

**AVES DISPERSORAS DE SEMILLAS EN UN REMANENTE DE BOSQUE SECO  
TROPICAL EN LA FINCA BETANCI –GUCAMAYAS (CORDOBA)**

**Johan Sebastian Moreno Velázquez**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA DE BIOLOGIA**

**BOGOTA D.C**

**2010**

**AVES DISPERSORAS DE SEMILLAS EN UN REMANENTE DE BOSQUE SECO  
TROPICAL EN LA FINCA BETANCI –GUCAMAYAS (CORDOBA)**

**Johan Sebastian Moreno Velázquez**

---

**Ingrid Schuler, Ph.D.**

**Decana Académica**

---

**Andrea Forero, Bióloga**

**Directora del Programa Académico**

**AVES DISPERSORAS DE SEMILLAS EN UN REMANENTE DE BOSQUE SECO  
TROPICAL EN LA FINCA BETANCI –GUCAMAYAS (CORDOBA)**

**Johan Sebastian Moreno Velázquez**

---

**Camilo Peraza, B.sc., Esp**  
**Director**

---

**Giovanny Fagua, M.Sc.**  
**Jurado**

## Tabla de contenido

INTRODUCCION .....	5
JUSTIFICACION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	6
MARCO TEORICO .....	7
OBJETIVOS .....	10
GENERAL.....	10
ESPECIFICOS.....	10
METODOLOGIA.....	10
Área de estudio .....	10
Toma de datos.....	11
Muestras fecales.....	11
Análisis de la información .....	12
Aves capturadas .....	12
Muestras fecales.....	12
Análisis de la dispersión de semillas .....	13
RESULTADOS .....	13
Esfuerzo de muestreo.....	13
Caracterización de la dieta de las aves capturadas .....	17
Desde el punto de vista de las plantas.....	19
Desde el punto de vista de las aves .....	19
La germinación .....	19
DISCUSIÓN .....	25
CONCLUSIONES .....	30
RECOMENDACIONES.....	31
AGRADECIMIENTOS .....	31
BIBLIOGRAFIA .....	32
Anexos.....	1

## RESUMEN

En un remanente protegido de bosque seco tropical del norte de Colombia en época seca, se evaluó, por medio de la captura de aves y la obtención de muestras fecales, la dispersión de semillas por parte de las aves y su efectividad por medio de pruebas de germinación. Para esto se planteó como objetivo determinar cuáles especies del ensamblaje de aves en un remanente de bosque seco tropical son dispersores efectivos de semillas. Para esto se caracterizó la dieta de las especies de aves presentes en el ensamblaje a partir de heces y se contrastó cuáles especies de aves presentan dispersión efectiva de semilla a partir de las pruebas de germinación. Se capturaron 53 especies de aves, dentro de las cuales se obtuvieron 15 especies de aves dispersoras de 18 morfotipos de semillas de los cuales el morfotipo 2 (Familia Melastomataceae) es el más común. *Manacus manacus* (frugívoro) y *Tyrannys melancholicus* (insectívoro) son los mejores dispersores dependiendo de cómo se mire y analice la dispersión pues es un fenómeno ecológico que depende de los elementos cualitativos y cuantitativos de la planta, el dispersor y el lugar donde finalmente sea depositada la semilla.

## INTRODUCCION

La dispersión de semillas hace parte del estudio de las interacciones planta-ave y usualmente puede ser enfocada desde dos puntos de vista, el de la planta y/o el del ave. El primero nos permite ver cuales aspectos de la planta favorecen la dispersión, y el segundo nos muestra que características físicas y fisiológicas del dispersor favorecen una dispersión efectiva de las semillas consumidas. Teniendo en cuenta lo anterior, y para entender de forma clara cualquiera de los puntos de vista, se hace necesario evaluar cada una de las variables y su efecto sobre el proceso de dispersión, pues tanto las plantas como los animales ejercen diferentes mecanismos de presión de selección sobre la interacción.

Por otro lado, los estudios de frugivoría y dispersión de semillas, usualmente se han llevado a cabo cuantificando o teniendo en cuenta el aporte nutricional de las frutas, las características que permiten la remoción de frutos y/o la cantidad de semillas potencialmente dispersadas tanto por aves como por

mamíferos, principalmente, dejando de lado otros grupos taxonómicos que también participan en la interacción. Sin embargo, muchos de estos estudios presentan algunos sesgos, los cuales están generalmente asociados al tipo de ecosistema analizado, otros a la medición únicamente de la presencia o ausencia de una o varias especies de semillas y/o al hecho de que comúnmente se cree que existe una relación directa consumo-dispersión.

No obstante, este último punto no necesariamente es cierto, ya que el consumo de un fruto también podría implicar la depredación de la semilla. Por esto es importante evaluar la efectividad del dispersor en el proceso de dispersión de las semillas. Teniendo en cuenta, el potencial que tiene la dispersión como servicio ambiental en el mantenimiento y regeneración de bosques o remanentes de estos, especialmente en ecosistemas altamente degradados como puede ser el caso del Bosque Seco Tropical (BST) en Colombia.

## **JUSTIFICACION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La dispersión y depredación de semillas es una de las consecuencias directas del consumo de frutos por parte de las aves (Restrepo 2002), y puede presentarse en una o dos fases (Vander & Longland 2004). Estos dos procesos, la dispersión y la depredación, influyen de forma importante en el éxito reproductivo de las plantas, y a su vez en la estructura tanto de las poblaciones como de las comunidades de estas mismas (Schupp 1993, Restrepo 2002), de allí la importancia de su estudio.

Actualmente, es confusa la influencia de cada agente (planta o animal) en los pasos del proceso ecológico de la dispersión de semillas por parte de las aves, ya que algunos autores definen a los dispersores efectivos y a los dispersores potenciales bajo el mismo concepto al asumir que por el simple hecho de un animal consumir frutas, dispersa las semillas (Restrepo 2002). Sin tener en cuenta que las semillas pueden ser dañadas en la manipulación del fruto o durante el paso por el tracto digestivo. Por esta razón es necesario establecer si realmente existe una dispersión efectiva de semillas por parte de los consumidores de frutos, independientemente, de si es especialista u oportunista en su consumo.

Comprender si estos consumidores de frutos, son o no dispersores efectivos y de cuanto es su efectividad puede llegar a ser útil, en los procesos de sucesión, regeneración y establecimiento de especies (Ortiz pulido et al. 2000, Kattan 2002, Guarigüata 2002). Por lo tanto es necesario establecer

que comen y en qué proporciones, debido a que la dieta de un ave frugívora no es necesariamente estricta en cuanto al consumo de frutos (Isler & Isler 1999). Adicionalmente, es necesario saber que tratamiento el frugívoro le da al fruto consumido y a sus semillas, desde el momento que es desprendido del parental.

