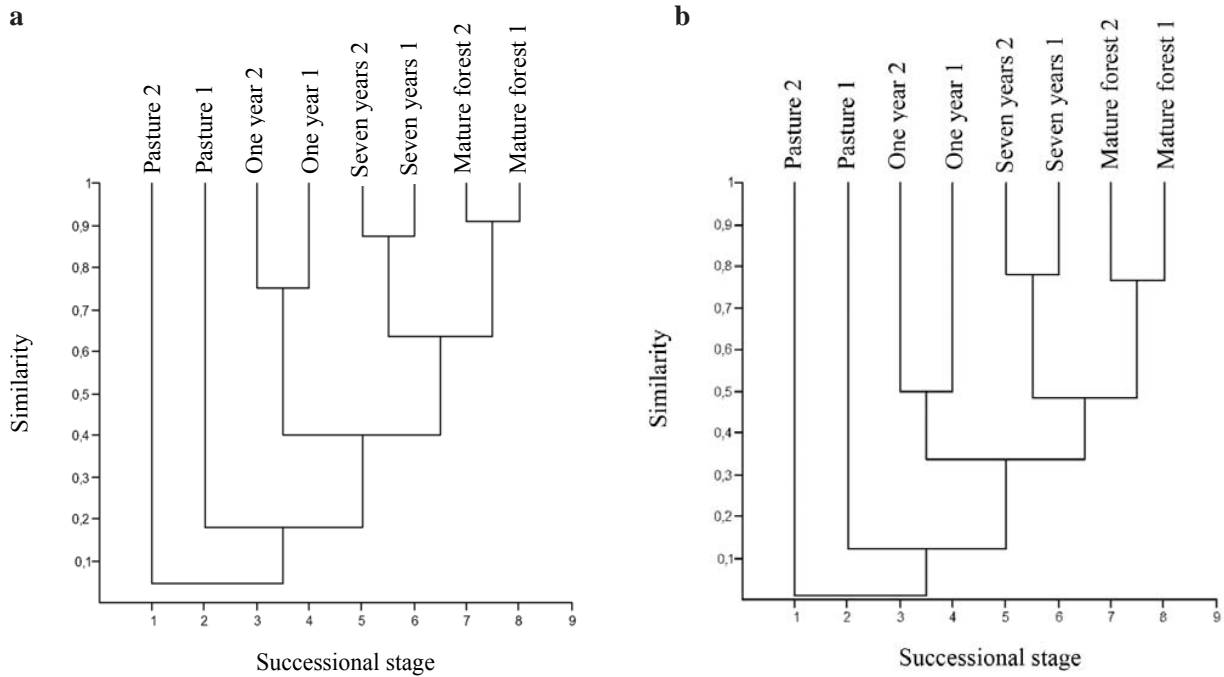


Figure 4. Cluster analysis of study areas based on: a) bat species similarity and b) seed species similarity.

Of the nine species of fruit bats caught, three of them (*A. lituratus*, *P. dorsalis* and *S. bidens*) showed no statistically significant differences in abundance between successional stages (Table 2), the remaining six species showed significant differences in relative abundance between successional stages (ANOVA, $P < 0.05$). The remaining six species showed significant differences in relative abundance between successional stages as shown below.

The most abundant species in the landscape were *S. lilium* and *A. lituratus*. The former species was not captured in pastures, and its abundance decreased from young secondary growth to mature forest. The latter species was the only one captured in pastures and its abundance did not vary significantly between successional stages.

Carollia brevicauda and *S. ludovici* were most abundant in mature forest and in the seven-year secondary growth area, but were absent in the pasture and in the one-year secondary growth area. The abundances of *E. hartii* in the mature forest and in the seven-year secondary growth area were significantly higher than the abundances of this species in the one-

year secondary growth or pastures. The abundance of *E. hartii* and *A. jamaicensis* decreased as the structural complexity of vegetation diminished. Finally, *S. bogotensis* was only captured in mature forest.

Seeds dispersed by bats

A total of 353 bat fecal samples with seeds were processed resulting in a total of 362 seed records which contained individuals from 18 plant species belonging to eleven different families (Table 3). Only nine fecal samples (2.5%) contained two or more species of plants. Piperaceae and Solanaceae were the most diverse families with four species each (22.2% of occurrence, presence-absence), Araceae, was represented by two species (11.1%), and Urticaceae, Clusiaceae, Moraceae, Myrtaceae, and Arecaceae were only represented by one species each (5.6%); there were also three unidentified families, each with one species (5.6%). The most common species in the fecal samples was *Cecropia telealba* (40.6% of fecal samples) followed by *Solanum undullata* (12%) and *S. aphyodendron* (11.3%). Seeds of *C. telealba* were found in fecal samples collected in all successional stages.

Table 2. Frugivorous bat abundance at each successional stage. Mean number of captures per night by mist net (mean \pm standard deviation) *Kruskall-Wallis F and P values.

Bats species	Mature forest	Seven years	One year	Pastures	df	F*	P*
<i>Artibeus jamaicensis</i>	0,11 \pm 0,12	0,05 \pm 0,12	0,12 \pm 0,15	0	3	4,4	0,0102
<i>Artibeus lituratus</i>	0,11 \pm 0,16	0,33 \pm 0,30	0,44 \pm 0,40	0,15 \pm 0,23	3	2,23	0,1011
<i>Carollia brevicauda</i>	0,30 \pm 0,28	0,12 \pm 0,09	0	0	3	31,91	<0.0001
<i>Enchisthenes hartii</i>	0,07 \pm 0,10	0,08 \pm 0,09	0,01 \pm 0,04	0	3	4,4	0,0097
<i>Platyrrhinus dorsalis</i>	0,08 \pm 0,25	0,02 \pm 0,04	0	0	3	1,27	0,3
<i>Sturnira lilium</i>	0,29 \pm 0,20	0,35 \pm 0,40	0,54 \pm 0,62	0	3	10,29	<0.0001
<i>Sturnira ludovici</i>	0,10 \pm 0,17	0,07 \pm 0,07	0	0	3	6,09	0,0018
<i>Sturnira bogotensis</i>	0,05 \pm 0,06	0	0	0	3	5,98	0,002
<i>Sturnira bidens</i>	0,06 \pm 0,11	0,02 \pm 0,04	0	0	3	2,26	0,0978

Species richness and relative abundance of seeds dispersed among successional stages

The richness of seeds dispersed in forest (5.9 ± 2.72), in seven-year secondary growth sites (5.3 ± 2.67) and in one-year secondary growth sites (4.1 ± 2.92) were significantly higher than richness of seeds dispersed in pastures (0.70 ± 0.94) (ANOVA, $F = 14.39$, $df = 3$, $P < 0.05$). Moreover, the abundance of seeds dispersed in forest (12.6 ± 7.76), in seven-year secondary growth (10.4 ± 8.26) and in one-year secondary growth sites (11.4 ± 8.80) were significantly higher than for seeds dispersed in the pastures (1.80 ± 2.74) (ANOVA, $F = 8.09$, $df = 3$, $P < 0.05$).

The diversity of plant species dispersed by bats followed the same pattern of diversity of bats, with a higher value for the mature forest (forest one 2.14 bat diversity index, forest two 2.41 bat diversity index), followed by seven-year secondary growth (area one 1.81 bat diversity index, area two 1.71 bat diversity index), one-year secondary growth (area one 1.21 bat diversity index, area two 1.5 bat diversity index) and finally pasture (pasture one 0 bat diversity index, pasture two 0 bat diversity index).

Similarity among study sites

Grouping of study sites based on dispersed seed similarity followed the exact same pattern as that of

bat similarity, with each successional stage forming a distinct group. The mature forest clusters with the secondary growth of seven years site and these then groups with the one year site. Pastures were not pooled because no bats were captured at one site (Figure 4b).

Abundance of seeds dispersed by successional stage

Of the 18 species of seeds eaten by fruit bats, seven species did not differ in abundance between habitats: *Cecropia telealba* (Urticaceae), *Psidium guajava* (Myrtaceae), *Aiphanes lindeniana* (Arecaceae), *Piper* sp.1, *Piper* sp.2 (Piperaceae), morphospecies 1 and morphospecies 2 (Table 3). By contrast, eleven species showed significant differences in their abundance between successional stages; *Anthurium sanguineum* (Araceae), *Anthurium* sp., *Vismia guianensis* (Clusiaceae), *Ficus andicola* (Moraceae), *Piper aduncum*, *P. crassinervium* (Piperaceae) *Solanum acerifolium*, *S. aphyodendron*, *S. undullata*, *S. ovalifolium* (Solanaceae) and morphospecies 3 (Table 4). *Cecropia telealba* was dispersed in all successional stages, although in lower abundance in the pasture.

Table 3. Number of fecal samples with seeds for each plant species in each successional stage. Successional category: Pioneer species (P) and late succession species (S).

