

NOMBRE DEL PROYECTO: RELACION AVES – DISPERSION DE SEMILLAS EN UN AREA DE BOSQUE DE PIEDEMONTE EN REGENERACION NATURAL, PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMAS USTA VILLAVICENCIO, CAMPUS LOMA LINDA.

INVESTIGADOR (A) PRINCIPAL: ADRIANA ALEJANDRA BERNAL JIMENEZ: Es Profesora Tiempo completo con escalafón categoría 1 en la Universidad Santo Tomas, Villavicencio. Es Ecóloga (2001) de la Fundación Universitaria de Popayán. Su experticia es la Ecología, la Gestión Ambiental y la Educación Ambiental. En su trayectoria investigativa perteneció al grupo de Investigación “Estudios sobre Riesgo Sísmico y Amenazas Naturales del Piedemonte Llanero”, Código GrupLAC Colciencias COL0055359 entre 2009 y 2015 y actualmente además de ser investigadora del grupo de Investigación Gestión Ambiental USTA Villavicencio – GAUV pertenece también al grupo de investigación Geoamenazas, Ingeniería y Medio Ambiente, este último adscrito a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomas sede Villavicencio. Fue profesora del programa de Ingeniería Ambiental de la Corporación Universitaria del Meta entre 2011 y 2014, y tiene en su producción la coautoría de un libro, un artículo en revista indexada y un producto técnico resultado de una consultoría con el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt realizada en 2002. Ha sido además durante toda su trayectoria profesional consultora con varias ONGs y desde 2006 es la Directora de la Fundación “Nueva Herencia”, organismo de consultoría en Gestión y Educación ambiental.

COINVESTIGADOR: RODRIGO ISAAC VELOSA CAICEDO: Biólogo, M.Sc. Vida Silvestre. Docente Tiempo Completo adscrito a la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Santo Tomás Sede Villavicencio en la actualidad. Docente Hora Cátedra adscrito al Programa de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ciencias Agrarias y Medio Ambientales de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña –UFPSO, durante un periodo de 4 años. Docente – Investigador Tiempo Completo adscrito al programa académico de Ecología de la Fundación Universitaria de Popayán, Cauca, durante un periodo de 20 años. Funcionario en provisionalidad, planta global de Parques Nacionales Naturales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, durante un periodo de 2 años. Prestación de servicios profesionales y de apoyo a la gestión para orientar técnicamente y coordinar el desarrollo de actividades relacionadas con planificación del manejo, investigación y monitoreo en áreas protegidas de Parques Nacionales Naturales (Area Natural Unica los Estoraques, Parque Nacional Natural Pisba, Parque Nacional Natural Farallones de Cali), durante un periodo de 13 años. Direccionamiento técnico, acompañamiento y documentación de la estrategia de investigación, portafolio de proyectos de investigación, programa de monitoreo con batería de indicadores, y evaluación de la efectividad del manejo para áreas protegidas de Parques Nacionales Naturales adscritas a la Dirección Territorial NorAndina, por un periodo de 1 año.

ESTUDIANTES SEMILLEROS: Julieth Lorena Cortés Henao y Norma Karina Rodríguez, Criollo, adscritos al semillero GECHOA de la Facultad de Ingeniería Ambiental.

RESUMEN:

El papel de las aves en la dispersión de semillas y el reconocimiento de su contribución a la regeneración natural de áreas fragmentadas ha sido ampliamente reconocido en la ecología de la restauración. Según Hooper et al (2005) y Gómez et al (2008) la actividad de dispersión de semillas por aves contribuye al incremento en la biodiversidad durante la sucesión o regeneración natural de áreas fragmentadas. A su vez la efectividad de este proceso podría ser dependiente de las características del hábitat ocupado por las especies de aves, basado en la premisa de que existe una “relación predecible entre la ocurrencia de especies de

aves en general y de frugívoras en particular, y ciertas características del hábitat ocupado” (Holl et al, 2000).

El estudio de los patrones de dispersión de semillas por las aves brinda información útil para procesos de restauración pasiva en áreas de bosque fragmentadas (Jaco 2013). Adicionalmente, este tipo de información puede ser utilizada para identificar los tipos de vegetación que deberían ser plantados en áreas fragmentadas para atraer a múltiples especies de aves (Jaco 2013). En este estudio se recopilará información sobre la composición y distribución de especies de aves que utilizan hábitats fragmentados de piedemonte llanero y que pueden ser candidatas para la regeneración, y sobre las características del hábitat ocupado por las especies de aves frugívoras, para establecer relaciones entre estos elementos y la dispersión de semillas.

Palabras clave: Dispersores de semillas, Aves neotropicales, Relictos de bosque de piedemonte.

INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Con el propósito de identificar las tendencias en el ámbito científico relacionado con la publicación de artículos en el campo de la dispersión de semillas por aves neotropicales y su rol en los procesos de recuperación de los ecosistemas, se realizó un ejercicio de vigilancia tecnológica (Tabla x). Este ejercicio consistió en la determinación de indicadores cuantitativos de la producción científica en el tema (seed dispersal, birds or avian, tropics), empleando las bases de datos de Scopus (Elsevier, B.V. 2016), Scisearch y páginas de internet relacionadas con el tema.

Tabla x. Ficha técnica del ejercicio de vigilancia tecnológica

Facultad	Ingeniería Ambiental, Universidad Santo Tomás, Villavicencio
Objeto	Presentar los indicadores bibliométricos de actividad científica (artículos) relacionados con el tema de dispersión de semillas por aves y su papel en la restauración ecológica, durante el periodo de consulta 1990 - 2016
Tema	Dispersión de semillas por aves y su papel en la restauración ecológica
Factor crítico	Avances en la investigación científica (artículos) relacionada con la dispersión de semillas por aves
Palabras clave	“Seed dispers” “bird or avian” “tropic”
Periodo de consulta	1989 a 2016
Herramientas de consulta	Bases de datos bibliográficas: - Scopus (Elsevier, B.V. 2016) - Scisearch Páginas de internet relacionadas con el tema
Responsable	Rodrigo Isaac Velosa Caicedo, Biól. M.Sc.

Teniendo en cuenta las palabras clave propuestas para la realización de este ejercicio de vigilancia tecnológica, se estructuró la siguiente ecuación de búsqueda en la base de datos de Scopus:

(bird OR avian) "seed dispers*") AND TITLE-ABS-KEY (tropic*)) AND DOCTYPE (ar) AND PUBYEAR > 1989

Se obtuvieron 258 registros que corresponden a artículos científicos relacionados con el tema. Mediante el uso de Excell se obtuvieron los indicadores científicos relacionados con el tema.

En la Figura 1 se presenta la dinámica científica de la producción de artículos relacionados con el tema de estudio durante el periodo 1990 – 2016.