En cuanto al BST, este es uno de los ecosistemas más amenazados en el Neotrópico (Janzen 1983, Díaz 2006) al ser objeto de una intensa transformación debido a que sus suelos están favorecidos con una alta fertilidad y son aprovechados como puntos de desarrollo de poblaciones humanas (Janzen 1983, Ceballos 1995). En Colombia, el BST es uno de los ecosistemas más degradados y fragmentados donde actualmente solo existe cerca del 1.5% de su cobertura vegetal original de 80.000 km<sup>2</sup> (Etter 1993, Díaz 2006), y poco de él es conservado a través del Sistema de Parques Nacionales Naturales y la Red de Reservas de la Sociedad Civil (BirdLife International y Conservation International 2005, Parques nacionales naturales de Colombia 2009).

Adicionalmente, los resultados de los estudios de la dispersión de semillas pueden ser usados como uno de los criterios para la selección de áreas protegidas, pues garantiza la perpetuación en el tiempo de estas áreas en buen estado, permitiendo evaluar la auto-sostenibilidad y capacidad de regeneración del área, pues mantiene el flujo e intercambio de materia y energía con otras coberturas aisladas. Criterio que casi nunca se tiene en cuenta (BirdLife International y Conservation International 2005).

De acuerdo con lo anterior, y como una forma de acercarse a la comprensión de la dinámica de la dispersión de semillas surge la pregunta: ¿Cuáles especies de aves son dispersoras efectivas de semillas viables en un fragmento de bosque seco tropical?

## **MARCO TEORICO**

### **Dispersión de semillas**

La dispersión está definida como: la partida o distanciamiento de una semilla desde el parental (Howe & Smallwood 1982). Para esta actividad las plantas han desarrollado diversos mecanismos físicos que emplean factores bióticos y abióticos, y que se han denominado en conjunto “síndromes de dispersión” (Howe & Smallwood 1982). Entre estos se encuentran la hidrocoria, anemócoria y zoocoria, en las

cuales los agentes dispersores son el agua, el viento y los animales, respectivamente (Howe & Smallwood 1982, Dalling 2002). Cada uno de estos síndromes aumenta la probabilidad de germinación de las plántulas, al disminuir la competencia de la semilla con su parental (Howe & Smallwood 1982, Howe & Miriti 2004).

Lo que también permite la colonización de áreas abiertas o hábitats aptos para su establecimiento al tener agentes dispersores que salen de los fragmentos a la matriz (normalmente son pastizales) y/o a otros fragmentos, permitiendo el flujo o intercambio de semillas entre fragmentos o parches evitando un futuro aislamiento genético de éstas, reduce la probabilidad de extinción y teniendo la capacidad de sostener poblaciones viables de las diferentes especies (Howe & Smallwood 1982, Wilson & Traveset 2000).

Es importante resaltar que la zoocoria constituye un importante mecanismo de dispersión en regiones tropicales, ya que aproximadamente el 80% de las especies leñosas han desarrollado frutos carnosos de colores llamativos y olores atractivos para los vertebrados (Howe & Smallwood 1982, Medellín & Gaona 1999).

### **Efectividad del dispersor**

La capacidad de germinación de las semillas está influenciada por el agente dispersor ya que en el caso de la endozoocoria, jugos y movimientos gástricos pueden afectar positivamente la semilla quitando la capa inhibidora y de esta manera aumentar la tasa de germinación (Galindo-González 1998), o en el caso contrario afecta negativamente la semilla disminuyendo la germinación por daños en el embrión, pero también puede ser neutra no afectando la semilla. De acuerdo con lo anterior los animales que influyen en este proceso de forma positiva o neutra en la germinación son considerados dispersores efectivos, ya que la mayoría de las semillas que son defecadas con pocos o ningún daño al embrión (Fleming & Sosa 1994, Dominguez-Dominguez et al 2006) teniendo alta probabilidad de germinación. En aves se ha reportado que pueden existir efectos positivos sobre la germinación (Traveset 1998 a,b, Peraza et al 2007) y negativos (Dominguez-Dominguez et al 2006) después de que las semillas pasan por el tracto digestivo.



El fenómeno de la dispersión en aves depende de cómo el ave manipula el fruto y de la cantidad de frutos ingeridos, ya que pueden consumir frutos completos o pedazos de estos. Igualmente, hay efectos pos ingesta sobre la germinación como lo son el comportamiento, tipo de manejo, la fisiología (longitud del tracto digestivo, tiempo de retención de las semillas) dentro del dispersor (Traveser 1998b) y junto con la fuerza de degradación de los jugos gástricos determinan si un ave es un dispersor efectivo, Viéndose reflejado en la cantidad y calidad de las semillas dispersadas (Schupp, 1993) es decir un número alto de semillas defecadas con una alta cantidad de semillas viables.

Tanto las aves como los murciélagos son considerados importantes dispersores por la capacidad de estos para abarcar una mayor área (potencial para la dispersión) gracias al vuelo. Mientras que los vertebrados terrestres se ven un poco más limitados en sus movimientos, lo que a su vez puede limitar el área de dispersión de las semillas (Loiselle 1990, Galindo-González 1998). Es por lo anterior que estos dos grupos (aves y murciélagos) son importantes, ya que podrían ayudar a conectar parches de vegetación (en ambientes fragmentados) y contribuir así, al intercambio génico entre las poblaciones de plantas (Galindo-Gonzalez 1998, Traveset 1998a).

### **Alteraciones de la dispersión: La fragmentación**

La fragmentación se entiende como el efecto causado por intervención antrópica en los hábitat o ecosistemas donde es retirada parte de la vegetación nativa de forma parcial, dejando remanentes inmersos en una matriz con una estructura diferente a la vegetación original (Wilcox & Murphy 1985, Lovejoy *et al.* 1986, Wilcove *et al.* 1986, Saunders *et al.* 1991, Murcia 1995, Pérez-Torres, 2004). Las consecuencias de esta van desde producir cambios en la estructura y composición de las comunidades (Bernard & Fenton 2002, Estrada & Coates-Estrada 2002) generando extinciones locales de especies (Laurence, 1997), hasta cambios en las interacciones inter e intra-específicas y cambios en la dinámica del ecosistema (Saunders *et al.* 1991). Un ejemplo es el cambio en el producto de los procesos que involucran el movimiento del material genético, como lo es la polinización y la dispersión de semillas que a su vez se reflejan en los cambios sobre la estructura vegetal (Howe & Smallwood 1982 y Benitez-Malvido 1998).

La dispersión efectiva juega un importante papel dentro y fuera de los fragmentos, existiendo dos tipos: El primero presenta una composición vegetal persistente, pero no son físicamente viables para el

mantenimiento de especies, ya que sus características como el tamaño y grado de aislamiento no son adecuados (Meffe & Carroll, 1994; Mayer *et al.* 2009), aquí la tasa de mortalidad supera la tasa de natalidad convirtiéndose en sumideros de especies (Pulliam 1988 y Begon 2006) esto no impide que puedan ser visitados para forrajeo (Pérez-Torres, 2004). El segundo tipo de fragmentos que si tienen la capacidad de mantener poblaciones viables de especies son llamados fuentes (Pulliam 1988 y Begon 2006); y la tasa de natalidad es mayor que la mortalidad. Esto visto desde la dispersión de semillas podría entenderse como que, en el primer tipo de fragmento la dispersión es baja y en el segundo es alta.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Identificar cuáles especies del ensamblaje de aves en un remanente de bosque seco tropical son dispersores efectivos de semillas.