Family of plant	Plant species	Life form	Successional stage												
			Mature Forest			Seven years old secondary growth			One year old secondary growth			Pasture			Total
			Samples with seeds	%	Samples with seeds	%	Samples with seeds	%	Samples with seeds	%	Samples with seeds	%	Samples with seeds	%	
Araceae (S)	<i>Anthurium sanguineum</i>	Herb	5	4.0	6	5.7	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	<i>Anthurium</i> sp.	Herb	6	4.8	4	3.8	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Urticaceae (P)	<i>Cecropia telealba</i>	Tree	44	34.9	34	32.4	54	46.6	15	100	147				
Clusiaceae (S)	<i>Vismia guianensis</i>	Tree	7	5.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Moraceae (S)	<i>Ficus andicola</i>	Tree	8	6.3	3	2.9	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Myrtaceae (S)	<i>Psidium guajava</i>	Tree	0	0.0	0	0	1	0.9	0	0	0	0	0	0	1
Arecaceae (S)	<i>Aiphanes lindeniana</i>	Palm tree	1	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Piper aduncum</i>	Shrub	4	3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Piperaceae (P)	<i>Piper crassinervium</i>	Shrub	8	6.3	15	13.2	0	0	0	0	0	0	0	0	23
	<i>Piper</i> sp. 1	Shrub	3	2.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	<i>Piper</i> sp. 2	Shrub	5	4.0	0	0	2	1.7	0	0	0	0	0	0	7
Solanaceae (P)	<i>Solanum acerifolium</i>	Shrub	6	4.8	1	1.0	23	19.8	0	0	0	0	0	0	30
	<i>Solanum aphyodendron</i>	Shrub	8	6.3	26	24.8	7	6.0	0	0	0	0	0	0	41
	<i>Solanum ovalifolium</i>	Shrub	4	3.2	0	0	2	1.7	0	0	0	0	0	0	6
	<i>Solanum undulata</i>	Shrub	5	4.0	14	13.3	26	22.4	0	0	0	0	0	0	45
Undetermined	Morphospecies 1	-	3	2.4	0	0	1	0.9	0	0	0	0	0	0	4
	Morphospecies 2	-	2	1.6	2	1.9	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Morphospecies 3	-	7	5.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Total			126	100	105	100	116	100	15	100	116	100	15	100	362

Table 4. Seed species dispersed by bats in each successional stage. The data shows the occurrence means of plants species per night for mist net (mean \pm standard deviation) with values F and P of Kruskal-Wallis non parametric analysis.

Plants species	Mature forest	Seven years	One year	Pastures	df	F	P
<i>Anthurium sanguineum</i>	0.05 \pm 0.05	0.06 \pm 0.08	0	0	3	4.87	0.006
<i>Anthurium</i> sp.	0.06 \pm 0.08	0.04 \pm 0.07	0	0	3	3.37	0.029
<i>Cecropia telealba</i>	0.42 \pm 0.35	0.32 \pm 0.44	0.51 \pm 0.40	0.14 \pm 0.15	3	2.59	0.068
<i>Vismia guianensis</i>	0.07 \pm 0.08	0	0	0	3	8.92	<0.0001
<i>Ficus andicola</i>	0.07 \pm 0.12	0.03 \pm 0.06	0	0	3	3.34	0.030
<i>Psidium guajava</i>	0	0	0.01 \pm 0.04	0	3	1.00	0.404
<i>Aiphanes lindeniana</i>	0.01 \pm 0.03	0	0	0	3	1.00	0.404
<i>Piper aduncum</i>	0.04 \pm 0.05	0	0	0	3	5.98	0.002
<i>Piper crassinervium</i>	0.07 \pm 0.14	0.14 \pm 0.30	0	0	3	3.93	0.016
<i>Piper</i> sp. 1	0.03 \pm 0.06	0	0	0	3	2.25	0.099
<i>Piper</i> sp. 2	0.05 \pm 0.08	0	0.02 \pm 0.04	0	3	2.24	0.101
<i>Solanum acerifolium</i>	0.05 \pm 0.06	0.01 \pm 0.03	0.22 \pm 0.24	0	3	8.56	0.0002
<i>Solanum aphydendron</i>	0.08 \pm 0.10	0.24 \pm 0.16	0.06 \pm 0.11	0	3	11.52	<0.0001
<i>Solanum ovalifolium</i>	0.04 \pm 0.05	0	0.02 \pm 0.04	0	3	3.14	0.037
<i>Solanum undullata</i>	0.05 \pm 0.05	0.13 \pm 0.11	0.24 \pm 0.25	0	3	10.8	<0.0001
Morfospecie 1	0.03 \pm 0.05	0.02 \pm 0.06	0.01 \pm 0.03	0	3	1.39	0.261
Morfospecie 2	0.02 \pm 0.04	0	0	0	3	2.25	0.099
Morfospecie 3	0.06 \pm 0.14	0	0	0	3	3.85	0.017

Dispersion index (DII)

Sturnira lilium was the most important seed disperser for the entire study area (DII = 1.21), followed by *A. lituratus* (DII = 0.84) and *C. brevicauda* (DII = 0.14). *C. brevicauda* was the most important disperser in the mature forest (DII = 0.66), followed by *S. lilium* (DII = 0.62) and *A. jamaicensis* (DII = 0.09). *S. lilium* presented the highest DII value in the seven-year secondary growth sites (DII = 1.16). Other important species of bats based on their seed dispersal in this successional stage were *A. lituratus* (DII = 1.07) and *C. brevicauda* (DII = 0.11). *Sturnira lilium* was the most important disperser in the one-year secondary growth sites (DII = 2.59) followed by *A. lituratus* (DII = 1.38). *Artibeus lituratus* was the only species

captured in the pasture, therefore this species was the most important as a dispersing agent (Annex 1).

Discussion

In this study, fruit bats assemblages showed significant differences in their structure and composition depending on the successional stages. Bat assemblages increased in complexity as succession progressed. These differences occur because habitats with greater structural development offer more niches for bats (Kalko 1998, Law *et al.* 1999, Clarke *et al.* 2005, Vleut *et al.* 2015). Similarly, the structure and composition of flora are important factors in shaping the structure fruit bat assemblages (Rex *et al.* 2008, Estrada-Villegas *et*

al. 2007, Vleut *et al.* 2015). In addition, the richness of dispersed seeds increases with complexity of bat assemblages, probably because bats are involved in a greater proportion of ecological interaction in areas with an increased diversity of fruit resources - (Laurence & Bierregard 1997, Duncan & Chapman 1999, Chapman *et al.* 2003, Lopez & Vaughan 2004, Klem *et al.* 2008, Vleut *et al.* 2015).

The nomad fruit bats were the first to use the pasture and the one and seven year regeneration areas as foraging habitats. In contrast, sedentary fruit bats were common in the mature forest and sometimes foraged in the habitats with seven-year regeneration. However, in the mature forest it is common to find nomad and sedentary bat populations in similar proportions, possibly because the mature forest and the advanced secondary growth areas offer greater amounts of resources for foraging fruit bats (Kalko 1998, Clarke *et al.* 2005, Castro-Luna *et al.* 2007, Willig *et al.* 2007, Melo *et al.* 2009, Estrada-Villegas *et al.* 2010), as opposed to the other two habitats where the bats captured were exclusively generalist species (Fenton *et al.* 1992, Cosson *et al.* 1999).

Sturnira lilium was the most important disperser (Annex 1), which likely reflects the wide variety of plant species it consumed (12 species). *Artibeus lituratus* was equally important because it was the second species with the highest DII value in this study and across different successional stages. As such, *S. lilium* and *A. lituratus* appear to represent the most important species in aiding the establishment and regeneration of vegetation during the initial stages of succession.

The results of this study are in line with those of other authors that reported lower levels of seed dispersal in less complex habitats (Medellín & Gaona 1999, Cubiñá & Aide 2001, Estrada-Villegas *et al.* 2007, 2010, Vleut *et al.* 2015). Differences in the richness of the dispersed seeds in each successional stage were consistent with the results obtained for the fruit bats assemblages given that both variables tend to assume greater complexity as the abundance and richness of the vegetation increases. This may occur because

vegetation structure influences the activity of seed dispersers and because the richness and abundance of zoochorous seeds depends on the abundance and richness of zoochorous plants at each location (Barbosa & Pizo 2006). Indeed, the mature forest had a higher proportion of dispersed seeds compared to less vegetationally-complex sites. We found that bats dispersed seeds of two herbaceous species, eight shrub species, and three palm trees in the mature forest sites. In the seven-year secondary growth sites seeds belonging to two herbaceous species, five shrubs and two trees were bat-dispersed, whereas at the one-year secondary growth sites, five species of shrubs and two trees were dispersed by bats. In pasture sites, bats were implicated in the dispersal of only tree species (Table 3). It was clear that *C. telealba* was the plant species with the highest degree of bat-mediated dispersal across all successional stages. Given the broad distribution of this food source in the study area, all bats captured (with the exception of *S. bidens*) included it in their diets.

This study supports the idea that bats play a key role as primary seed dispersers in areas that have been cleared of forest. For this reason, maintaining a healthy fruit bat population is crucial to natural forest regeneration in the tropics. Future restoration ecology experiments should examine the effect of planting chiropterochoric species in pastures and in areas undergoing early succession to evaluate the impact of fruit bat assemblages on the rate of regenerational processes. In this respect, we predict that planting of *C. telealba*, *F. aduncum*, *S. acerifolium*, *S. aphyodendron*, *S. undulata* and *P. crassinervium* in this region is likely to promote forest regeneration and favor greater diversity in fruit bat populations. These plant species and bats can facilitate the progression of secondary forest sites toward later successional stages.

Acknowledgments

We thank the Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, for partial funding (Paisajes Rurales beca. 12/04), the Corporación Autónoma Regional del Quindío,

for research permits and access to Bremen Forest Reserve, to W. Vargas for help in determining seeds, D. Patiño and X. Zuluaga for assistance in field and laboratory work. To J. Daniel J. and T. Williams for editing the manuscript.