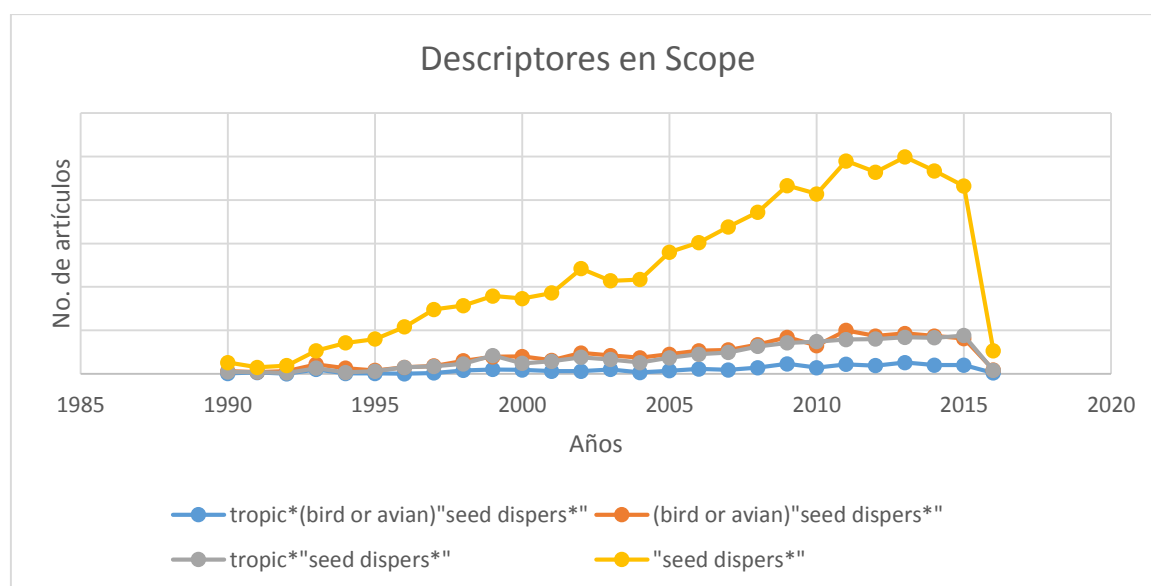


Figura 1. Número de artículos científicos publicados por año en la base de datos Scopus (investigada en febrero de 2016), con los términos de búsqueda "seed dispers*", (bird or avian)"seed dispers*", tropic*"seed dispers*", y tropic*(bird or avian)"seed dispers*".

Puede notarse que, según 4 descriptores diferentes utilizados, hay una tendencia creciente en la investigación teórica y práctica por el tema del rol de las aves tropicales en la dispersión de semillas.

En la Figura 2 se registra la variación anual en la producción de artículos científicos relacionados con el tema de estudio durante el periodo 1990 – 2016.

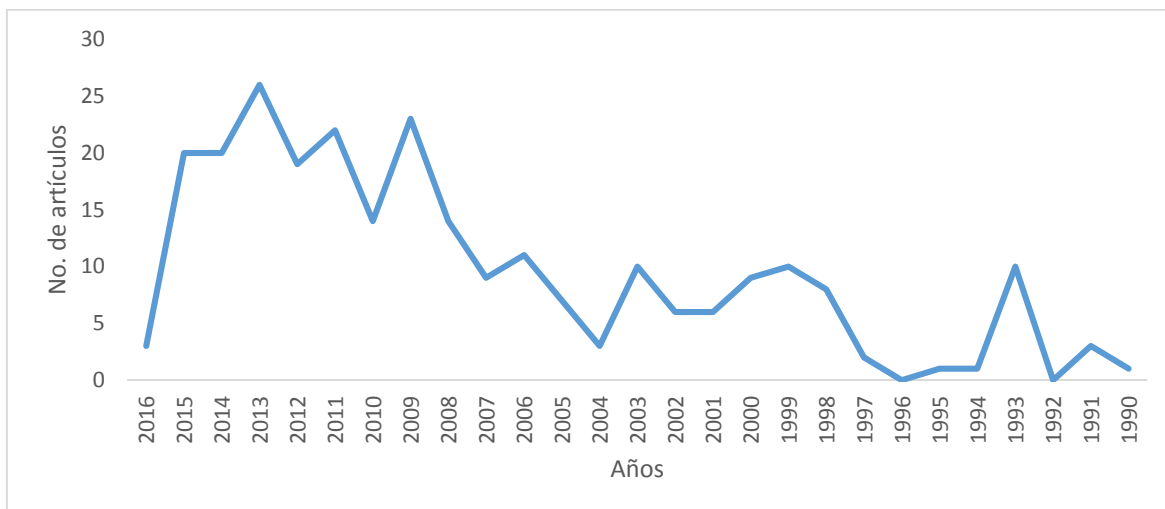


Figura 2. Variación de la producción científica relacionada con el tema de dispersión de semillas por aves durante el periodo 1990 – 2016.

Nótese que además de una tendencia creciente al incremento en el número de publicaciones relacionadas con el tema durante el periodo, el año con mayor actividad fue el 2013 con 26 publicaciones. En lo transcurrido del 2016 se presentan 3 artículos indexados en la base de datos, de acuerdo con la ecuación de búsqueda estructurada.

En cuanto a la distribución de los artículos científicos por área de conocimiento (Figura 3), se observa que los mayores números tienen aplicación en Ciencias Biológicas y Agrícolas (167), y en Ciencias Ambientales (134), con números bajos en otras disciplinas del conocimiento (biología molecular, medicina, ciencias sociales etc).

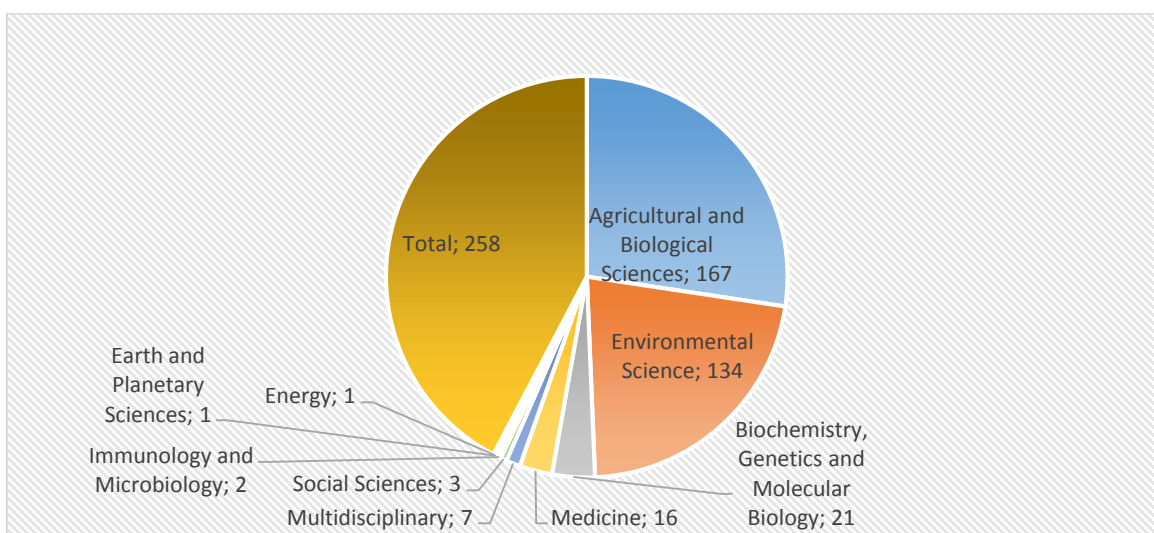


Figura 3. Distribución de artículos según las áreas de conocimiento relacionadas con el tema de dispersión de semillas por aves tropicales (cálculos basados en información de Scopus (Elsevier 2015), fecha de consulta 02/22/2016).