### **ESPECIFICOS**

Caracterizar la dieta de las especies de aves presentes en el ensamblaje en un remanente de bosque seco tropical a partir de fecas

Evaluar cuáles especies de aves presentan dispersión efectiva de semillas a partir de las pruebas de germinación.

## **METODOLOGIA**

### **Área de estudio**

El estudio se llevó a cabo en la Finca Betancí-Guacamayas del municipio de Buenavista (Cordoba), localizada a los 8° 11' 72" Norte y 75° 32' 78" Oeste. Esta finca hace parte de la Red de Reservas de la Sociedad Civil y fue declarada como un Área Importante para la Conservación de las Aves (AICA, CO117). La mayor parte de su área (75%) está dedicada a la ganadería extensiva, sin embargo, se

conservan en buen estado cerca de 60 hectáreas de bosque seco tropical, desde hace unos 50 años (BirdLife International 2006, Franco & Bravo 2005).

## **Toma de datos**

La toma de datos se realizó entre los meses de enero y febrero del 2010. Durante este tiempo se capturaron aves usando 15 redes de niebla de 6 por 2.6 metros con un ojo de red de 38 mm. Se dispusieron 5 redes a nivel de piso y 5 elevadas dentro de un remanente de ha, en 5 puntos preestablecidos. Otras 5 redes se distribuyeron en un pastizal colindante con el remanente, a no más de 10 metros del borde físico del mismo, y en donde el tránsito de aves era frecuente. Las redes se mantuvieron abiertas durante doce horas (06:00–18:00) por 6 días consecutivos por semana durante 5 semanas, rotando la dirección de orientación de las mismas en cada semana. Las redes eran revisadas con intervalos de una hora, o menos si las capturas eran numerosas. Adicionalmente, durante los recorridos de revisión se realizaron observaciones *ad libitum* para complementar el inventario y obtener registros de la dieta de las aves dentro del área.

Cada uno de los individuos capturados fue identificado a nivel especie utilizando las guías de “Aves de Colombia” (Hilty y Brown 2001), y/o la de “Birds of North America” (National Geographic 2002), y fotografiado. Cada individuo, posterior a su captura fue colocado en una bolsa de tela en donde permanecía de 10 a 30 minutos para tratar de obtener la muestra fecal. Con el propósito de evitar tomar datos de aves recapturadas, a cada individuo capturado se le cortó un pedazo de una o varias plumas caudales. Llevando una codificación diferencial que se consignó en una tabla que contiene otros datos referentes a la captura, tales como: # de la captura, fecha, # red, hora de captura, especie, muestra fecal y marca caudal.(Anexo 1)

## **Muestras fecales**

Las fecas encontradas en las bolsas de tela fueron guardadas en tubos eppendorf y marcadas con el correspondiente número de captura del ave a la que pertenecía. Posteriormente con ayuda del estereoscopio y unas pinzas de punta fina, se determinó el contenido. Si se encontraban semillas en las muestras, estas se separaban por morfotipos y se contaban, posteriormente se llevaron a germinar en

cajas de petri con papel absorbente humedecido con agua y en los días siguientes se realizó un seguimiento para obtener datos de velocidad de germinación y cantidad de semillas germinadas. Estos datos se consignaron en una tabla referente a las fecas (# de muestra, contenido, morfos, # semillas morfo, # semillas, fecha prueba germinación (G), fecha de G, semillas G). (Anexo 2)

## **Análisis de la información**

### **Aves capturadas**

#### **Esfuerzo de muestreo**

Se calculó el esfuerzo de muestreo para identificar la representatividad del muestreo y el éxito de captura como indicador de la abundancia relativa.

Con el fin de determinar si el muestreo representativo, se realizó una curva de acumulación de especies tomando como unidad de muestreo el número de días muestreados con el Programa EstimateS (Colwell 2005).

#### **Efectividad del dispersor**

Se calculó con la fórmula de eficiencia que propuso Schupp en 1993 en esta fórmula se multiplica la cantidad de semillas dispersadas por la calidad de la semilla, en este estudio es multiplicar la cantidad de semillas defecadas por la probabilidad de las semilla germinadas, se presentara en un listado con la correspondiente especie y en un box plot del programa Past (Hammer et.al 2009) También se propone un contraste entre cantidad de semillas germinadas y porcentaje de germinación para encontrar el mejor dispersor para el morfo tipo dos y por último se hará el mismo contraste pero para cada especie de ave con más de un morfotipo para encontrar la semillas mejor dispersada

### **Muestras fecales**

#### **Comparación de las semillas presentes en la materia fecal de las aves**

Para comparar la abundancia proporcional de las especies de semillas entre las especies de aves, se describió la dieta y se analizó el solapamiento de las especies de aves que contienen semillas

para saber si consumen el mismo fruto. Se estableció la importancia relativa de las diferentes semillas dentro de la dieta de cada especie de ave también se estableció la importancia y eficiencia de cada especie de ave como dispersor.

### **Abundancia relativa de semillas**

Para las muestras de materia fecal, la abundancia de semillas se muestra como el número de muestras de materia fecal que contienen una especie de semilla particular por el número total de muestras. Con respecto a las pruebas de germinación, la abundancia relativa estuvo expresada en número de semillas germinadas de una especie particular por el total de semillas germinadas.

### **Porcentaje de germinación**

Se calculó dividiendo el total de semillas germinadas entre el total de semillas puestas a germinar.

### **Análisis de la dispersión de semillas**

Es importante tener en cuenta que la dispersión puede ser potencial o efectiva, por eso el análisis se hizo desde dos perspectivas: 1 desde el morfotipo semilla en particular para encontrar los mejores dispersores y 2 desde las diferentes especies de aves para saber a cómo influyen en las semilla .

## **RESULTADOS**

### **Esfuerzo de muestreo**

Durante el estudio se realizó un esfuerzo de muestreo de 2880 horas/red y un éxito de captura de 1.74 individuos/hora red. Se capturaron 167 individuos de 24 familias y 53 especies. La especie con mayor número de registros fue *Manacus manacus* (29 capturas) seguido por *Elaenia flavogaster* (15 capturas) y *Protonotaria citrea* (12 capturas). La mayor cantidad de individuos capturados se obtuvo en el bosque (Tabla 1). La curva de acumulación (figura 2) está por debajo de los estimadores y no alcanzó la asíntota en los 30 días de muestreo.

Tabla1. Especies capturadas en el estudio ordenadas taxonómicamente según la Ramsem et al 2010. Se muestran las capturas de individuos en bosque (B), pastizal (P), el total (T) y las recapturas (R) por especie.