Bibliography

- Aide, T. M. & J. Cavelier. 1994. Barriers to lowland tropical forest restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Restoration Ecology* 2: 219-229.
- Analytical software. 1996. Statistix for windows, version 1.0. Analytical Software, Tallahassee, Florida, USA.
- Barbosa, K. C. & M. A. Pizo. 2006. Seed rain and seed limitation in a planted gallery forest in Brazil. *Restoration Ecology* 14: 504-515.
- Bernard, E. & M. B. Fenton. 2003. Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in central Amazonia, Brazil. *Biotropica* 35: 262-277.
- Brown, S. & A. E. Lugo. 1994. Rehabilitation of tropical forest lands: a key to sustaining development. *Restoration Ecology* 2: 97-111.
- Castro-Luna, A. A., V. J. Sousa y G. Castillo-Campos. 2007. Bat diversity and abundance associated with the degree of secondary succession in a tropical forest mosaic in south-eastern Mexico. *Animal Conservation* 10: 219-228.
- Chapman, C. A., L. J. Chapman, K. Vulinec, A. Zanne & M. J. Lawes. 2003. Fragmentation and alteration of seed dispersal processes: an initial evaluation of dune beetles, seed fate and seedling diversity. *Biotropica* 35: 382-393.
- Charles-Dominique, P. & A. Cockle. 2001. Frugivory and seed dispersal by bats. Pp. 207-215. In: Bongor, F., P. Charles-Dominique, P.-M. Forget and M. Théy (Eds), *Nouragues: dynamics and plant-animal interactions in a neotropical rainforest*. Kluwer Academia Publishers, Boston, USA.
- Clarke, F. M., L. V. Rostant & P. A. Racey. 2005. Life after logging: post recovery of a neotropical bat community. *Journal of Applied Ecology* 42: 409-420.
- Colwell, R. K. 1997. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from simples. Version 7.0. Department of ecology and evolutionary biology. University of Connecticut. New York, USA.
- Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ). 2003. Boletín meteorológico 2002. Corporación Autónoma Regional del Quindío. Armenia, Quindío. 126 pp.
- Cosson, J. F., J. M. Pons & D. Masson. 1999. Effects of forest fragmentation on frugivorous and nectarivorous bats in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology* 15: 515-534.
- Cubiña, A. & M. Aide. 2001. The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropical pasture. *Biotropica* 33: 260-267.
- Dalling, J. W., S. P. Hubell & K. Silvera. 1998. Seed dispersal, seedling establishment and gap partitioning among tropical pioneer trees. *Journal of Ecology* 86: 674-689.
- Da Silva, J. M., C. Uhl & G. Murray. 1996. Plant successions, landscape management and the ecology of frugivorous birds in abandoned Amazonian pastures. *Conservation Biology* 10: 491-503.
- Duncan, S. R. & C. A. Chapman. 1999. Seed dispersal and potential forest succession in abandoned agricultural in tropical Africa. *Ecological Applications* 9 (3): 988-1008.
- Estrada, A. & R. Coates-Estrada. 2002. Bats in continuous forests?, forest fragments and in a agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation* 103: 237-245.
- Estrada-Villegas, S., J. Pérez-Torres & P. R. Stevenson. 2007. Dispersión de semillas por murciélagos en un borde de bosque montano. *Ecotrópicos* 20: 1-14.
- Estrada-Villegas, S., J. Pérez-Torres & P. R. Stevenson. 2010. Ensamblaje de murciélagos en un bosque subandino colombiano y análisis sobre la dieta de algunas especies. *Mastozoología Neotropical* 17: 31-41.
- Etter, A. & W. van Wyngaarden. 2000. Patterns of landscape transformations in Colombia, with emphasis in the Andean region. *Ambio* 29: 432-439.
- Etter, A. y A. Villa. 2000. Andean forest and farming systems in part of the Easter Cordillera (Colombia). *Mountain Research and Development* 20: 236-245.
- Etter, A., C. Mc Alpine, D. Pullar & H. Possingham. 2006. Modelling the conversion of Colombian lowland ecosystems since 1940: driver, patterns and rates. *Journal of Environmental Management* 79: 74-87.
- Fenton, M. B., L. Acharya, D. Audet, M. B. C. Hickey, C. Merriman, M. K. Obirist & D. M. Syme. 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica* 24: 440-446.
- Fleming, T. H. 1988. The short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions. University of Chicago Press, Chicago, USA. 365 pp.
- Galindo-González, J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana* 73: 57-74.

- Galindo-González, J. S. Guevara & V. Sosa. 2000. Bat- and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation Biology* 14: 1693-1702.
- Gorchov, D. L., F. Cornejo, C. Ascorra & M. Jaramillo. 1993. The role of seed dispersal in the natural regeneration of rain forest after strip-cutting in the Peruvian Amazon. *Vegetation* 107/108: 339-349.
- Holl, K. D. 1999. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate and soil. *Biotropica* 31: 229-242.
- Howe, H. F. & J. Smallwood. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.
- Ingle, N. R. 2003. Seed dispersal by wind, birds and bats between Philippine montane rainforest and successional vegetation. *Oecologia* 134: 251-261.
- Kalko, E. K. V. 1998. Organisation and diversity of tropical bat communities through space and time. *Zoology* 101: 281-297.
- Kelm, D. H., K. R. Wiesner & O. von Helversen. 2008. Effects of artificial roosts for frugivorous bats on seed dispersal in a neotropical forest pasture mosaic. *Conservation Biology* 22: 733-741.
- Laurence, W. F. & R. O. Bierregaard. 1997. Introduction. Edge effects in forest fragments. Pp. 29-31. *In*: Laurence W. F. & R. O. Bierregaard. Tropical forest remnants. Ecology, management and conservation of fragmented communities. University of Chicago Press. Chicago. EU.
- Law, B. S., J. Anderson y M. Chidel. 1999. Bat communities in a fragmented forest landscape on the south-west slopes of New South Wales, Australia. *Biological Conservation* 88: 333-345.
- Linares, O. J. 1998. Mamíferos de Venezuela. Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela. Caracas, Venezuela. 691 pp.
- Lobova, T. A., C.K. Geiselman & S.A. Mori. 2009. Seed dispersal by bats in the neotropics. The New York Botanical Garden Press. 471 pp.
- López, J. E. & C. Vaughan. 2004. Observations on the role of frugivorous bats as seed dispersers in Costa Rican secondary humid forests. *Acta Chiropterologica* 6: 111-119.
- Medellín, R., E. Equihua & M. A. Amin. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in neotropical rainforest. *Conservation Biology* 14: 1966-1975.
- Medellín, R., H. Arita & O. Sánchez. 1997. Identificación de los murciélagos de México. Asociación mexicana de mastozoología. México D.F., México. 83 pp.
- Medellín, R. & O. Gaona. 1999. Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats of Chiapas, Mexico. *Biotropica* 31: 478-485.
- Melo, F. P., B. Rodríguez-Herrera, R. L. Chazdon, R. A. Medellín & G. G. Ceballos. 2009. Small tend-roosting bats promote dispersal of large-seeded plants in a neotropical forest. *Biotropica* 41: 737-743.
- Moreno, C. E. 2001. Manual de métodos para medir diversidad. 86 pp.
- Moreno, C. E. & G. Halffter. 2002. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology* 37: 149-158.
- Muñoz, J. 2001. Los murciélagos de Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 391 pp.
- Naranjo, M., C. Rengifo & P. Soriano. 2003. Effect of ingestion by bats and birds on seed germination of *Stenocereus griseus* and *Subpilocereus repandus* (Cactaceae). *Journal of Tropical Ecology* 19: 19-25.
- Niembro, A. 1989. Semillas de las plantas leñosas, morfología comparada. Editorial Limusa, S. A. México D. F., México. 224pp.
- Pérez-Torres, J. & N. Cortés-Delgado. 2009. Murciélagos de la reserva natural La Montaña del Ocaso (Quindío, Colombia). *Chiroptera Neotropical* 15: 456-460.
- Renjifo, L. M. 1999. Composition changes in a subandean avifauna after long-term forest fragmentation. *Conservation Biology* 13: 1124-1139.
- Renjifo, L. M. 2001. Effect of natural and anthropogenic landscape matrices on the abundance of subandean bird species. *Ecological Applications* 11: 14-31.
- Rex, K., D. H. Klem, K. Wiesner, T. Kunz & C. C. Voigt. 2008. Species richness and structure of three neotropical bat assemblages. *Biological Journal of the Linnean Society* 94: 617-629.
- Ríos, M., P. Giraldo & D. Correa. 2004. Guía de frutos y semillas de la cuenca media del río Otún. Fundación Eco andina, WCS-Colombia. Santiago de Cali, Colombia. 248 pp.
- Schupp, E. W. & M. Fuentes. 1995. Spatial patterns of seed dispersal and the unification of plant population ecology. *Ecoscience* 2: 267-275.
- Soriano, P. J. 2000. Functional structure of bat communities in tropical rainforests and Andean cloud forests. *Ecotrópicos* 13 (1): 1-20.
- Stashko, E. & E. Dinerstein. 1988. Methods of estimating fruit availability to frugivorous bats. Pp. 221-231. *In*: Kunz T. (Ed.). Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats.
- Vieira, I. C. G., C. Uhl & D. C. Nepstad. 1994. The role of the shrub *Cordia multispicata* Cham. as a "succession

facilitator” in an abandoned pasture. Paragominas, Amazonia. *Vegetatio* 115: 91-99.

White, P. S. & S. T. A. Pickett. 1985. Natural disturbance and path dynamics: an introduction. Pp. 3-13. *In*: Pickett S. T. A. & White, P. S. (Eds.). *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press, Orlando.

Wijdeven, S. M., & M. E. Kuzee. 2000. Seed availability as a limiting factor in forest recovery processes in Costa Rica. *Restoration Ecology* 8: 414-424.