En la Figura 4 se ilustra las principales revistas científicas (top 10) en las que se encuentra el mayor número de publicaciones relacionadas con el tema de estudio, a saber: Biotropica (44), Oecología (23), Journal of Tropical Ecology (19), Ecology (16) y Restoration Ecology (12).

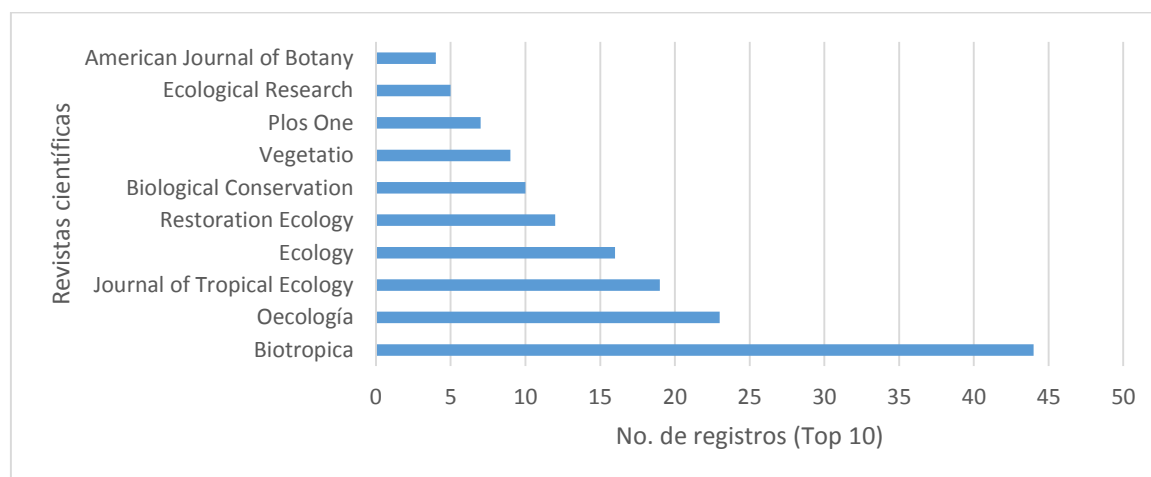


Figura 4. Distribución del número de artículos científicos según las revistas donde aparecen publicados, relacionadas con el tema de dispersión de semillas por aves. (cálculos basados en información de Scopus (Elsevier 2015), fecha de consulta 02/22/2016).

En la Tabla 1 se consignan los datos más importantes de las principales revistas relacionadas con el tema de estudio. De acuerdo con el impacto relativo calculado con el indicador SCImago Journal Rank desarrollado por SCImago Lab con base en las publicaciones indexadas en Scopus, las revistas incluidas en la Tabla 1 pertenecen a los cuartiles Q1 y Q2 en las temáticas que incluyen relacionadas con Ecología, Evolución, Comportamiento y Sistemática, Naturaleza y Conservación del Paisaje..

Tabla 1. Clasificación de las 5 principales revistas relacionadas con el tema de dispersión de semillas por aves, de acuerdo con el indicador SCImago Journal Rank.(<http://www.scimagojr.com/journalsearch.php>).

Título	ISSN	Editor	Cuartil (SJR, 2015)			
			Q1	Q2	Q3	Q4
Biotropica	17447429 , 00063606	Wiley- Blackwell	Ecology, Evolution,Behavior and Systematics			
Oecologia	00298549 , 14321939	Springer Verlag	Ecology, Evolution,Behavior and Systematics			

Journal of Tropical Ecology	14697831 , 02664674	Cambridge University Press		Ecology, Evolution Behavior and Systematics		
Ecology	00129658	Ecological Society of America	Ecology, Evolution, Behavior and Systematics			
(Restoration Ecology)	1526100X , 10612971	Wiley-Blackwell	Ecology, Nature and Landscape Conservation	Ecology, Evolution, Behavior and Systematics		

La distribución de las publicaciones relacionadas con el tema de estudio, discriminada por países, se ilustra en la Figura 5. De acuerdo con esta figura, la mayor actividad productiva se registra en Estados Unidos con 118 publicaciones, seguido por Brasil, Alemania y México con 39, 23 y 22 artículos respectivamente. Nótese que Colombia ocupa el puesto 12 siendo superado ligeramente por España y China, y por Costa Rica y Panamá en Latinoamérica.

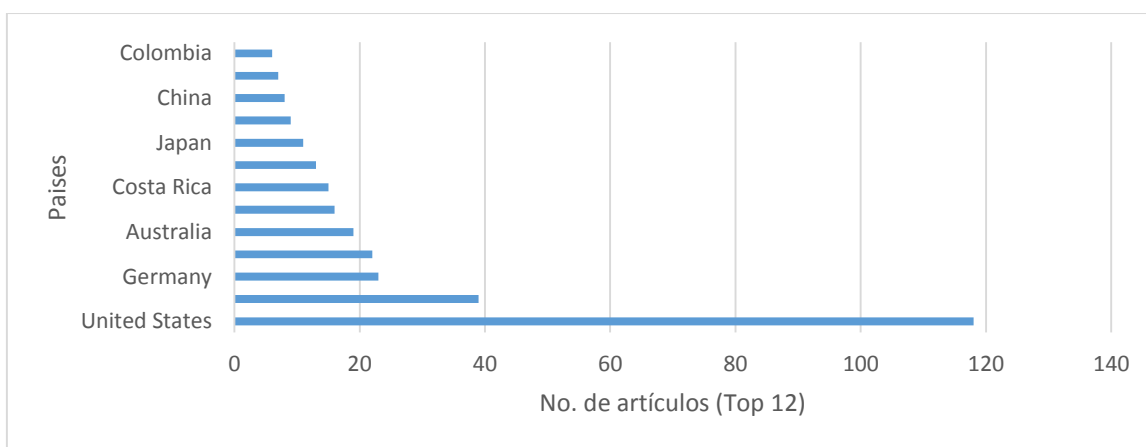


Figura 5. Distribución de artículos científicos relacionados con el tema de dispersión de semillas por aves, discriminado por países a nivel mundial (Top 12). (cálculos basados en información de Scopus (Elsevier 2015), fecha de consulta 02/22/2016).