FAMILIA	ESPECIE	B	P	T	R
JACANIDAE	<i>Jacana jacana</i>		1	1	
COLUMBIDAE	<i>Leptotila verreauxi</i>	3		3	
PSITTACIDAE	<i>Forpus conspicillatus</i>	3		3	
	<i>Brotogeris jugularis</i>	1		1	
STRIGIDAE	<i>Megascops choliba</i>	1	1	2	
CAPRIMULGIDAE	<i>Nyctidromus albicollis</i>	1	3	4	
	<i>Caprimulgus cf longirostis</i>		1	1	
TROCHILIDAE	<i>Lepidopyga goudoti</i>	1		1	
ALCEDINIDAE	<i>Chloroceryle americana</i>		1	1	
MOMOTIDAE	<i>Momotus momota</i>	2		2	
GALBULIDAE	<i>Galbula ruficauda</i>	1	1	2	
RAMPHASTIDAE	<i>Pteroglossus torquata</i>	1		1	
PICIDAE	<i>picumnus olivaceus</i>	1	2	3	
	<i>veniliornis kirkii</i>	1	1	2	
FURNARIIDAE	<i>Furnarius leucopus</i>	6	1	7	1
	<i>Dendroplex picus</i>	6		6	
THAMNOPHILIDAE	<i>formicivora grisea</i>	1		1	
TYRANNIDAE	<i>Tyrannulus elatus</i>		1	1	
	<i>Elaenia flavogaster</i>	7	8	15	1
	<i>Camptostoma obsoletum</i>	1	1	2	
	<i>Leptopogon cf superciliaris</i>	1		1	
	<i>Poecilatriccus sylvia</i>		1	1	
	<i>Tolmomyias assimilis</i>	1		1	
	<i>Tolmomyias flaviventris</i>	1	2	3	
	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	2		2	
	<i>Empidonax alnorum</i>	1		1	
	<i>Pitangus lictur</i>	1	1	2	
	<i>Pitangus sulfuratus</i>		1	1	
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	1	2	
	<i>Myarchus cephalotes</i>	1		1	
	<i>Myarchus tyrannulus</i>	2	1	3	
PIPRIDAE	<i>Manacus manacus</i>	24	5	29	1
TITYRIDAE	<i>Tityra inquisitor</i>	1		1	
	<i>Pachyramphus cinnamomeus</i>	1		1	
	<i>pachyramphus polychopterus</i>	5		5	1
VIREONIDAE	<i>Vireo flavifrons</i>		1	1	

	<i>Hylophilus flavipes</i>	3	1	4	
CORVIDAE	<i>Cyanocorax affinis</i>	1		1	
TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes aedon</i>		1	1	
TURDIDAE	<i>Turdus cf grayi</i>	1	5	6	1
	<i>Turdus cf nudigenis</i>	1		1	
THRAUPIDAE	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	4	4	8	
	<i>Thraupis episcopus</i>		6	6	
	<i>Thraupis palmarum</i>	2	1	3	
	<i>Saltator maximus</i>	1		1	
	<i>Coereba flaveola</i>	3	1	4	
EMBERIZIDAE	<i>sporophila intermedia</i>	1		1	
	<i>Sporophila schistacea</i>	1		1	
	<i>Oryzoborus angolensis</i>		1	1	
	<i>Oryzoborus crassirostris</i>	1		1	
PARULIDAE	<i>Protonotaria citrea</i>	5	7	12	
	<i>Seiurus noveboracensis</i>	1		1	
ICTERIDAE	<i>Icterus galbula</i>		1	1	
<b>Total</b>		<b>104</b>	<b>63</b>	<b>167</b>	<b>5</b>

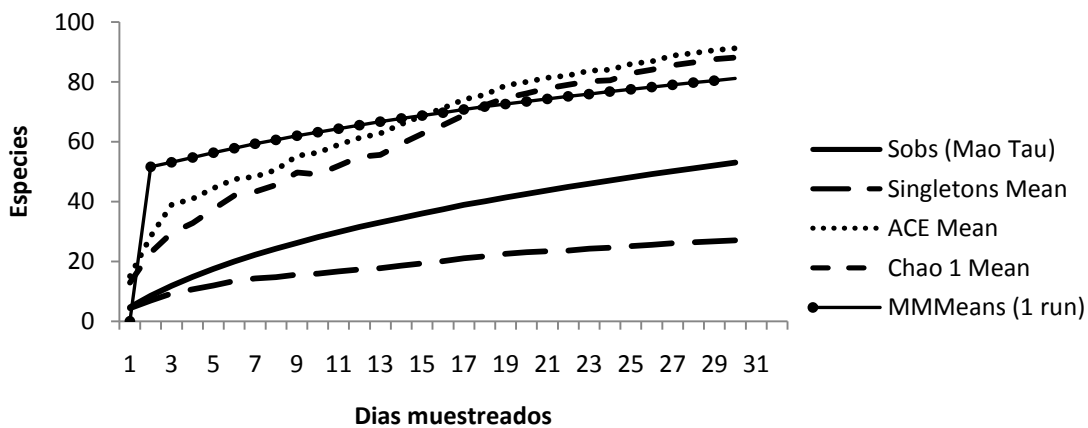


Figura1. Curva de acumulación de especies capturadas durante 30 días de muestreos (Sobs) y cuatro estimadores que tienen en cuenta las abundancias dentro de sus cálculos.

Tabla 2. Morfotipos de semillas encontradas en las fecas de las aves capturadas en campo. Se muestran los morfos de las semillas (MORF.SEM) con sus números totales de semillas correspondientes (T.SEM), organizadas según el número asignado al morfotipo de semilla con las especies de aves donde las semillas fueron encontradas, también se muestran fecas totales con semillas por especie de aves (FTS), total de fecas donde se encontró el morfotipo por especie de ave (FTM) y el total individuos dispersores del morfotipo de semilla (IDM)

<b>MORF. SEM</b>	<b>T. SEM</b>	<b>ESPECIES DE AVES</b>	<b>FTS</b>	<b>FTM</b>	<b>IDM</b>
1	4	<i>Saltator maximus</i>	1	1	1
2	139	<i>Saltator maximus</i>	1	1	1
	266	<i>Elaenia flavogaster</i>	8	3	3
	44	<i>Hylophilus flavipes</i>	3	3	3
	418	<i>Manacus manacus</i>	14	8	8
	27	<i>Pitangus lictor</i>	2	2	1
	218	<i>Protonotaria citrea</i>	4	2	2
	1554	<i>Pteroglossus torquata</i>	1	2	1
	1421	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	10	8	7
	3	<i>Thraupis palmarum</i>	3	1	1
	2	<i>Turdus cf. nudigenis</i>	1	1	1
	299	<i>Tyrannus melancholicus</i>	2	2	2
3	9	<i>Elaenia flavogaster</i>	8	5	5
	12	<i>Manacus manacus</i>	14	4	4
4	11	<i>Manacus manacus</i>	14	2	2
5	4	<i>Elaenia flavogaster</i>	8	1	1
6	69	<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	1	1
7	5	<i>Manacus manacus</i>	14	1	1
8	70	<i>Thraupis palmarum</i>	3	1	1
9	1	<i>Forpus conspicillatus</i>	1	1	1
10	306	<i>Manacus manacus</i>	14	1	1
	341	<i>Protonotaria citrea</i>	4	1	1
	5	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	10	1	1
	3	<i>Thraupis palmarum</i>	3	1	1
11	5	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	10	1	1
12	2	<i>Elaenia flavogaster</i>	8	1	1
13	3	<i>Manacus manacus</i>	14	1	1
14	1	<i>Elaenia flavogaster</i>	8	1	1
15	3	<i>Brotogeris jugularis</i>	1	1	1
16	7	<i>Manacus manacus</i>	14	1	1
17	5	<i>Coereba flaveola</i>	1	1	1
	1	<i>Protonotaria citrea</i>	4	1	1
18	46	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	10	1	1



Tabla 3. Especies de aves potencialmente dispersoras. Se muestran las especies y el total de individuos capturados por especie (IND. CAP) y número de individuos con semillas (IND. SEM) organizadas de forma descendiente según la cantidad de morfos encontradas en las especies de aves con el total de semillas encontradas (T. SEM); efectividad del dispersor (ED) según Schupps 1993.