Willig, M. R., S. J. Presley, C. P. Bloch, C. L. Hice, S. P. Yanoviak, M. M. Díaz, L. Arias C., V. Pacheco & S. C. Weaver. 2007. Phyllostomid bats of lowland Amazonia: Effects of habitat alteration on abundance. *Biotropica* 39: 737-746.

Wunderle, J. M. 1997. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management* 99: 223-235.

Zimmerman, J. K., J. B. Pascarella & T. M. Aide. 2000. Barriers to forest regeneration in an abandoned pasture in Puerto Rico. *Restoration Ecology* 8: 350-360.

Annex 1. Dispersion index (DII). Plants species dispersed by bats, showing seed percentage in bat fecal samples taken from: mature forest (feces with seeds; n=126), secondary growth with seven years of regeneration (feces with seeds; n = 105), secondary growth with one year of regeneration (feces with seeds; n=116), pastures (feces with seeds; n=15) and for all study (feces with seeds; n = 362). a) C. br.= *Carollia brevicauda*. E. ha.= *Enchisthenes hartii*. A. ja.=*Artibeus jamaicensis*. A. li = *Artibeus lituratus*. S.bi.=*Sturnira bidens*. S. li. =*Sturnira lilium*. S. lu.=*Sturnira ludovici*. S. bo.=*Sturnira bogotensis*. P. do.= *Platyrrhinus dorsalis*. b) Importance disperser species bats index.

Plant species	Successional stage												
	Mature forest (n=126)						Seven years old secondary growth (n=105)			One year old secondary growth (n=116)			
	Bat species ^a						Bat species ^a			Bat species ^a			
	C. br.	E. ha.	A. ja.	A. li.	S. li.	S. lu.	C. br.	E. ha.	A. li.	S. li.	A. ja.	E. li.	S. li.
<i>Cecropia telealba</i>	11.11	1.59	3.97	3.17	3.97	3.97	0	2.86	26.67	0.95	6.9	31.03	7.76
<i>Vismia guianensis</i>	1.59	0.79	0.79	0	0.79	0.79	0	0	2.86	0	0	0	0
<i>Ficus andicola</i>	0	0.79	0	2.38	2.38	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Piper aduncum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Piper crassinervium</i>	2.38	0	0	0.79	0.79	2.38	0	0	0.95	13.33	0	0	0
<i>Piper sp. 1</i>	0	0	0	0	2.38	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Piper sp. 2</i>	1.59	0	0	0	2.38	0	0	0	0	0	0	0	1.72
<i>Solanum acerifolium</i>	0.79	0	0	0	1.59	0	0	0	0	0	0	0.86	18.97
<i>Solanum aphyodendron</i>	0.79	0	2.38	0	2.38	0	4.76	3.81	0	14.29	0	0	6.03
<i>Solanum ovalifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.72
<i>Solanum undulata</i>	0	0	0	0.79	1.59	1.59	0	1.9	0.95	4.76	2.59	3.45	16.38
Total %	25.4	5.56	9.52	8.73	24.6	10.32	10.48	8.57	33.33	33.33	11.21	35.34	52.59
Bat abundance	25.81	5.65	9.68	9.68	25	8.87	10.7	8	32.1	34.8	11	39	49.2
DII ^b (0-10)	0.66	0.03	0.09	0.08	0.62	0.09	0.11	0.07	1.07	1.16	0.12	1.38	2.59

Cont. Annex 1. Dispersion index (DII). Plants species dispersed by bats, showing seed percentage in bat fecal samples taken from: mature forest (feces with seeds; n=126), secondary growth with seven years of regeneration (feces with seeds; n = 105), secondary growth with one year of regeneration (feces with seeds; n=116), pastures (feces with seeds; n=15) and for all study (feces with seeds; n = 362). a) C. br.= *Carollia brevicauda*. E. ha.= *Enchisthenes hartii*. A. ja.=*Artibeus jamaicensis*. A. li = *Artibeus lituratus*. S.bi.=*Sturnira bidens*. S. li. =*Sturnira lilium*. S. lu.=*Sturnira ludovici*. S. bo.= *Sturnira bogotensis*. P. do.= *Platyrrhinus dorsalis*. b) Importance disperser species bats index.

Plant species	Successional stage										Total
	Pasture (n=15)				All successional stages (n=362)						
	Bat species ^a				Bat species ^a						
	A. li.	C. br.	E. ha.	A. ja.	A. li.	S. bi.	S. li.	S. lu.	S. bo.	P. do.	
<i>Cecropia telealba</i>	100	3.87	1.66	3.59	22.93	0	4.14	1.38	1.1	1.93	40.61
<i>Vismia guianensis</i>	0	0.55	0.28	0.28	0	0	0.28	0.28	0	0.28	1.93
<i>Ficus andicola</i>	0	0	0.28	0	1.66	0.28	0.83	0	0	0.28	3.31
<i>Piper aduncum</i>	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1
<i>Piper crassinervium</i>	0	0.83	0	0	0.55	0	4.14	0.83	0	0	6.35
<i>Piper sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0.83	0	0	0	0.83
<i>Piper sp. 2</i>	0	0.55	0	0	0	1.1	1.38	0	0	0	3.04
<i>Solanum acerifolium</i>	0	0.28	0	0	0.28	0	6.63	0	0	0	7.18
<i>Solanum aphyodendron</i>	0	1.66	1.1	1.38	0	1.1	6.91	0	0.28	0	12.43
<i>Solanum ovalifolium</i>	0	0	0	0	0	0.28	0.55	0	0	0	0.83
<i>Solanum undulata</i>	0	0	0.55	1.66	1.66	0	7.18	1.1	0	0	12.15
Total %	100	11.88	4.7	8.29	28.18	2.76	35.08	5.25	1.38	2.49	100
Bat abundance	100	11.86	4.58	8.09	29.92	2.43	34.5	4.85	1.35	2.43	100
DII ^b (0-10)	10	0.14	0.02	0.07	0.84	0.01	1.21	0.03	0.01	0.01	10

Mauricio Aguilar-Garavito
 Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
 Alexander von Humboldt
 Bogotá, Colombia.
 maguilar@humboldt.org.co
 mauricioaguil@gmail.com

Luis Miguel Renjifo
 Pontificia Universidad Javeriana
 Facultad de Estudios Ambientales y Rurales
 Departamento de Ecología y Territorio
 Bogotá D.C, Colombia.
 lmrenjifo@javeriana.edu.co

Jairo Pérez-Torres
 Pontificia Universidad Javeriana
 Unidad de Ecología y Sistemática (UNESIS)
 Laboratorio de Ecología Funcional
 Bogotá D.C, Colombia
 jaiperez@javeriana.edu.co

Seed dispersal by bats across four successional stages of a subandean landscape

Cítese como: Aguilar-Garavito, M., L. M. Renjifo & J. Pérez-Torres. 2014. Seed dispersal by bats across four successional stages of a subandean landscape. *Biota Colombiana* 15 (Supl. 2): 87-101.

Recibido: 16 de octubre de 2014
 Aprobado: 25 de abril de 2015

Guía para autores

(www.humboldt.org.co/biota)

Preparación del manuscrito

El envío de un manuscrito implica la declaración explícita por parte del autor(es) de que este no ha sido previamente publicado, ni aceptado para su publicación en otra revista u otro órgano de difusión científica. Todas las contribuciones son de la entera responsabilidad de sus autores y no del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, ni de la revista o sus editores.

Los trabajos pueden estar escritos en español, inglés o portugués, y se recomienda que no excedan las 40 páginas (párrafo espaciado a 1,5 líneas) incluyendo tablas, figuras y anexos. En casos especiales el editor podrá considerar la publicación de trabajos más extensos, monografías o actas de congresos, talleres o simposios. De particular interés para la revista son las descripciones de especies nuevas para la ciencia, nuevos registros geográficos y listados de la biodiversidad regional.

Para la elaboración de los textos del manuscrito se puede usar cualquier procesador de palabras (preferiblemente Word); los listados (a manera de tabla) deben ser elaborados en una hoja de cálculo (preferiblemente Excel). Para someter un manuscrito es necesario además anexar una carta de intención en la que se indique claramente:

1. Nombre(s) completo(s) del(los) autor(es), y direcciones para envío de correspondencia (es indispensable suministrar una dirección de correo electrónico para comunicación directa).
2. Título completo del manuscrito.
3. Nombres, tamaños y tipos de archivos suministrados.
4. Lista mínimo de tres revisores sugeridos que puedan evaluar el manuscrito, con sus respectivas direcciones electrónicas.

Evaluación del manuscrito

Los manuscritos sometidos serán revisados por pares científicos calificados, cuya respuesta final de evaluación puede ser: a) *aceptado* (en cuyo caso se asume que no existe ningún cambio, omisión o adición al artículo, y que se recomienda su publicación en la forma actualmente presentada); b) *aceptación condicional* (se acepta y recomienda el artículo para su publicación solo si se realizan los cambios indicados por el evaluador); y c) *rechazo* (cuando el evaluador considera que los contenidos o forma de presentación del artículo no se ajustan a los requerimientos y estándares de calidad de *Biota Colombiana*).

Texto

- Para la presentación del manuscrito configure las páginas de la siguiente manera: hoja tamaño carta, márgenes de 2,5 cm en todos los lados, interlineado 1,5 y alineación hacia la izquierda (incluyendo título y bibliografía).
- Todas las páginas de texto (a excepción de la primera correspondiente al título), deben numerarse en la parte inferior derecha de la hoja.