Dentro de las instituciones, universidades y centros de investigación, relacionadas con el tema de dispersión de semillas por aves tropicales, las más importantes de acuerdo al número de publicaciones, se encuentran las siguientes (Figura 6): Universidad de Florida –USA con el mayor número de registros (16), seguida de 3 universidades brasileras (Universidad Estatal Paulista, de Campiñas y de Sao Paulo) con 13, 12 y 10 publicaciones respectivamente. También se incluye dentro del listado de universidades latinoamericanas a la Universidad Nacional Autónoma de México –UNAM con 9 registros y a dos centros de investigación (el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales y el Instituto de Ecología A. C. con 10 y 8 registros respectivamente).

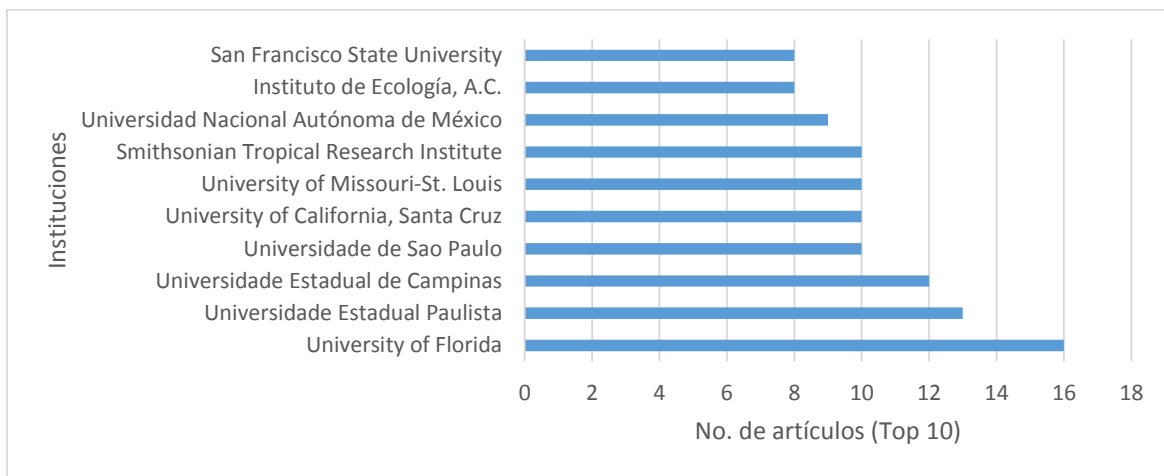


Figura 6. Distribución por instituciones, universidades y centros de investigación, de artículos científicos relacionados con el tema de dispersión de semillas por aves (Top 10). (Cálculos basados en información de Scopus (Elsevier 2015), fecha de consulta 02/22/2016).

Las 5 instituciones más relevantes que trabajan en el tema de estudio a nivel mundial (Scopus 2015) son: University of Florida. Se localiza en Gainesville, FL, USA, con el 11.2% del total de sus publicaciones orientadas a las Ciencias Biológicas y Agrícolas; Universidade Estadual Paulista. Se ubica en Sao Paulo, Brasil, con el 19.3% del total de sus publicaciones orientadas a las Ciencias Biológicas y Agrícolas; Universidade Estadual de Campinas. Ubicada en Sao Paulo, Brasil, con el 8.0% del total de sus publicaciones orientadas a las Ciencias Biológicas y Agrícolas; Universidade de Sao Paulo. Ubicada en Sao Paulo, Brasil, con el 9.2% del total de sus publicaciones orientadas a las Ciencias Biológicas y Agrícolas; Smithsonian Tropical Research Institute. Ubicado en Washington, D.C. USA, con el 41.4% del total de sus publicaciones orientadas a las Ciencias Biológicas y Agrícolas.

En la Figura 7 se ilustran los principales investigadores a nivel mundial relacionados con el tema de estudio, a saber (Scopus, 2015):

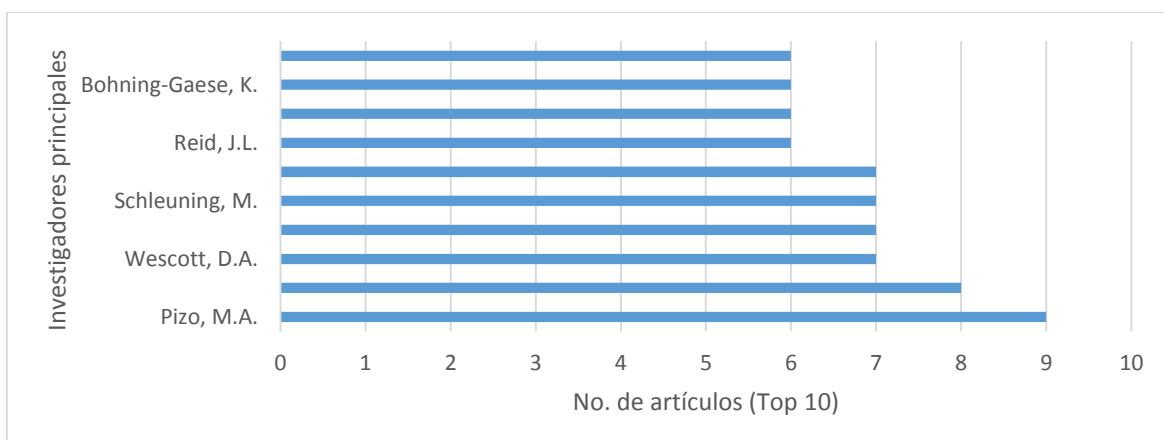


Figura 7. Principales autores relacionados con investigaciones en el tema de dispersión de semillas por aves tropicales. (Cálculos basados en información de Scopus (Elsevier 2015), fecha de consulta 02/22/2016).

Pizo, Marco Aurelio, adscrito al departamento de Zoología de la Universidad Estatal Paulista, Brasil, con 9 publicaciones relacionadas con el tema de estudio; - Holl, Karen D. adscrita al departamento de Estudios Ambientales de la Universidad de California en Santa Cruz, con 8 registros. - Wescott, David A. adscrito a la Mancomunidad de Organizaciones Investigativas Industriales y Científicas, en Melbourne, Australia, con 7 registros. - Smith, Thomas Bates, adscrito al departamento de Ecología y Biología Evolutiva de la Universidad de California en Los Angeles, USA, con 7 registros. - Schleuning, Matthias, adscrito al Centro de Investigación en Biodiversidad y Clima en Frankfurt, Alemania, con 7 registros. - Galetti, Mauro, adscrito al departamento de Ecología de la Universidad Estatal Paulista en Sao Paulo, Brasil, con 7 registros. - Reid, John Leighton, adscrito al Jardín Botánico de Missouri en St Louis, USA, con 6 registros. - Loiselle, Bette A., adscrita al departamento de Ecología de Vida Silvestre y Conservación de la Universidad de Florida en Gainesville, USA, con 6 registros. - Bohning-Gaese, K., adscrita al departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad J.W. Goethe en Frankfurt, Alemania, con 6 registros. - Howe, Henry Franklin, adscrito al departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Illinois en Chicago, USA, con 6 registros.

En la Tabla 2 se ilustran las palabras clave utilizadas dentro de la ecuación de búsqueda asociadas al término “seed dispersal” –dispersión de semillas. El número de registros corresponde al número de documentos en los cuales aparecen las palabras clave.