ESPECIE	IND. CAP	IND. SEM	MORFOTIPO	T. SEM	ED
<i>Manacus manacus</i>	29	14	2, 3, 4, 7, 10, 13, 16	762	15.84
<i>Elaenia flavogaster</i>	15	8	2, 3, 5, 12, 14	280	10.18
<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	8	7	2, 11, 18, 10	1473	83.27
<i>Protonotaria citrea</i>	12	4	2, 10, 17	546	15.50
<i>Thraupis palmarum</i>	4	3	2, 8, 10	70	4.00
<i>Saltator maximus</i>	1	1	1, 2	124	43.50
<i>Pitangus lictur</i>	2	2	2	23	1.00
<i>Turdus cf nudigenis</i>	1	1	2	3	3.00
<i>Tyrannus melancholicus</i>	3	2	2	299	138.00
<i>Pteroglossus torquata</i>	1	1	2	1554	0.50
<i>Hylophilus flavipes</i>	4	3	2	44	4.67
<i>Pitangus sulfuratus</i>	1	1	6	63	2.00
<i>Forpus conspicillatus</i>	3	1	9	1	1.00
<i>Coereba flaveola</i>	1	1	17	5	5.00
<i>Brotogeris jugularis</i>	1	1	15	3	2.00

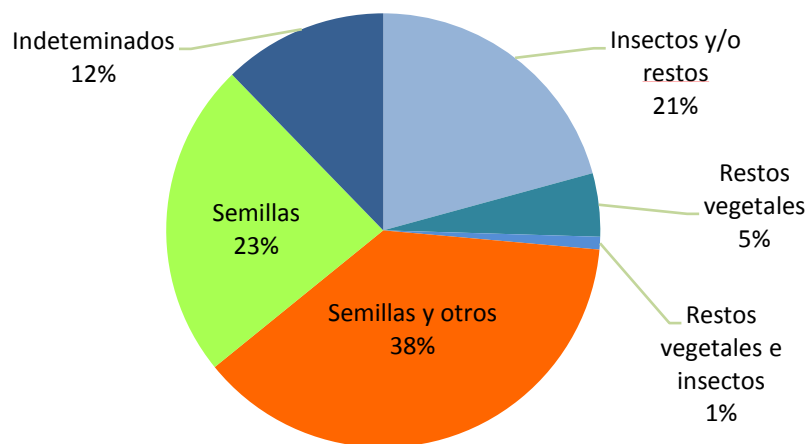


Figura 1.1. Caracterización de la dieta de las aves capturadas se muestra 106 fecas que se agrupa según su contenido dando como resultados los porcentajes marcados

### Caracterización de la dieta de las aves capturadas

Dentro de las 106 fecas (muestras totales obtenidas) analizadas, en el 12% no se pudo determinar su contenido debido a su alto grado de digestión. En el resto de las muestras, el 1% contenía restos vegetales e insectos; el 5% contenía solo restos vegetales y el 21% solo restos de insectos. El 62% de

las fecas contenían semillas, pero el 38% contenía adicionalmente restos vegetales y/o de insectos. Estas 65 con semillas fueron las de interés para el estudio (ver figura 1.1).

Tabla 4. Especies dispersoras y pruebas de germinación. Los datos se muestran como  $x \pm DS$  cuando  $n > 1$ . Las especies de aves capturadas están organizadas de menor a mayor según la cantidad de morfotipos de semilla (M) encontrados en las fecas colectadas, con su correspondiente número de muestra(n), total de semillas sembradas (TSS), la cantidad de días que demoró para germinar la primer semilla (CDG), cantidad de días que estuvieron germinado (CEG) y por último el porcentaje de germinación (PG) que se obtuvo en esos días.

especie	n	M	TSS	CDG	CEG	PG
<i>Brotogeris jugularis</i>	1	15	3,0	11,0	60,0	66,7
<i>Coereba flaveola</i>	1	17	5,0	13,0	20,0	100,0
<i>Forpus conspicillatus</i>	1	9	1,0	9,0	1,0	100,0
<i>Hylophilus flavipes</i>	3	2	14,7(6,1)	15,7(3,2)	37,3(19,3)	29,6(23,4)
<i>Pitangus lictor</i>	2	2	11,5(9,2)	18,5(26,2)	20,5(29,0)	10,0(14,1)
<i>Pitangus sulfuratus</i>	1	6	63,0	20,0	59,0	3,2
<i>Ptroglossus torquata</i>	2	2	777,0(173,9)	14,5(20,5)	20,5(29,0)	0,1(0,1)
<i>Turdus cf nudigenis</i>	1	2	3,0	14,0	17,0	100,0
<i>Tyrannus melancholicus</i>	2	2	149,5(51,6)	7,0(0,0)	64,0(0,0)	92,8(2,7)
<i>Saltator maximus</i>	1	1	4,0	12,0	10,0	100,0
	1	2	120,0	10,0	72,0	69,2
<i>Protonotaria citrea</i>	2	2	102,0(93,3)	23,0(17,0)	32,0(39,6)	19,2(23,3)
	1	10	-	0,0	0,0	0,0
	1	17	1,0	38,0	1,0	100,0
<i>Thraupis palmarum</i>	1	2	3,0	15,0	24,0	66,7
	1	8	64,0	8,0	71,0	15,6
	1	10	-	0,0	0,0	0,0
<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	8	2	177,6(141,4)	12,4(8,1)	35,6(24,7)	59,3(34,2)
	1	10	-	0,0	0,0	0,0
	1	11	-	0,0	0,0	0,0
	1	18	42,0	12,0	27,0	50,0
<i>Elaenia flavogaster</i>	3	2	88,0(84,3)	6,7(6,5)	41,3(35,8)	32,8(35,2)
	5	3	1,8(1,3)	25,2(34,9)	3,2(6,6)	40,0(41,8)
	1	5	4,0	9,0	70,0	25,0
	1	12	2,0	8,0	66,0	50,0
	1	14	-	0,0	0,0	0,0
<i>Manacus manacus</i>	8	2	51,5(67,8)	12,5(7,1)	39,5(30,8)	57,1(29,7)
	4	3	3,0(2,2)	30,0(24,9)	16,0(17,9)	50,0(43,0)
	2	4	-	0,0	0,0	0,0
	1	7	5,0	12,0	67,0	60,0
	1	10	304,0	37,0	41,0	1,0
	1	13	3,0	35,0	39,0	33,3
	1	16	-	0,0	0,0	0,0