- Use letra Times New Roman o Arial, tamaño 12 puntos en todos los textos. Máximo 40 páginas, incluyendo tablas, figuras y anexos. Para tablas cambie el tamaño de la fuente a 10 puntos. Evite el uso de negritas o subrayados.
- Los manuscritos debe llevar el siguiente orden: título, resumen y palabras clave, abstract y key words, introducción, material y métodos, resultados, discusión, conclusiones (optativo), agradecimientos (optativo) y bibliografía. Seguidamente, presente una página con la lista de tablas, figuras y anexos. Finalmente, incluya las tablas, figuras y anexos en tablas separadas, debidamente identificadas.
- Escriba los nombres científicos de géneros, especies y subespecies en cursiva (itálica). Proceda de la misma forma con los términos en latín (p. e. *sensu, et al.*). No subraye ninguna otra palabra o título. No utilice notas al pie de página.
- En cuanto a las abreviaturas y sistema métrico decimal, utilice las normas del Sistema Internacional de Unidades (SI) recordando que siempre se debe dejar un espacio libre entre el valor numérico y la unidad de medida (p. e. 16 km, 23 °C). Para medidas relativas como m/seg., use m.seg⁻¹.
- Escriba los números del uno al diez siempre con letras, excepto cuando preceden a una unidad de medida (p. e. 9 cm) o si se utilizan como marcadores (p. e. parcela 2, muestra 7).
- No utilice punto para separar los millares, millones, etc. Utilice la coma para separar en la cifra la parte entera de la decimal (p. e. 3,1416). Enumere las horas del día de 0:00 a 24:00.
- Expresé los años con todas las cifras sin demarcadores de miles (p. e. 1996-1998). En español los nombres de los meses y días (enero, julio, sábado, lunes) siempre se escriben con la primera letra minúscula, no así en inglés.
- Los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) siempre deben ser escritos en minúscula, a excepción de sus abreviaturas N, S, E, O (en inglés W), etc. La indicación correcta de coordenadas geográficas es como sigue: 02°37'53''N-56°28'53''O. La altitud geográfica se citará como se expresa a continuación: 1180 m s.n.m. (en inglés 1180 m a.s.l.).
- Las abreviaturas se explican únicamente la primera vez que son usadas.
- Al citar las referencias en el texto mencione los apellidos de los autores en caso de que sean uno o dos, y el apellido del primero seguido por *et al.* cuando sean tres o más. Si menciona varias referencias, éstas deben ser ordenadas cronológicamente y separadas por comas (p. e. Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- RESUMEN: incluya un resumen de máximo 200 palabras, tanto en español o portugués como inglés.
- PALABRAS CLAVE: máximo seis palabras clave, preferiblemente complementarias al título del artículo, en español e inglés.

Agradecimientos

Opcional. Párrafo sencillo y conciso entre el texto y la bibliografía. Evite títulos como Dr., Lic., TSU, etc.

Fotografías, figuras, tablas y anexos

Refiera las figuras (gráficas, diagramas, ilustraciones y fotografías) sin abreviación (p. e. Figura 3) al igual que las tablas (p. e. Tabla 1). Gráficos (p. e. CPUE anuales) y figuras (histogramas de tallas), preferiblemente en blanco y negro, con tipo y tamaño de letra uniforme. Deben ser nítidas y de buena calidad, evitando complejidades innecesarias (por ejemplo, tridimensionalidad en gráficos de barras); cuando sea posible use solo colores sólidos en lugar de tramas. Las letras, números o símbolos de las figuras deben ser de un tamaño adecuado de manera que sean claramente legibles una vez reducidas. Para el caso de las fotografías y figuras digitales es necesario que estas sean guardadas como formato tiff con una resolución de 300 dpi. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertarla.

Lo mismo aplica para las tablas y anexos, los cuales deben ser simples en su estructura (marcos) y estar unificados. Presente las tablas en archivo aparte (Excel), identificadas con su respectivo número. Haga las llamadas a pie de página de tabla con letras ubicadas como superíndice. Evite tablas grandes sobrecargadas de información y líneas divisorias o presentadas en forma compleja. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertar tablas y anexos.

Bibliografía

Contiene únicamente la lista de las referencias citadas en el texto. Ordénelas alfabéticamente por autores y cronológicamente para un mismo autor. Si hay varias referencias de un mismo autor(es) en el mismo año, añada las letras a, b, c, etc. No abrevie los nombres de las revistas. Presente las referencias en el formato anexo, incluyendo el uso de espacios, comas, puntos, mayúsculas, etc.

ARTÍCULO EN REVISTAS

Agosti, D., C. R. Brandao y S. Diniz. 1999. The new world species of the subfamily Leptanilloidinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 14-20.

LIBROS, TESIS E INFORMES TÉCNICOS

Libros: Gutiérrez, F. P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., 118 pp.

Tesis: Cipamocha, C. A. 2002. Caracterización de especies y evaluación trófica de la subienda de peces en el raudal Chorro de Córdoba, bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D. C., 160 pp.

Informes técnicos: Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., 80 pp.

Capítulo en libro o en informe: Fernández F., E. E. Palacio y W. P. MacKay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Pp: 349-412. *En:* Amat, G. D., G. Andrade y F. Fernández (Eds.). *Insectos de Colombia. Estudios Escogidos.* Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriano, Bogotá.

Resumen en congreso, simposio, talleres: Señaris, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura; Centrolenidae) en Venezuela. *En:* Programa y Libro de Resúmenes del IV Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, Venezuela, p. 124.

PÁGINAS WEB

No serán incluidas en la bibliografía, sino que se señalarán claramente en el texto al momento de mencionarlas.

Guidelines for authors

(www.humboldt.org.co/biota)

Manuscript preparation

Submitting a manuscript implies the explicit statement by the author(s) that the paper has not been published before nor accepted for publication in another journal or other means of scientific diffusion. Contributions are entire responsibility of the author and not the Alexander von Humboldt Institute for Research on Biological Resources, or the journal and their editors.

Papers can be written in Spanish, English or Portuguese and it is recommended not exceeding 40 pages (with paragraphs spaced at 1,5) including tables, figures and Annex. For special cases, the editor could consider publishing more extensive papers, monographs or symposium conclusions. New species descriptions for science, new geographic records and regional biodiversity lists are of particular interest for this journal.

Any word-processor program may be used for the text (Word is recommended). taxonomic list or any other type of table, should be prepared in spreadsheet application (Excel is recommended). To submit a manuscript must be accompanied by a cover letter which clearly indicate s:

1. Full names, mailing addresses and e-mail addresses of all authors. (Please note that email addresses are essential to direct communication).
2. The complete title of the article.
3. Names, sizes, and types of files provide.
4. A list of the names and addresses of at least three (3) reviewers who are qualified to evaluate the manuscript.

Evaluation

Submitted manuscript will have a peer review evaluation. Resulting in any of the following: a) *accepted* (in this case we assume that no change, omission or addition to the article is required and it will be published as presented.); b) *conditional acceptance* (the article is accepted and recommended to be published but it needs to be corrected as indicated by the reviewer); and c) *rejected* (when the reviewer considers that the contents and/or form of the paper are not in accordance with requirements of publication standards of *Biota Colombiana*).

Text

- The manuscript specifications should be the following: standard letter size paper, with 2.5 cm margins on all sides, 1.5-spaced and left-aligned (including title and bibliography).
- All text pages (with the exception of the title page) should be numbered. Pages should be numbered in the lower right corner.
- Use Times New Roman or Arial font, size 12, for all texts. Use size 10 text in tables. Avoid the use of bold or underlining. 40 pages maximum, including tables, figures and annex. For tables use size 10 Times New Roman or Arial Font (the one used earlier).
- The manuscripts must be completed with the following order: title, abstract and key words, then in Spanish Título, Resumen y Palabras claves. Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, conclusions (optional), acknowledgements (optional) and bibliography. Following include a page with the Table, Figure and Annex list. Finally tables, figures and annex should be presented and clearly identified in separate tables.
- Scientific names of genera, species and subspecies should be written in italic. The same goes for Latin technical terms (i.e. sensu, *et al.*). Avoid the use of underlining any word or title. Do not use footnotes.
- As for abbreviations and the metric system, use the standards of the International System of Units (SI) remembering that there should always be a space between the numeric value and the measure unit (e.g., 16 km, 23 °C). For relative measures such as m/sec, use m.sec⁻¹.
- Write out numbers between one to ten in letters except when it precedes a measure unit (e.g., 9 cm) or if it is used as a marker (e.g., lot 9, sample 7).
- Do not use a point to separate thousands, millions, etc. Use a comma to separate the whole part of the decimal (e.g., 3,1416). Numerate the hours of the from 0:00 to 24:00. Express years with all numbers and without marking thousands (e.g., 1996-1998). In Spanish, the names of the months and days (enero, julio, sábado, lunes) are always written with the first letter as a lower case, but it is not this way in English.
- The cardinal points (north, south, east, and west) should always be written in lower case, with the exception of abbreviations N, S, E, O (in English NW), etc. The correct indication of geographic coordinates is as follows: 02°37'53"N-56°28'53"W. The geographic altitude should be cited as follows: 1180 m a.s.l.
- Abbreviations are explained only the first time they are used.

- When quoting references in the text mentioned author's last names when they are one or two, and et al. after the last name of the first author when there are three or more. If you mention many references, they should be in chronological order and separated by commas (e.g., Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- ABSTRACT: include an abstract of 200 words maximum, in Spanish, Portuguese or English.
- KEY WORDS: six key words maximum, complementary to the title.