Fecha de consulta	Descriptor/Key words	Base de datos empleada	Número de registros encontrados
22/02/2016	"seed dispers"	Scopus	6.432
22/02/2016	tropic*"seed dispers"	Scopus	1.040
22/02/2016	(bird or avian)"seed dispers"	Scopus	1.185
22/02/2016	tropic*(bird or avian)"seed dispers"	Scopus	258

Tabla 2. Palabras clave asociadas al término “seed dispersal” dentro de la ecuación de búsqueda propuesta.

II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

La restauración ecológica ha sido definida como el proceso de asistir o ayudar al restablecimiento estructural y funcional de ecosistemas degradados, dañados o destruidos, teniendo como punto de partida el conocimiento que se adquiera desde la ecología, el ecosistema de referencia y de ciertos estados posibles y deseables socialmente (SER 2004). Este proceso de restablecimiento puede ser realizado de manera pasiva (regeneración o sucesión natural) y de manera activa (mediante tratamientos con asistencia humana). En ambos casos, la composición y distribución de especies de aves es un catalizador que favorece el restablecimiento del ecosistema alterado al contribuir al transporte de semillas por grandes distancias y/o a micrositios favorables para el establecimiento de plántulas (Karubian et al 2012). Un dispersor de semillas que se alimenta de frutos (aves o murciélagos) puede transportar semillas a nuevos microhábitats a través de las heces fecales, extendiendo potencialmente la vegetación boscosa. La presencia de aves particularmente frugívoras, a través de su rol en la dispersión de semillas puede potencialmente incrementar la velocidad de la sucesión natural favoreciendo la restauración del ecosistema degradado.

La Universidad Santo Tomás en su sede Loma Linda, cuenta con un relicto boscoso de 4 ha aprox. en proceso de regeneración natural que comprende áreas fragmentadas, áreas de pastizal y una vía carretable que atraviesa parte del campus. Las aves dispersoras de semillas tanto en los sitios alterados como en los sitios no alterados, se constituyen en candidatos potenciales para la regeneración natural del sitio, el cual pretende ser declarado parte de un área de jardín botánico con fines de investigación, conservación, educación y recreación. Sin embargo no se han realizado estudios sobre la composición y distribución de especies de aves que puedan favorecer potencialmente la regeneración natural del sitio, ni tampoco se han identificado las características del hábitat ocupado por aves frugívoras que puedan servir de base para identificar prácticas de manejo tendientes a incrementar la disponibilidad de hábitat para especies potencialmente útiles para restauración.

La hipótesis que se plantea para el presente estudio es la siguiente:

Cómo varía la composición y distribución de especies de aves candidatas para la regeneración y las características del hábitat ocupado en sitios alterados y sitios en regeneración natural, en un área de bosque de piedemonte llanero durante un periodo de 7 meses?.

III. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECIFICOS

Objetivo General

Describir la relación entre la composición y distribución de aves frugívoras y las características del hábitat ocupado por las mismas, en sitios con diferente grado de

alteración en un área de bosque de piedemonte llanero cercano a la ciudad de Villavicencio.

Objetivos específicos

1. Establecer los cambios en la composición y distribución de especies de aves frugívoras en 5 biotopos de un área de bosque de piedemonte (interior de bosque en regeneración, borde de bosque, pastizal, carretera, área abiertas del campus universitario).
2. Determinar los cambios en las características del hábitat ocupado por aves frugívoras (estructura de la vegetación incluyendo las características y tamaños de los sitios de percha de las aves frugívoras, composición florística y diversidad) en 5 biotopos de un área de bosque de piedemonte (interior de bosque en regeneración, borde de bosque, pastizal, carretera, área abiertas del campus universitario).
3. Realizar una valoración de la influencia de ciertas características del hábitat sobre los patrones de dispersión de semillas por aves asociadas a procesos de restauración ecológica de hábitats fragmentados en bosque de piedemonte llanero.

IV. JUSTIFICACION

Dado el rol de las aves en la dispersión de semillas, su presencia puede contribuir a la recuperación de ecosistemas alterados y fragmentados como los bosques de piedemonte que se localizan en las cercanías del municipio de Villavicencio y dentro del cual se encuentra el área de bosque en regeneración natural del campus Loma linda de la Universidad Santo Tomás. Las aves dispersoras de semillas que se encuentren tanto en sitios alterados como en sitios en proceso de recuperación, se constituyen en candidatos especiales para la regeneración en sitios distantes de los árboles parentales fuente de alimento para las aves. Algunos estudios han considerado la dispersión de semillas en ambientes transformados como los agrícolas (Muñoz et al, 2013; Corbin and Holl, 2012., Pejchar et al, 2008, Hughes et al, 2002), enfocándose en las relaciones entre los atributos del paisaje y las características de la comunidad de aves que influyen el proceso. Sin embargo, no se han realizado estudios de dispersión enfocados en la relación entre las aves frugívoras y las características del hábitat ocupado, tanto en áreas alteradas como en sitios de restauración pasiva, en zonas de piedemonte cercanas a Villavicencio con alta presión urbanística en la actualidad. Tales estudios además de contribuir a llenar vacíos de información existente sobre patrones de dispersión de aves frugívoras, puede ayudar a definir prácticas de manejo que incrementen la disponibilidad de hábitat para aves potencialmente útiles en procesos de restauración ecológica.

V. MARCO TEORICO O CONCEPTUAL

El estudio de las relaciones entre especies de aves y el hábitat ocupado es importante ya que la mayoría de ellas son influenciadas, directa o indirectamente,

por el grado de alteración y/o conservación de un sitio. La relación entre la distribución de especies de aves, particularmente aquellas que participan en la dispersión de semillas, y las características del hábitat ocupado, a escala local y de paisaje (particularmente la disponibilidad de perchas, la complejidad estructural de la vegetación y la presencia de recursos alimenticios - frutas, además de atributos de la vegetación a escala de paisaje –cobertura arbórea, tamaño de parches etc) son de utilidad no solo para predecir los efectos de la dispersión de semillas sobre la sucesión o regeneración natural, para identificar especies de plantas que son útiles para promover la sucesión, sino también para definir prácticas de manejo que puedan incrementar la disponibilidad del hábitat para especies dispersoras (Freeman et al, 2015; Reid et al, 2014; Escribano-Avila et al 2014., McConkey et al, 2012; Grainger et al, 2011; Bowen et al, 2007; Francisco et al, 2007; Vieira and Scariot, 2006; Nathan and Muller-Landau, 2000, Scot-Duncan and Chapman, 1999).