## Desde el punto de vista de las plantas

Se encontraron 18 morfotipos de semillas en las fecas de las aves de los cuales el morfotipo 2 fue el más común y abundante con 4391 semillas consumidas por 11 especies de aves, seguido por el morfotipo 10 con una abundancia de 655 semillas consumidas por 4 especies de aves. Los morfotipos 3 y 17 fueron consumidos por dos especies de aves con una abundancia de 21 y 6 semillas respectivamente y cada uno de los demás morfotipos fue consumido solamente por una especie (Tabla 2). Se encontraron hasta 3 morfotipos por feca, ocurriendo esto una sola vez a finales del muestreo con los morfotipos 2, 10 y 18 encontrado en un sola especie de ave *Ramphocelus dimidiatus*

## Desde el punto de vista de las aves

Se capturaron 15 especies de aves que son potenciales dispersores de semillas pues se encontró en sus fecas al menos una semilla; *Manacus manacus* es la que más morfotipos defecó seguida de *Elaenia flavogaster*, *Ramphocelus dimidiatus*, *Protonotaria citrea*, *Thraupis palmarum* y *Saltator maximus* las demás especies solo defecaron un morfotipo de semilla. La mayor cantidad de semillas se defecó por *Pteroglossus torquata* y *R. dimidiatus* y la menor por *Forpus conspicillatus* (Tabla 3). Los morfotipos de semillas 2, 3 y 10 son los morfotipos compartidos entre estas especies y el morfotipo 2 es el que más se comparte.

## La germinación

Todas las especies capturadas y que defecaron semillas son dispersoras pues superaron el 0% de germinación; ninguna de las especies que defecaron un solo morfotipo dejaron inviables las semillas. En el caso en el que se obtuvo más de un morfotipo de semilla, excepto la muestra de *Saltator maximus* al menos un morfotipo no germinó durante el periodo de revisión. Se alcanzó el 100% de germinación en 5 especies de aves pero hay que tener presente que estas son las aves que defecaron menor cantidad de semillas (Tabla 4).

El tiempo para que germinen las primeras semillas varía entre las especies que la dispersan al igual que el tiempo de germinación que en este caso es hasta que la curva alcance la asíntota o hasta el día 83 (día final del monitoreo) por lo tanto el porcentaje de germinación se ve afectado y varía, situación que se ve más clara cuando se compara entre las especies de aves bajo un mismo morfotipo. El morfotipo

dos (Figura 2) que es el más común entre las aves capturadas, muestra que las semillas provenientes de *R. dimidiatus* son las que germinan más rápido pero a los 73 días no alcanza a estabilizar la curva evento se que repitió en *M. manacus* y *P. citrea*. Las semillas provenientes de *Pitangus ligtor* son las que más se demoran en germinar y aunque las semillas provenientes de *Turdus cf nudigenis* no son tan rápidas ni tan lentas en germinar, todas germinaron. Otro aspecto importante para tener en cuenta es el número de semillas con que comienza a germinar las semillas la cual es promedio  $2.25 \pm 1.70$  siendo las semillas defecadas por *Elaenia flavogaster*, *R. dimidiatus* y *M. manacus* quienes inician a germinación con mayor número de semillas (entre 4 a 5).

Las especies de aves que llevan más de un tipo de semilla afectan de forma diferente a las mismas reflejándose esto en el comportamiento de acuerdo a la germinación que muestran las diferentes semillas (Figura 5). El morfo 3 encontrado en *E. flavogaster* fue el más demorado en iniciar a germinar si se compara con los demás morfotipos dispersados por otras especies y los dispersados por ella; contrario a *R. dimidiatus* con el morfo 2 comienza a germinar rápido con respecto a los demás morfotipos que dispersa las demás especies de aves y los dispersados por ella; el morfotipo 1 y 17 pertenecientes a *S. maximus* y *P. citrea* respectivamente fueron las que mostraron una germinación del 100% aunque tenían más de un morfotipo.

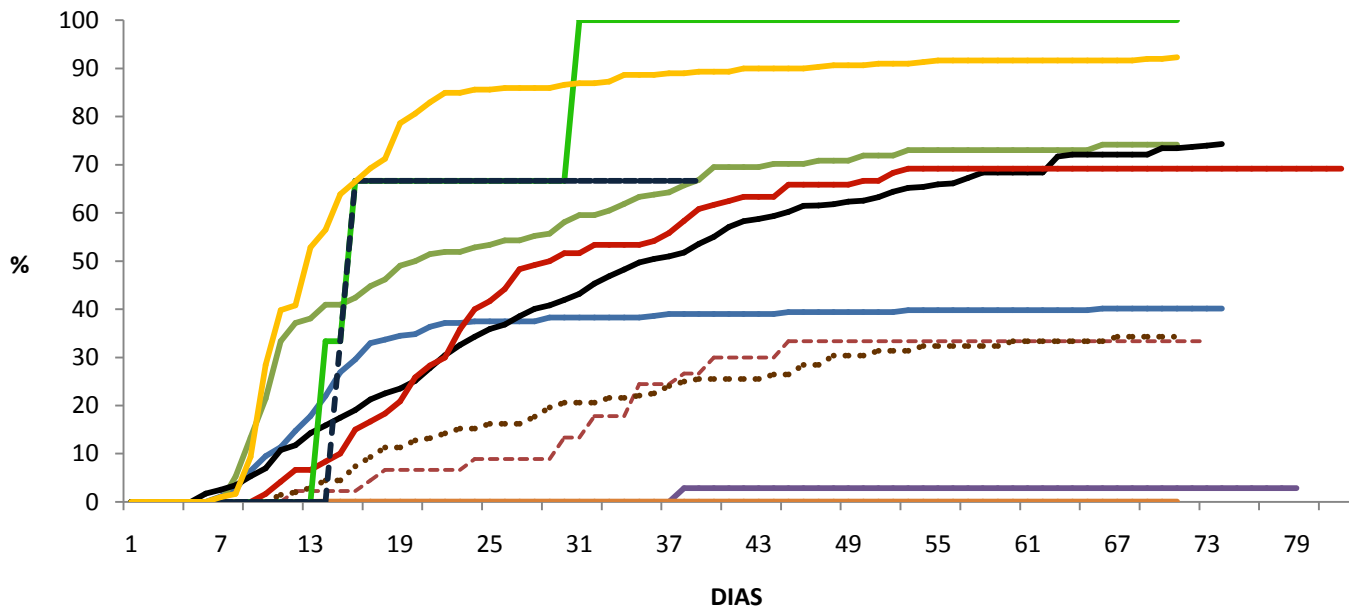
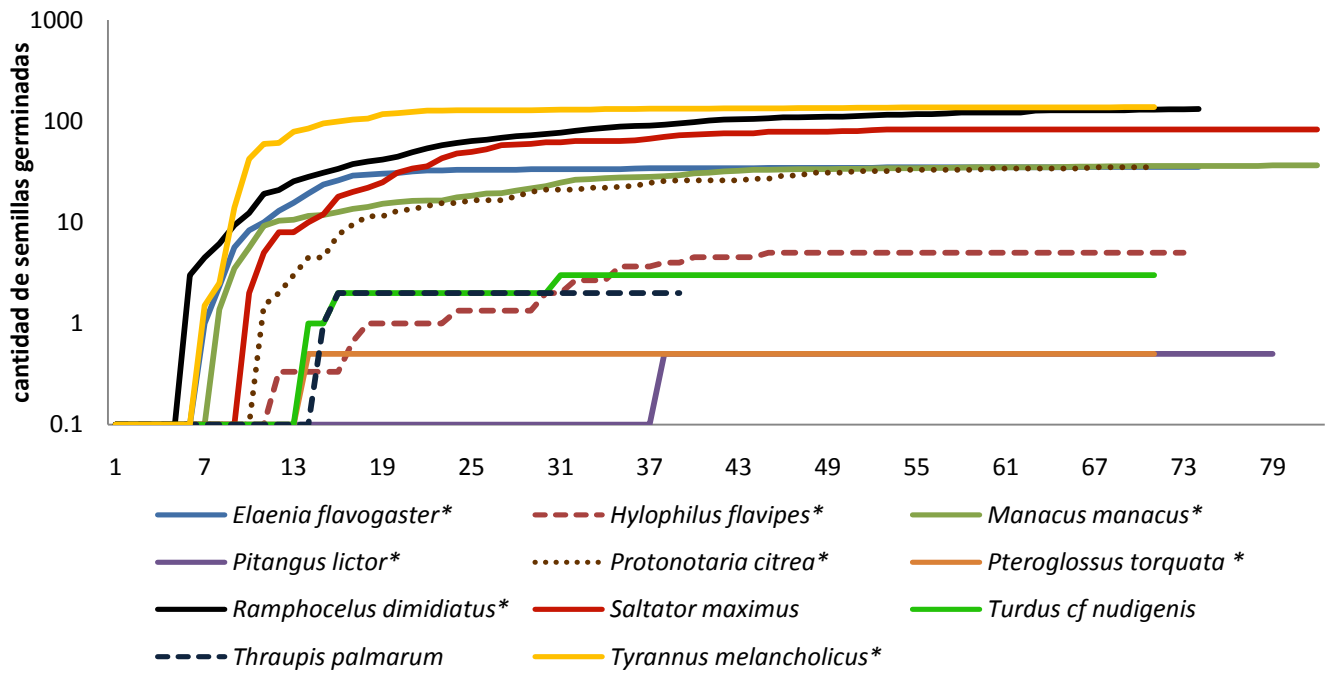