Pictures, Figures, Tables and Annex

- Figures (graphics, diagrams, illustrations and photographs) without abbreviation (e.g. Figure 3) the same as tables (e.g., Table 1). Graphics and figures should be in black and white, with uniform font type and size. They should be sharp and of good quality, avoiding unnecessary complexities (e.g., three dimensions graphics). When possible use solid color instead of other schemes. The words, numbers or symbols of figures should be of an adequate size so they are readable once reduced. Digital figures must be sent at 300 dpi and in .tiff format. Please indicate in which part of the text you would like to include it.
- The same applies to tables and annexes, which should be simple in structure (frames) and be unified. Present tables in a separate file (Excel), identified with their respective number. Make calls to table footnotes with superscript letters above. Avoid large tables of information overload and fault lines or presented in a complex way. It is appropriate to indicate where in the text to insert tables and annexes.

Bibliography

References in bibliography contains only the list of references cited in the text. Sort them alphabetically by authors and chronologically by the same author. If there are several references by the same author(s) in the same year, add letters a, b, c, etc. Do not abbreviate journal names. Present references in the attached format, including the use of spaces, commas, periods, capital letters, etc.

JOURNAL ARTICLE

Agosti, D., C. R. Brandao y S. Diniz. 1999. The new world species of the subfamily Leptanilloidinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 14-20.

BOOK, THESIS, TECHNICAL REVIEWS

Book: Gutiérrez, F. P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. 118 pp.

Thesis: Cipamocha, C. A. 2002. Caracterización de especies y evaluación trófica de la subienda de peces en el raudal Chorro de Córdoba, bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D. C. 160 pp.

Technical reviews: Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe

Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. 80 pp.

Book chapter or in review: Fernández F., E. E. Palacio y W. P. MacKay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Pp: 349-412. *En:* Amat, G. D., G. Andrade y F. Fernández (Eds.). *Insectos de Colombia. Estudios Escogidos.* Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriano, Bogotá.

Symposium abstract: Señaris, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura; Centrolenidae) en Venezuela. *En:* Programa y Libro de Resúmenes del IV Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, Venezuela, p. 124.

WEB PAGES

Not be included in the literature, but clearly identified in the text at the time of mention.

Guía para autores - Artículos de Datos

www.humboldt.org.co/biota - biotacol@humboldt.org.co | www.sibcolombia.net - sib+iac@humboldt.org.co

El objetivo de esta guía es establecer y explicar los pasos necesarios para la elaboración de un manuscrito con el potencial de convertirse en artículo de datos para ser publicado en la revista *Biota Colombiana*. En esta guía se incluyen aspectos relacionados con la preparación de datos y el manuscrito.

¿Qué es un artículo de datos?

Un artículo de datos o *Data Paper* es un tipo de publicación académica que ha surgido como mecanismo para incentivar la publicación de datos sobre biodiversidad, a la vez que es un medio para generar reconocimiento académico y profesional adecuado a todas las personas que intervienen de una manera u otra en la gestión de información sobre biodiversidad.

Los artículos de datos contienen las secciones básicas de un artículo científico tradicional. Sin embargo, estas se estructuran de acuerdo a un estándar internacional para metadatos (información que le da contexto a los datos) conocido como el *GBIF Metadata Profile (GMP)*¹. La estructuración del manuscrito con base en este estándar se da, en primer lugar, para facilitar que la comunidad de autores que publican conjuntos de datos a nivel global, con presencia en redes como la *Global Biodiversity Information Facility (GBIF)* y otras redes relacionadas, puedan publicar fácilmente artículos de datos obteniendo el reconocimiento adecuado a su labor. En segundo lugar, para estimular que los autores de este tipo de conjuntos de datos que aún no han publicado en estas redes de información global, tengan los estímulos necesarios para hacerlo.

Un artículo de datos debe describir de la mejor manera posible el quién, qué, dónde, cuándo, por qué y cómo de la toma y almacenamiento de los datos, sin llegar a convertirse en el medio para realizar un análisis exhaustivo de los mismos, como sucede

en otro tipo de publicaciones académicas. Para profundizar en este modelo de publicación se recomienda consultar a Chavan y Penev (2011)².

¿Qué manuscritos pueden llegar a ser artículos de datos?

Manuscritos que describan conjuntos de datos primarios y originales que contengan registros biológicos (captura de datos de la presencia de un(os) organismo(s) en un lugar y tiempo determinados); información asociada a ejemplares de colecciones biológicas; listados temáticos o geográficos de especies; datos genómicos y todos aquellos datos que sean susceptibles de ser estructurados con el estándar *Darwin Core*³ (DwC). Este estándar es utilizado dentro de la comunidad de autores que publican conjuntos de datos sobre biodiversidad para estructurar los datos y de esta manera poder consolidarlos e integrarlos desde diferentes fuentes a nivel global. No se recomienda someter manuscritos que describan conjuntos de datos secundarios, como por ejemplo compilaciones de registros biológicos desde fuentes secundarias (p.e. literatura o compilaciones de registros ya publicados en redes como GBIF o IABIN).

Preparación de los datos

Como se mencionó anteriormente los datos sometidos dentro de este proceso deben ser estructurados en el estándar DwC. Para facilitar su estructuración, el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia), ha creado dos plantillas en Excel, una para registros biológicos y otra para listas de especies. Lea y siga detenidamente las instrucciones de las plantillas para la estructuración de los datos a publicar. Para cualquier duda sobre el proceso de estructuración de estos datos por favor contactar al equipo coordinador del SiB Colombia (EC-SiB) en sib+iac@humboldt.org.co.

¹ Wiecezorek, J. 2011. Perfil de Metadatos de GBIF: una guía de referencia rápida. *En:* Wiecezorek, J. *The GBIF Integrated Publishing Toolkit User Manual, version 2.0.* Traducido y adaptado del inglés por D. Escobar. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia, Bogotá D.C., Colombia, 23p. Disponible en <http://www.sibcolombia.net/repositorio-de-documentos>.

² Chavan, V. y L. Penev. 2011. The data paper: The mechanism to incentivize data publishing in biodiversity science. *BMC Bioinformatics* 12 (Suppl 15): S2.

³ TDWG. 2011. *Darwin Core*: una guía de referencia rápida. (Versión original producida por TDWG, traducida al idioma español por Escobar, D.; versión 2.0). Bogotá: SiB Colombia, 33 pp. Disponible en <http://www.sibcolombia.net/repositorio-de-documentos>

Preparación del manuscrito

Para facilitar la creación y estructuración del manuscrito en el estándar GMP, se cuenta con la ayuda de un editor electrónico (<http://ipt.sibcolombia.net/biota>) que guiará al autor en dicho proceso y que finalmente generará una primera versión del manuscrito. Se recomienda el uso del manual GMP, como una guía de la información a incluir en cada sección del manuscrito, junto con el anexo 1.

Pasos a seguir para la elaboración del manuscrito:

1. Solicite al correo sib+iac@humboldt.org.co el acceso al editor electrónico. El EC-SiB le asignará un usuario y contraseña.
2. Ingrese con su usuario y contraseña al editor electrónico, luego diríjase a la pestaña *Gestión de recursos* y cree un nuevo recurso asignando un nombre corto a su manuscrito usando el formato “AcrónimoDeLaInstitución_año_tipoDeConjuntoDeDatos”, p.e. ABC_2010_avestinije y dar clic en el botón crear.
3. En la vista general del editor seleccione “editar” en la pestaña *Metadatos* (por favor, no manipule ningún otro elemento), allí encontrará diferentes secciones (panel derecho) que lo guiarán en la creación de su manuscrito. Guarde los cambios al finalizar cada sección, de lo contrario perderá la información. Recuerde usar el manual GMP. A continuación se presentan algunas recomendaciones para la construcción del manuscrito. Las secciones se indican en MAYUSCULAS y los elementos de dichas secciones en **negrilla**.
 - En PARTES ASOCIADAS incluya únicamente aquellas personas que no haya incluido en INFORMACIÓN BÁSICA.
 - Los DATOS DEL PROYECTO y DATOS DE LA COLECCIÓN son opcionales según el tipo de datos. En caso de usar dichas secciones amplíe o complemente información ya suministrada, p. ej. no repita información de la **descripción** (COBERTURA GEOGRÁFICA) en la **descripción del área de estudio** (DATOS DEL PROYECTO).
 - De igual manera, en los MÉTODOS DE MUESTREO, debe ampliar o complementar información, no repetirla. La información del **área de estudio** debe dar un contexto específico a la metodología de muestreo.
 - Es indispensable documentar el **control de calidad** en MÉTODOS DE MUESTREO. Acá se debe describir que herramientas o protocolos se utilizaron para garantizar

la calidad y coherencia de los datos estructurados con el estándar DwC.

- Para crear la **referencia del recurso**, en la sección REFERENCIAS, utilice uno de los dos formatos propuestos (Anexo 2). No llene el **identificador de la referencia**, este será suministrado posteriormente por el EC-SiB.
 - Para incluir la bibliografía del manuscrito en **referencias**, ingrese cada una de las citas de manera individual, añadiendo una nueva referencia cada vez haciendo clic en la esquina inferior izquierda.
4. Rectifique que el formato de la información suministrada cumpla con los lineamientos de la revista (p. ej. abreviaturas, unidades, formato de números etc.) en la Guía general para autores de *Biota Colombiana*.
 5. Una vez incluida y verificada toda la información en el editor electrónico notifique al EC-SiB al correo electrónico sib+iac@humboldt.org.co, indicando que ha finalizado la edición del manuscrito. Adicionalmente adjunte la plantilla de Excel con los datos estructurados (elimine todas las columnas que no utilizó). El EC-SiB realizará correcciones y recomendaciones finales acerca de la estructuración de los datos y dará las instrucciones finales para que usted proceda a someter el artículo.

Someter el manuscrito

Una vez haya terminado la edición de su manuscrito y recibido las instrucciones por parte del EC-SiB, envíe una carta al correo electrónico biotacol@humboldt.org.co para someter su artículo, siguiendo las instrucciones en la Guía general para autores de *Biota Colombiana*.