En el trópico americano y en particular en la Orinoquía colombiana, se han obtenido algunos inventarios de la avifauna en diferentes localidades. Sin embargo, tales inventarios no han sido complementados con estudios que relacionen la distribución de las aves, particularmente frugívoras, con relación a la composición y estructura de biotopos en diferente grado de sucesión ecológica. Freeman et al (2015) realizaron una valoración de los factores que limitan la recuperación las comunidades de aves en sitios restaurados después de una década de inicio de un proceso sucesional. Tales autores coinciden en afirmar que este proceso es dependiente tanto de características de historia natural de las especies involucradas como de atributos a escala espacial de los sitios o hábitats ocupados. De modo similar, Reid et al (2014) estudiaron la manera como diferentes tratamientos experimentales de restauración interactúan con la cobertura arbórea a escala de paisaje, afectando la estructura y composición de diversos ensamblajes de aves. Tales estudios dejan entrever la importancia de una caracterización del sitio ocupado como determinante de la velocidad y de la fidelidad de un proceso sucesional, coadyuvado por diferentes ensamblajes de aves en calidad de dispersoras.

El proceso y la eficacia de la dispersión de semillas también ha sido un tema ampliamente reportado en la literatura (de La Peña-Domene et al, 2014., Volpato and Martins, 2013., Martinez and Razafindratsima, 2012; Brody and Aslan, 2012., Hernández-Ladrón de Guevara et al, 2012., Hernandez, 2011; Gómes et al, 2008, Parrado-Rosselli, 2007., Pérez and Palacios, 2007; Cordeiro and Howe, 2003; Barrantes and Pereira, 2002; Khurana and Singh, 2001; Kollmann, 2000; Holl et al 2000; Galindo-González et al, 2000; Wenny and Levey, 1998, Traveset 1998). Wenderle (1997) argumenta que algunas características del sitio relevantes para atraer a potenciales dispersores en bosques tropicales, se relacionan con la disponibilidad de perchas, la complejidad estructural de la vegetación y la disponibilidad de frutos. En Colombia, Aide y Cavellier (1994) evaluaron las barreras para la restauración en bosques húmedos de tierras bajas (pastizales

degradados de la Sierra Nevada de Santa Marta), identificando a las fuentes semilleras, la predación por semillas, la competencia por pastos, el microclima, las limitaciones del suelo, y el fuego, como las principales barreras a la restauración. Sin embargo, son prácticamente desconocidos los efectos de ciertas características del hábitat sobre los diferentes patrones de dispersión de semillas por aves involucrados en procesos de recuperación ecológica de áreas degradadas en Colombia.

En los llanos orientales de Colombia y particularmente en las cercanías de la ciudad de Villavicencio, los ecosistemas de piedemonte son susceptibles a perturbaciones humanas tales como deforestación, erosión y deslizamientos, asociado a un incremento en la presión urbanística sobre estas áreas. Aunque no existen evidencias documentadas de los efectos de estas actividades sobre la estructura y funcionamiento de estos ecosistemas, es de suponer que tales actividades tengan un impacto sobre las poblaciones de aves residentes, incluyendo las frugívoras.

Dado que los bosques de piedemonte constituyen una porción importante de los ecosistemas de la Orinoquía, los estudios enfocados a predecir los efectos de la dispersión de semillas sobre la recuperación de estos ecosistemas, son de particular importancia. Por otra parte y como una etapa previa a la implementación de procesos de restauración ecológica, deben considerarse la identificación de grupos de plantas que puedan conformar los núcleos de los tratamientos de restauración que se definan a futuro.

VI. MARCO METODOLOGICO

El área de estudio seleccionada incluye dos fragmentos de bosque de 4.0 y 2.0 ha respectivamente separados por una vía carreteable, dentro de los cuales se diferencian los siguientes cuatro (4) biotopos: interior de bosque en regeneración, borde de bosque, pastizal, área abiertas del campus universitario.

A. Establecimiento de transectos de muestreo.

En cada uno de los biotopos se establecerán 5 transectos en línea de 50 m x 2 m para determinar la composición florística y estructura (vertical y horizontal) de la vegetación. Los transectos estarán separados por una distancia de 50 – 100 m entre sus puntos centrales para asegurar independencia en los censos de aves.

B. Censos de aves

Para los censos de aves realizados a partir del centro de cada transecto, se utilizará el método de conteo en puntos de radio fijo que permiten el cálculo de la probabilidad de detección. En el punto medio de cada transecto se empleará un periodo de 6 minutos registrándose las especies y la distancia del punto de detección al centro del transecto. Se registrarán las aves detectadas en un radio no mayor a 50m a partir del punto de observación de cada transecto y aquellas que escapen a medida que el observador se aproxime al transecto. Cada punto fijo de

observación, correspondiente al centro del transecto, será censado 30 veces durante un periodo de estudio de 7 meses, en dos diferentes periodos de observación, a saber: de 6:30 a 9:00, y de 15:00 a 17:30. Las observaciones de aves serán llevadas a cabo por el coinvestigador del proyecto (Rodrigo Velosa) para aprovechar su experiencia en el conteo de aves.

También se registrarán las aves frugívoras detectadas fuera de la zona de transectos, pero no se les incluirá en el análisis de utilización del hábitat. Adicionalmente, para cada ave observada se coleccionará la siguiente información cuando fuese posible: tamaño del grupo, sexo, estrato ocupado (sobre el dosel, dosel, sotobosque alto, estrato medio, sotobosque bajo y suelo), tipo de actividad (forrajeo activo, forrajeo pasivo, volando, perchando, cortejo, despliegue agresivo) y el sistema social o de agregación observado (individuos solitarios o parejas, grupos monoespecíficos y grupos multiespecíficos o mixtos –en caso de presentarse).

C. Determinación de las variables del hábitat

Estructura de la vegetación: La estructura y composición florística del estrato alto se determinará con base en todos los individuos con DAP > 10 cm. Se llevará a cabo la descripción de la composición del sotobosque en una franja de cada transecto, con un área de 20 metros cuadrados equivalente al 20% del área total a muestrear. En estas parcelas se evaluará la composición y cobertura de la vegetación con altura > 30 cms. Para cada individuo del estrato alto y para cada planta del sotobosque se registrará un índice del tamaño de la hoja así: 1: de 1 a 10 cms; 2: de 10 a 25 cms; 3: de 25 a 50 cms; 4: >50 cms.

Composición florística y diversidad: Los ejemplares colectados serán enviados al herbario del Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá y/o al herbario de la Universidad de los Llanos, Villavicencio, para su determinación taxonómica. Se utilizará la información sobre abundancia, dominancia y frecuencia de cada especie para calcular el Índice de Valor de Importancia –IVI. Como expresión de la diversidad alfa se calcularán los índices de Simpson (dominancia), Shannon (heterogeneidad) y equidad de Shannon (equitatividad). También se calculará la distribución de abundancias por especie y las curvas de rarefacción como expresión de la riqueza específica. Como expresión de la homogeneidad de la composición florística entre transectos y entre categorías de tamaño (sotobosque y estrato alto), se utilizará el índice de Bray-Curtis y se elaborará el dendrograma de clasificación.

Se realizará un análisis de varianza (ANOVA) para probar la hipótesis nula de que no existen diferencias en la composición/abundancia de la comunidad aviaria entre los biotopos considerados. Se utilizará el test de comparación múltiple de Tukey ($p=0.05$) para establecer las diferencias entre los biotopos. Mediante el cálculo del índice de similaridad de Cody (1974) se examinará el grado de superposición del hábitat – traslape – entre las especies de aves frugívoras. Dicho índice se expresa de la siguiente manera: $H=A/[(A+B)(C+A)]^{1/2}$, donde, H= Superposición del hábitat,

A=Numero de parcelas comunes para las dos especies, B y C = Numero de parcelas que ocupa cada especie en ausencia de la otra.