Figura 2. Comparación de la velocidad de germinación del morfotipo dos de semilla entre las diferentes especies de aves dispersoras del mismo. En la parte superior, cantidad de semillas germinadas días a día y en la parte inferior porcentaje de las semillas germinadas día a día.

\*Los datos con más de una feca por especie fueron promediados para graficar.

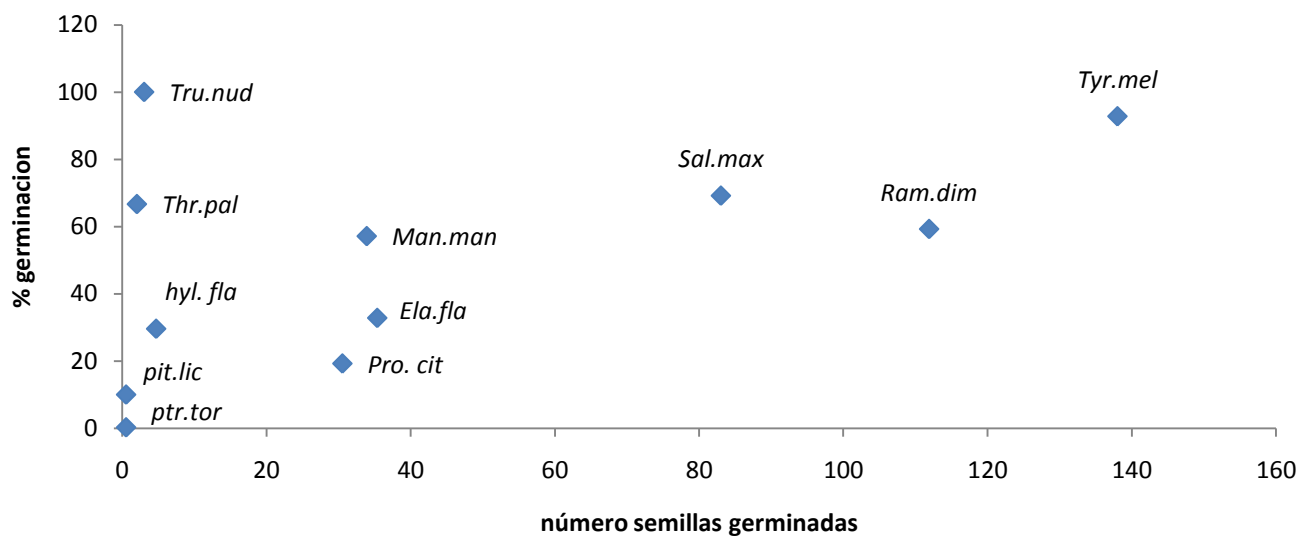


Figura 3. Promedio de porcentaje de germinación vs promedio de número de semillas germinadas para el morfotipo 2 de semillas. Cada punto presenta una especie de ave el cual se denota con las tres primeras letras del epíteto genérico y específico

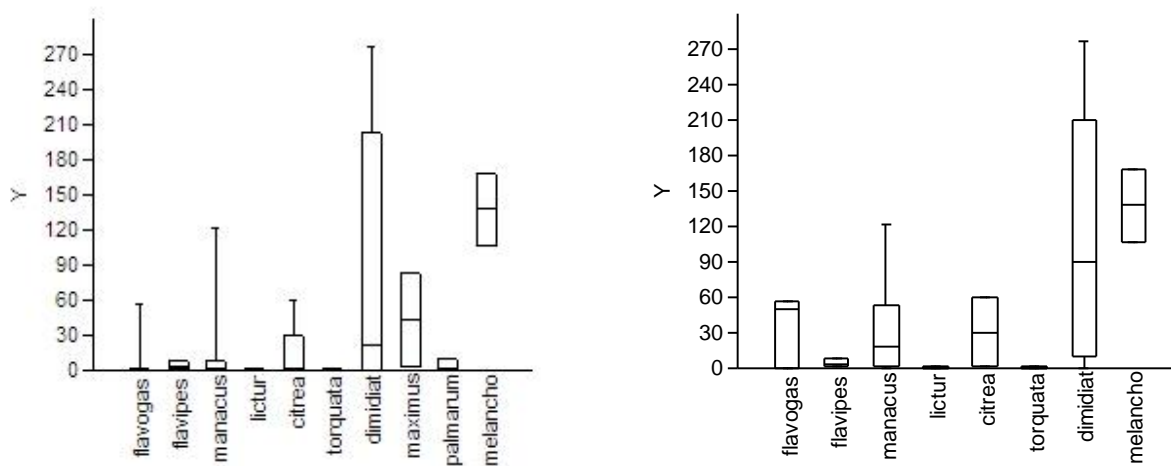


Figura 4. Efectividad del dispersor aplicando formula sugerida por Schupp 1993. A la izquierda grafica de las especies dispersoras sin importar el morfotipo; a la derecha las especies dispersoras para el morfotipo 2; en el eje Y efectividad del dispersor, en el eje x las especies dispersoras.