Recuerde adjuntar:

- Plantilla de Excel con la última versión de los datos revisada por el EC-SiB.
- Documento de Word con las figuras y tablas seguidas de una lista las mismas.

Cuando finalice el proceso, sus datos se harán públicos y de libre acceso en los portales de datos del SiB Colombia y GBIF. Esto permitirá que sus datos estén disponibles para una audiencia nacional e internacional, manteniendo siempre el crédito para los autores e instituciones asociadas.

Anexo 1. Estructura base de un artículo de datos y su correspondencia con el editor electrónico basado en el GMP.

SECCIÓN/SUBSECCIÓN	CORRESPONDENCIA CON LOS ELEMENTOS DEL EDITOR ELECTRÓNICO
TÍTULO	Derivado del elemento título .
AUTORES	Derivado de los elementos creador del recurso, proveedor de los metadatos y partes asociadas .
AFILIACIONES	Derivado de los elementos creador del recurso, proveedor de los metadatos y partes asociadas . De estos elementos, la combinación de organización, dirección, código postal, ciudad, país y correo electrónico , constituyen la afiliación.
AUTOR DE CONTACTO	Derivado de los elementos creador del recurso y proveedor de los metadatos.
CITACIÓN	Para uso de los editores.
CITACIÓN DE LE RECURSO	Derivada del elemento referencia del recurso .
RESUMEN	Derivado del elemento resumen . Máximo 200 palabras.
PALABRAS CLAVE	Derivadas del elemento palabras clave . Máximo seis palabras.
ABSTRACT	Derivado del elemento abstract . Máximo 200 palabras.
KEY WORDS	Derivadas del elemento key words . Máximo seis palabras.
INTRODUCCIÓN	Derivado del elemento propósito (de las secciones Introducción y Antecedentes). Se sugiere un breve texto para introducir las siguientes secciones. Por ejemplo, historia o contexto de la colección biológica o proyecto en relación con los datos descritos, siempre y cuando no se repita información en las subsecuentes secciones.
Datos del proyecto	Derivada de los elementos de la sección Datos del proyecto: título, nombre, apellido, rol, fuentes de financiación, descripción del área de estudio y descripción del proyecto .
Cobertura taxonómica	Derivada de los elementos de la sección Cobertura taxonómica: descripción, nombre científico, nombre común y categoría .
Cobertura geográfica	Derivada de los elementos de la sección Cobertura geográfica: descripción, latitud mínima, latitud máxima, longitud mínima, longitud máxima .
Cobertura temporal	Derivada de los elementos de la sección Cobertura temporal: tipo de cobertura temporal .
Datos de la colección	Derivada de los elementos de la sección Datos de la colección: nombre de la colección, identificador de la colección, identificador de la colección parental, método de preservación de los especímenes y unidades curatoriales .
MATERIAL Y MÉTODOS	Derivado de los elementos de la sección Métodos de muestreo: área de estudio, descripción del muestreo, control de calidad, descripción de la metodología paso a paso .
RESULTADOS	
Descripción del conjunto de datos	Derivado de los elementos de las secciones Discusión y Agradecimientos, contiene información del formato de los datos y metadatos: nivel de jerarquía, fecha de publicación y derechos de propiedad intelectual .
DISCUSIÓN	Se deriva del elemento discusión . Un texto breve (máximo 500 palabras), que puede hacer referencia a la importancia, relevancia, utilidad o uso que se le ha dado o dará a los datos en publicaciones existentes o en posteriores proyectos.
AGRADECIMIENTOS	Se deriva del elemento agradecimientos .
BIBLIOGRAFÍA	Derivado del elemento bibliografía .

Anexo 2. Formatos para llenar el elemento referencia del recurso.

La referencia del recurso es aquella que acompañará los datos descritos por el artículo, públicos a través de las redes SiB Colombia y GBIF. Tenga en cuenta que esta referencia puede diferir de la del artículo. Para mayor información sobre este elemento contacte al EC-SiB. Aquí se sugieren dos formatos, sin embargo puede consultar otros formatos establecidos por GBIF⁴.

TIPO DE RECURSO	PLANTILLA	EJEMPLO
El conjunto de datos que el manuscrito describe es resultado de un proyecto de carácter institucional o colectivo con múltiples participantes.	<Institución publicadora/ Grupo de investigación> <(Año)>, <Título del recurso/Artículo>. <Número total de registros>, <aportados por:> <parte asociada 1 (rol), parte asociada 2 (rol) (...)>. <En línea,> <url del recurso>. <Publicado el DD/MM/AAAA>.	Centro Nacional de Biodiversidad (2013). Vertebrados de la cuenca de la Orinoquia. 1500 registros, aportados por Pérez, S. (Investigador principal, proveedor de contenidos, proveedor de metadatos), M. Sánchez (Procesador), D. Valencia (Custodio, proveedor de metadatos), R. Rodríguez (Procesador), S. Sarmiento (Publicador), V. B. Martínez (Publicador, editor). En línea, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin , publicado el 01/09/2013.
El conjunto de datos que el manuscrito describe es resultado de una iniciativa personal o de un grupo de investigación definido.	<Parte asociada 1, parte asociada 2 (...)> <(Año)>, <Título del recurso/Artículo>, <Número total de registros>, <en línea,> <url del recurso>. <Publicado el DD/MM/AAAA>	Valencia, D., R. Rodríguez y V. B. Martínez (2013). Vertebrados de la cuenca del Orinoco. 1500 registros, en línea, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin . Publicado el 01/09/2001.

Guidelines for authors - Data Papers

www.humboldt.org.co/biota - biotacol@humboldt.org.co | www.sibcolombia.net - sib+iac@humboldt.org.co

The purpose of this guide is to establish and explain the necessary steps to prepare a manuscript with the potential to become a publishable data paper in Biota Colombiana. This guide includes aspects related to the preparation of both data and the manuscript.

What is a Data Paper?

A data paper is a scholarly publication that has emerged as a mechanism to encourage the publication of biodiversity data as well as an approach to generate appropriate academic and professional recognition to all those involved in the management of biodiversity information.

A data paper contains the basic sections of a traditional scientific paper. However, these are structured according to an international standard for metadata (information that gives context to the data)

known as the *GBIF Metadata Profile* (GMP)⁵. The structuring of the manuscript based on this standard enables the community of authors publishing datasets globally, with presence in networks such as the Global Biodiversity Information Facility (GBIF) and other related networks, to publish data easily while getting proper recognition for their work and to encourage the authors of this type of data sets that have not yet published in these global information networks to have the necessary incentives to do so.

A data paper should describe in the best possible way the Whom, What, Where, When, Why and How of documenting and recording of data, without becoming the instrument to make a detailed analysis of the data, as happens in other academic publications. To deepen this publishing model, it is recommended to consult Chavan & Penev (2011)⁶.

⁴ GBIF (2012). Recommended practices for citation of the data published through the GBIF Network. Version 1.0 (Authored by Vishwas Chavan), Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility. Pp.12, ISBN: 87-92020-36-4. Accessible at http://links.gbif.org/gbif_best_practice_data_citation_en_v1

⁵ GBIF (2011). GBIF Metadata Profile, Reference Guide, Feb 2011, (contributed by O Tuama, E., Braak, K., Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility, 19 pp. Accessible at http://links.gbif.org/gbif_metadata_profile_how-to_en_v1.

⁶ Chavan, V. y L. Penev. 2011. The data paper: The mechanism to incentivize data publishing in biodiversity science. BMC Bioinformatics 12 (Suppl 15): S2.

Which manuscripts are suitable for publication as data paper?

Manuscripts that describe datasets containing original primary biological records (data of occurrences in a particular place and time); information associated with specimens of biological collections, thematic or regional inventories of species, genomic data and all data likely to be structured with the standard *Darwin Core Darwin Core*⁷ (DwC). This standard is used in the community of authors publishing biodiversity datasets to structure the data and thus to consolidate and integrate from different sources globally. It is not recommended to submit manuscripts describing secondary datasets, such as biological records compilations from secondary sources (e.g. literature or compilations of records already published in networks such as GBIF or IABIN).

Dataset preparation

As mentioned above data submitted in this process should be structured based on DwC standard. For ease of structuring, the Biodiversity Information System of Colombia (SiB Colombia), created two templates in Excel; one for occurrences and other for species checklist. Carefully read and follow the template instructions for structuring and publishing data. For any questions about the structure process of data please contact the Coordinator Team of SiB Colombia (EC-SiB) at sib+iac@humboldt.org.co

Manuscript preparation

To assist the creation and structuring of the manuscript in the GMP standard, an electronic writing tool is available (<http://ipt.sibcolombia.net/biota>) to guide the author in the process and ultimately generate a first version of the manuscript. The use of GMP manual as an information guide to include in each section of the manuscript, as well as the annex 1 is recommended.

Steps required for the manuscript preparation:

- 1 Request access to the electronic writing tool at sib+iac@humboldt.org.co. The EC-SiB will assign a username and password.
2. Login to the electronic writing tool, then go to the tab Manage Resources and create a new resource by assigning a short name for your manuscript and clicking on the Create button. Use the format: "InstitutionAcronym_Year_DatasetFeature", e.g. NMNH_2010_rainforestbirds.
3. In the overview of the writing tool click on edit in Metadata section (please, do not use any other section), once there you will find different sections (right panel) that will guide you creating your manuscript. Save the changes at the end of each section, otherwise you will lose the information. Remember to use the GMP manual. Here are some recommendations for editing the metadata, sections are indicated in CAPS and the elements of these sections in **bold**.