Partiendo de la matriz de similitud generada, se construirá un dendograma para agrupar las especies de aves mediante la técnica de agrupamiento promedio en grupos. Se utilizará la técnica de ordenamiento denominada “análisis de factores” (A.F.) con una solución de componentes principales para ordenar las especies de aves de acuerdo a su posición relativa dentro del hábitat del área de estudio. Para obtener las coordenadas correspondientes a cada una de las observaciones (especies), se realizará un análisis de regresión de los factores generados del análisis de factores sobre cada una de las especies de aves. Los coeficientes de regresión resultantes serán utilizados como ejes de ordenación, tomándose dos factores al mismo tiempo, para representar gráficamente la posición de cada especie dentro del hábitat de estudio. De otro lado, para establecer la relación lineal entre cada especie aviaria y el porcentaje de cobertura de las especies vegetales predominantes en cada parcela, se calcularán los coeficientes de correlación (R).

VII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

No.	Actividad	Desde	Hasta	Tiempo
1	Establecimiento de transectos de muestreo			
1.1	Reconocimiento del área de estudio	1	2	Meses
1.2.	Georeferenciación y ubicación de transectos 50x2 m en 4 biotopos	1	2	Meses
2	Censos de aves			
2.1.	Censos de aves en transectos	2	6	Meses
3	Estimación de variables del hábitat ocupado			
3.1.	Determinación taxonómica de plantas	2	4	Meses
3.2.	Estructura de la vegetación	2	4	Meses
3.3.	Composición florística y diversidad	2	4	Meses
3.4.	Elaboración del documento	5	7	Meses

VIII. PRESUPUESTO

RUBRO	SUBTOTAL(\$)	TOTAL(\$)
Material		\$3.000.000
- Papelería	\$1.000.000	
- (2) Binoculares observación de aves (8x42)	\$1.400.000	
- Insumos para medición variables del hábitat (Calibrador Pie Rey Vernier, cintas métricas etc)	\$600.000	
Capacitación especializada		\$1.500.000
- Determinación taxonómica de plantas	\$1.500.000	
Trabajo de campo		
- Levantamiento topográfico del área de estudio	\$2.500.000	2.500.000
Participación en eventos nacionales (3 personas)		\$3.000.000
- Inscripción a Congreso Nacional – Congreso Nacional de Ecología.	\$400.000/per sona	
- Viaje a Congreso Nacional	\$600.000/per sona	
Participación en eventos internacionales (1 persona)		\$3.000.000
- Inscripción a Congreso – V Reunión Ecuatoriana de Ornitología	\$500.000	
- Viaje	\$2.500.000	
Publicación		\$2.000.000
- Derecho de publicación (1 artículo)	\$1.000.000	
- Traducción del artículo (1 artículo)	\$1.000.000	
TOTAL		15.000.000

VII. PRODUCCION PROGRAMADA E IMPACTO ESPERADO

En la Tabla 1 se relacionan los resultados/productos esperados del proyecto y los beneficiarios del mismo.

CATEGORIA COLCIENCIAS	PRODUCTOS ESPERADOS
a- Productos de nuevo conocimiento	1. Artículo: Estructura de la vegetación en un área de bosque de piedemonte en regeneración natural, USTA Villavicencio, Campus Loma Linda (Responsable: Adriana Alejandra Bernal, Investigador principal). 2. Artículo: Relación aves frugívoras – hábitat en un área de bosque de piedemonte en regeneración natural, USTA Villavicencio, Campus Loma Linda (Responsable: Rodrigo Isaac Velosa, Coinvestigador)

CATEGORIA COLCIENCIAS	PRODUCTOS ESPERADOS
b. Productos de apropiación social del conocimiento	1. Evento Científico: Participación con ponencia en evento nacional -“V Congreso Colombiano de Ornitología” 2016. Fecha: 8-11 noviembre, Medellín. 2. Evento Científico: Participación con ponencia en evento internacional – V Reunión Ecuatoriana de Ornitología 2016. Fecha: 11 – 14 agosto, Zamora, Ecuador. 2. Espacios de participación ciudadana en CTel: Conversatorio regional “Aves de la Orinoquía Colombiana: Estado de Conservación y Amenazas”. Participantes: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Cormacarena, UniMeta, UniLlanos, ONGs ambientales, comunidad local. Fecha: 20-21 octubre 2016. Lugar: Universidad Santo Tomás Villavicencio.
c. Productos de formación del recurso humano	1. Trabajo de grado pregrado: Dirección del trabajo de grado “El papel de las aves en la regeneración natural de áreas de bosque de piedemonte llanero: Un estudio de caso”. La dirección estará a cargo del Docente Rodrigo Isaac Velosa Caicedo.

En la Tabla 2 se describen los impactos esperados del proyecto, la categoría de los mismos y los potenciales beneficiarios.

IMPACTO ESPERADO	CATEGORIA	BENEFICIARIO
1- Contribuir al inventario de flora y fauna en relictos de vegetación nativa (piedemonte llanero); al desarrollo de una metodología para la caracterización de la estructura de la vegetación en zona de piedemonte; y a la evaluación del potencial de regeneración de una zona de bosque de piedemonte en recuperación, a partir de inventarios de aves frugívoras.	Curricular, Ambiental	Facultad de Ingeniería Ambiental, Corporación Autónoma (Cormacarena).
2- Aportar al desarrollo de actividades de observación de aves, educación y sensibilización ambiental en zonas de piedemonte llanero	Curricular, Social	Facultad de Ingeniería Ambiental, comunidad educativa local, sociedad en general
3- Contribuir al plan de ordenamiento ambiental de la universidad y al desarrollo de la línea de investigación en	Ambiental	Universidad Santo Tomás Villavicencio

IMPACTO ESPERADO	CATEGORIA	BENEFICIARIO
Gestión Ambiental de la Facultad de Ingeniería Ambiental		(Facultad de Ingeniería Ambiental)
4- Fortalecer los vínculos con instancias de planificación local relacionadas con temas de conservación de biodiversidad (Fortalecimiento de la comunidad científica)	Ambiental y Social	Instituciones y ONGs que conforman la Estructura Ecológica Principal del municipio de Villavicencio, y con la Red Nacional de Observadores de Aves

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aide T.M., and J. Cavelier.1994. Barriers to lowland tropical forest restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Restor. Ecol.* 2: 219–229.

Barrantes, G., and A. Pereira. 2002. Seed dissemination by frugivorous birds from forest fragments to adjacent pastures on the western slope of Volcán Barva, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 50(2): 569-575.

Bowen, M.E., McAlpine, C.A., House, A.P.N., Smith, G.C., 2007. Regrowth forests on abandoned agricultural land: a review of their habitat values for recovering forest fauna. *Biol. Conserv.* 140, 273–296.

Brody, J.F., and C.E. Aslan. 2012. Halting Regime Shifts in Floristically Intact Tropical Forests Deprived of Their Frugivores. *Restoration Ecology* Vol. 20 (2): 153–157.

Catterall, C.P., Freeman, A.N.D., Kanowski, J., Freebody, K., 2012. Can active restoration of tropical rainforest rescue biodiversity? A case with bird community indicators. *Biol. Conserv.* 146, 53–61.

Corbin, J.D., and K.D. Holl. 2012. Applied nucleation as a forest restoration strategy. *Forest Ecology and Management* 265 : 37–46.

Cordeiro N.J., H.F. Howe. 2003. Forest fragmentation severs mutualism between seed dispersers and an endemic African tree. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Vol.100 (2): 14052 – 14056.

De La Peña-Domene, M., C. Martinez-Garza., S. Palmas-Pérez., E. Rivas-Alonso., H.F. Howe. 2014. Roles of Birds and Bats in Early Tropical-Forest Restoration. *PLoS. ONE* 9(8): e104656. doi:10.1371/journal.pone.0104656.

Escribano-Avila, M. Calvino-Cancela, B. Pias., E. Virgos, F. Valladares, and A. Escudero. 2014. Diverse guilds provide complementary dispersal services in a woodland expansion process after land abandonment. *Journal of Applied Ecology* 51, 1701–1711.

Francisco, M.R., V.O. Lunardi, and M.C. Galetti. 2007. Bird attributes, plant characteristics, and seed dispersal of *Pera glabrata* (Schott, 1858), (Euphorbiaceae) in a disturbed cerrado area. *Braz. J. Biol.*, 67(4): 627-634.

Freeman, A.N.D; C. P. Catterall; and K. Freebody. 2015. Use of restored habitat by rainforest birds is limited by spatial context and species' functional traits but not by their predicted climate sensitivity. *Biological Conservation* 186: 107-114.

Galindo-González, J., Guevara, S., and V.J. Sosa. 2000. Bat- and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation Biology*, Vol.14 (6): 1693 – 1703.

Gómes, L.G.L., O. Vicencio, V. Nijman, A.M. Cleef., and M. Kappelle. 2008. Tolerance of frugivorous birds to habitat disturbance in a tropical cloud forest. *Biological Conservation* 141: 860-871.

Grainger M.J., R.J. van Aarde; T.D. Wassenaar. 2011. Landscape composition influences the restoration of subtropical coastal dune forest. *Restor. Ecol.* 19: 111.120.

Hernández, I.G. 2011. Las aves como agentes en la restauración pasiva del bosque mesófilo de montaña en el centro de Veracruz, México. Instituto de Ecología, AC. Trabajo de grado presentado para obtener el grado de Maestro en Ciencias, Xalapa, Veracruz, México. 46 pág.

Hernández-Ladrón de Guevara, I., O.R. Rojas-Soto., F. López-Barrera, F. Puebla-Olivares, y C. Diaz-Castelazo. 2012. Dispersión de semillas por aves en un paisaje de bosque mesófilo en el centro de Veracruz, México: Su papel en la restauración pasiva. *Revista Chilena de Historia Natural* 85: 89-100.

Holl, K.D., Loik, M.D., Lin, E.H.V., Samuels, E.A. 2000. Tropical montane forest restoration in Costa Rica: Overcoming barriers to dispersal and establishment. *Restoration Ecology*, Vol.8 (4): 339 – 349.

Hughes, J.B., G.C. Daily, and P.R. Ehrlich. 2002. Conservation of tropical forest birds in countryside habitats. *Ecology Letters*, Vol. 5: 121±129.

Jaco, J.W. 2013. Role of frugivorous birds in promoting succession in montane forests of the Talamanca Mountain Range: A case study in Piedra Alta, Costa Rica. <http://hdl.handle.net/2027.42/107733>.

- Khurana, E., and J.S. Singh. 2001. Ecology of tree seed and seedlings: Implications for tropical forest conservation and restoration. *Current Science*, Vol. 80 (6): 748 – 757.
- Kollmann, J. 2000. Dispersal of fleshy-fruited species: a matter of spatial scale?. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, Vol. 3 (1): 29–51.
- Marthy, W. 2012. Bird seed dispersal and restoration of the Sundaland Biodiversity Hotspot in Sumatra, Indonesia. The Rufford Small Grants Foundation. 22 p.
- McConkey, K.R; S. Prasad; R.T. Corlett; A. Campos-Arceiz; J.F. Brodie; H. Rogers; and L. Santamaría. 2012. Seed dispersal in changing landscapes. *Biological Conservation* 146 : 1–13.
- Martinez B.T., and O.H. Razafindratsima. 2012. Frugivory and Seed Dispersal Patterns of the Red-Ruffed Lemur, *Varecia rubra*, at a Forest Restoration Site in Masoala National Park, Madagascar. S. Karger AG, Basel Ed., Department of Ecology, Evolution and Behavior, University of Minnesota, Minniapolis, Minn., p. 228-243
- Nathan R., and H.C. Muller- Landau. 2000. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *TREE* 15 (7), 278-285.
- Parrado-Rosselli, A. 2007. A Collaborative Research Process Studying Fruit Availability and Seed Dispersal within an Indigenous Community in the Middle Caqueta River Region, Colombian Amazon.
- Peres, C.A., and E. Palacios. 2007. Basin-wide effects of game harvest on vertebrate population densities in Amazonian forests: implications for animal-mediated seed dispersal. *Biotropica*, Vol.39 (3): 167-258.
- Reid JL, Mendenhall CD, Rosales JA, Zahawi RA, Holl KD (2014) Landscape Context Mediates Avian Habitat Choice in Tropical Forest Restoration. *PLoS ONE* 9(3): e90573. doi:10.1371/journal.pone.0090573.
- Scot-Duncan, and C.A. Chapman. 1999. Seed dispersal and potential forest succession in abandoned agriculture in tropical Africa. *Ecological Applications*, 9(3): 998-1008.
- Traveset, A. 1998. Effect of seed passage through vertebrate frugivores' guts on germination: A review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. Vol.1(2): 151-190.
- Wenny D.G., and D.J. Levey. 1998. Directed seed dispersal by bellbirds in a tropical cloud forest. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA, Ecology*, Vol. 95, pp. 6204–6207.
- Muñoz J.C., R. Aerts, K.W. Thijs, P.R. Stevenson, B. Muys, C.H. Sekercioglu. 2013. Contribution of woody habitat islands to the conservation of birds and their

potential ecosystem services in an extensive Colombian rangeland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 173: 13– 19.

Vieira, D.L. and A. Scariot. 2006. Principles of Natural Regeneration of Tropical Dry Forests for Restoration. *Restoration Ecology* Vol. 14 (1): 11–20.

Volpato, G.H. and S.V. Martins. 2013. The bird community in naturally regenerating *Myracrodruon urundeuva* (Anacardiaceae) forest in Southeastern Brazil. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 61 (4): 1585-1595.