- In ASSOCIATED PARTIES include only those who are not listed in BASIC INFORMATION.
 - PROJECT DATA and COLLECTION DATA are optional depending on the data type. When using these sections extend or complement information already provided, i.e. do not repeat the same information describing the **description** (GEOGRAPHIC COVERAGE) in the **study area description** (PROJECT DATA).
 - Likewise, in SAMPLING METHODS, you must expand or complete the information, not repeat it. The information in **study extent** should give a specific context of the sampling methodology.
 - It is essential to document the **quality control** in SAMPLING METHODS. Here you should describe what tools or protocols were used to ensure the quality and consistency of data structured with DwC standard.
 - To create the **resource citation** in the CITATIONS section, follow one of the two formats proposed (Annex 2). Do not fill out the **citation identifier**, this will be provided later by the EC-SiB.
 - To include the manuscript bibliography in **citations**, enter each of the citations individually, adding a new citation each time by clicking in the bottom left.
4. Check that the format of the information provided meets the guidelines of the journal (e.g. abbreviations, units, number formatting, etc.) in the *Biota Colombiana* Guidelines for Authors.
 5. Once included and verified all information in the writing tool, notify to EC-SiB at sib+iac@humboldt.org.co, indicating that you have finished editing the manuscript. Additionally attach the Excel template with structured data (remove all columns that were not used). The EC-SiB will perform corrections and final recommendations about the structure of the data and give you the final instructions to submit the paper.

Submit the manuscript

Once you have finished editing your manuscript and getting the instructions from EC-SiB, send a letter submitting your article to email biotacol@humboldt.org.co, following the instructions of *Biota Colombiana* Guidelines for Authors.

Remember to attach:

- Excel template with the latest version of the data reviewed by the EC-SiB.
- Word document with figures and tables followed by a list of them.

At the end of the process, your information will be public and freely accessible in the data portal of SiB Colombia and GBIF. This will allow your data to be available for national and international audience, while maintaining credit to the authors and partner institutions.

⁷ Biodiversity Information Standards – TDWG. Accessible at <http://rs.tdwg.org/dwc/terms/>

Annex 1. Basic structure of a data paper and its mapping to the writing tool elements based on GM.

SECTION/SUB-SECTION HEADING	MAPPING WITH WRITING TOOL ELEMENTS
TITLE	Derived from the title element.
AUTHORS	Derived from the resource creator , metadata provider , and associated parties elements.
AFFILIATIONS	Derived from the resource creator , metadata provider and associated parties elements. From these elements combinations of organization , address , postal code , city , country and email constitute the affiliation .
CORRESPONDING AUTHOR	Derived from the resource contact , metadata provider elements.
CITATION	For editors use.
RESOURCE CITATION	Derived from the resource citation element.
RESUMEN	Derived from the resumen element. 200 words max.
PALABRAS CLAVE	Derived from the palabras clave element. 6 words max.
ABSTRACT	Derived from the abstract element. 200 words max.
KEY WORDS	Derived from the key words element. 6 words max.
INTRODUCTION	Derived from the purpose (Introduction and Background section). A short text to introduce the following sections is suggested. For example, history or context of the biological collection or project related with the data described, only if that information is not present in subsequent sections.
Project data	Derived from elements title , personnel first name , personnel last name , role , funding , study area description , and design description .
Taxonomic Coverage	Derived from the taxonomic coverage elements: description , scientific name , common name and rank .
Geographic Coverage	Derived from the geographic coverage elements: description , west , east , south , north .
Temporal Coverage	Derived from the temporal coverage elements: temporal coverage type .
Collection data	Derived from the collection data elements: collection name , collection identifier , parent collection identifier , specimen preservation method and curatorial units .
MATERIALS AND METHODS	Derived from the sampling methods elements: study extent , sampling description , quality control and step description .
RESULTADOS	
Descripción del conjunto de datos	Derived from the discussion and acknowledgments, contains information about the format of the data and metadata: hierarchy level , date published and ip rights .
DISCUSSION	Derived from the discussion element. A short text (max 500 words), which can refer to the importance, relevance, usefulness or use that has been given or will give the data in the published literature or in subsequent projects.
ACKNOWLEDGMENTS	Derived from the acknowledgments element.
BIBLIOGRAPHY	Derived from the citations element.

Annex 2. Citation style quick guide for “resource reference” section.

The Resource Reference is the one that refer to the dataset described by the paper, publicly available through SiB Colombia and GBIF networks. Note that this reference may differ from the one of the paper. For more information about this element contact EC-SiB.

Here two formats are suggested; however you can consult other formats established by GBIF⁸.

TYPE OF RESOURCE	TEMPLATE	EXAMPLE
The paper is the result of a collective or institutional project with multiple participants.	<Institution/Research Group>. <Year>, <Title of the Resource/Paper>. <Number of total records>, <provided by :> <associated party 1 (role), associated party 2 (role), (...)>. <Online,> <resource URL>, <published on>. <Published on DD/MM/AAAA>.	National Biodiversity (2013). Vertebrates in Orinoco, 1500 records, provided by: Perez, S. (Principal investigator, content provider), M. Sanchez (Processor), D. Valencia (Custodian Steward, metadata provider), R. Rodriguez (Processor), S. Sarmiento (Publisher), VB Martinez (Publisher, Editor). Online, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin , published on 01/09/2013.
The paper is the result of a personal initiative or a defined research group.	<associated party 1, associated party 2, (...)>. <Year>, <Title of the Resource/Paper>, <Number of total records>, <Online,> <resource URL>. <Published on DD/MM/AAAA>.	Valencia, D., R. Rodríguez and V. B. Martínez. (2013). Vertebrate Orinoco Basin, 1500 records, Online, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin , published on 01/09/2001

⁸ GBIF (2012). Recommended practices for citation of the data published through the GBIF Network. Version 1.0 (Authored by Vishwas Chavan), Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility. Pp.12, ISBN: 87-92020-36-4. Accessible at http://links.gbif.org/gbif_best_practice_data_citation_en_v1

TABLA DE CONTENIDO / TABLE OF CONTENTS

Presentación / Presentation. <i>Brigitte L. G. Baptiste B.</i>	1
Caracterización de invasiones de <i>Ulex europaeus</i> L. de diferentes edades como herramienta para la restauración ecológica de bosques altoandinos, Colombia. / Characterization of <i>Ulex europaeus</i> L. invasions of different ages, as a tool for ecological restoration of Andean forests, Colombia. <i>Héctor E. Beltrán-Gutiérrez y José I. Barrera-Cataño</i>	3
Crecimiento de <i>Baccharis macrantha</i> y <i>Viburnum triphyllum</i> , dos especies nativas útiles en restauración ecológica, plantadas en un pastizal andino (Boyacá, Colombia) / Growth of <i>Baccharis macrantha</i> and <i>Viburnum triphyllum</i> , two native species useful for ecological restoration, planted in a pasture Andean (Boyacá, Colombia). <i>Laura L. Hernández-Pineda, Oscar M. Roa-Casas y Francisco Cortés-Pérez</i>	27
Gustos, percepciones y conocimiento local de los habitantes rurales de la cuenca media del río La Vieja (cuenca del río Cauca, Colombia), sobre 60 especies nativas de árboles, arbustos y palmas / Preferences, perceptions and local knowledge of rural inhabitants of the middle section of the La Vieja River drainage a tributary of the Cauca River (Colombia), about 60 native species of trees, bushes and palms. <i>Zoraida Calle-D., Eudaly Giraldo-S., Adriana Giraldo-S., Oscar Tafur y José A. Bolívar</i>	39
Construcción participativa de estrategias de restauración ecológica en humedales del Magdalena Medio, Colombia: una herramienta para el ordenamiento ambiental territorial / Participative construction of ecological restoration strategies for wetlands of the middle Magdalena River drainage: a tool for environmental land management. <i>Natasha V. Garzón, Mireya P. Córdoba y Juan C. Gutiérrez</i>	58
Seed dispersal by bats across four successional stages of a subandean landscape / Dispersión de semillas por murciélagos a través de cuatro estados sucesionales de un paisaje subandino. <i>Mauricio Aguilar-Garavito, Luis Miguel Renjifo y Jairo Pérez-Torres</i>	87
Ensayo preliminar de crecimiento de fragmentos del coral amenazado <i>Acropora cervicornis</i> en una guardería colgante y experiencia piloto de trasplante en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo, Caribe colombiano / Preliminary trial on the growth of fragments of the endangered coral <i>Acropora cervicornis</i> in a hanging nursery and pilot project experience with transplantation to the Corales del Rosario and San Bernardo National Parks in Caribbean Colombia. <i>Esteban Zarza, Ameth Vargas, Luis Londoño, Alejandro Pacheco y Diego Duque</i>	102
Aportes a la consolidación de un proceso regional para la conservación de arrecifes coralinos: ensayos para la estandarización de metodologías para el repoblamiento de especies amenazadas del género <i>Acropora</i> en tres Parques Nacionales Naturales del Caribe colombiano / Contributions to the consolidation of a regional process for the conservation of coral reefs: trials for the standardization of methodologies for the repopulation of endangered species of the genus <i>Acropora</i> in three National Parks in Caribbean Colombia. <i>Rebeca Franke-Ante, Esteban Zarza, Marcela Cano-Correa, Juan A. Wong Lubo y Elkin Hernández</i>	114
Ensayo. Revisión y estado del arte de la restauración ecológica de arrecifes coralinos / Review and state of the art for ecological restoration of coral reefs. <i>Velería Pizarro, Vanessa Carrillo y Adriana García-Rueda</i>	132
Guía para autores / Guidelines for authors	150