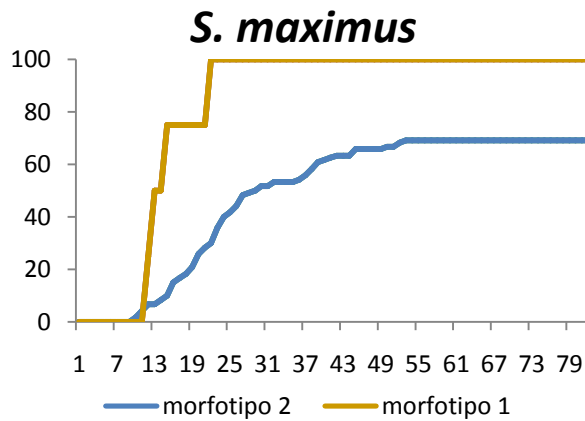
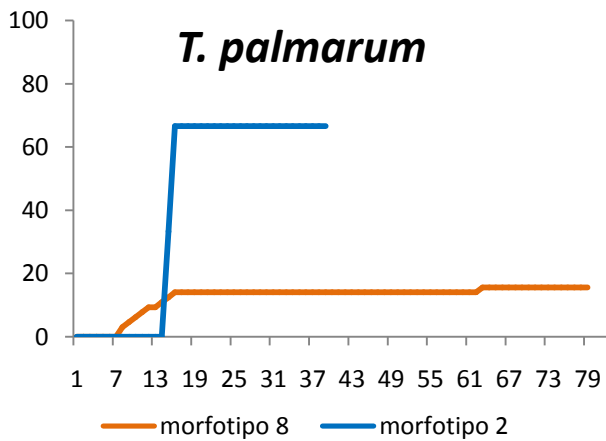
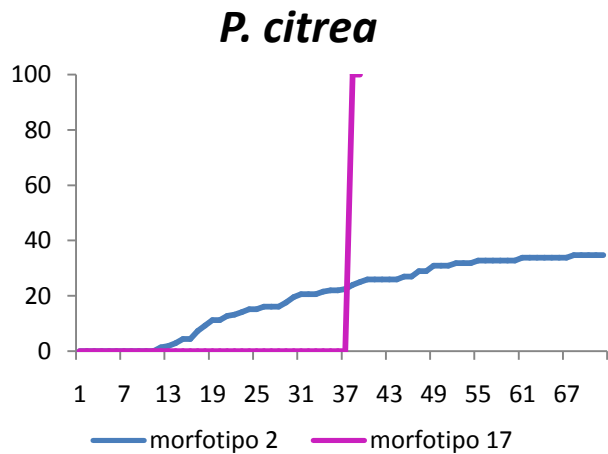
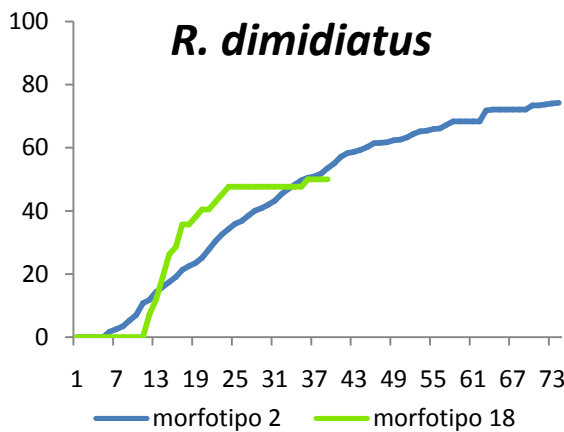
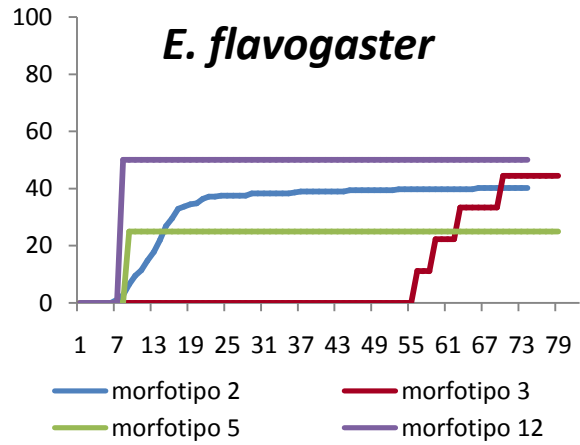
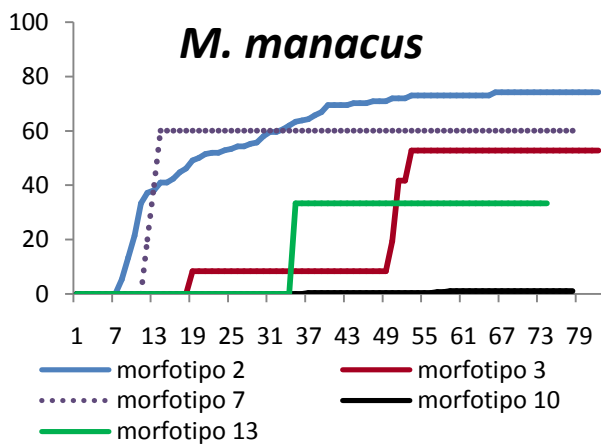


Figura 5. Comparación de la velocidad de germinación de las especies dispersoras de más de un morfotipo. porcentaje de las semillas (ejeY) día(eje X), las graficas están organizadas de mayor a menor por especie de ave según la cantidad de morfotipos que dispersan. Solo se presentan los morfotipos de semilla que germinaron de cada una de las especies dispersoras

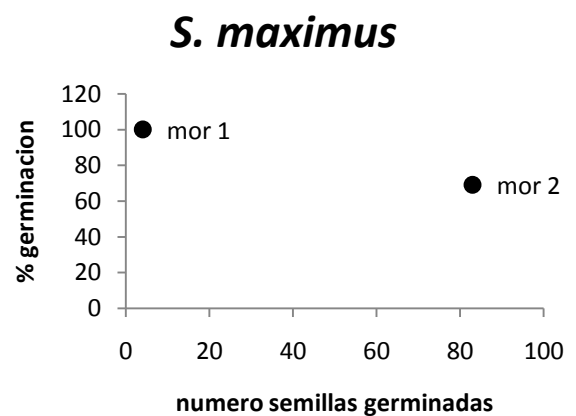
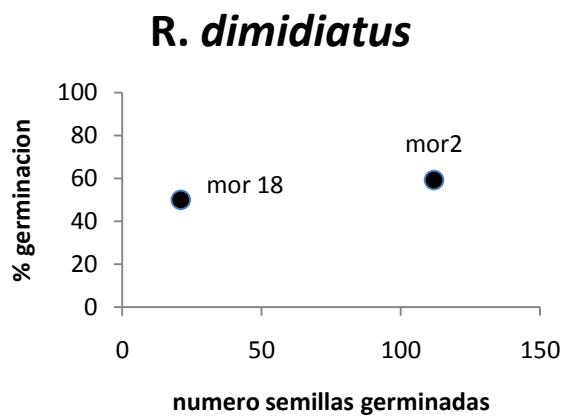
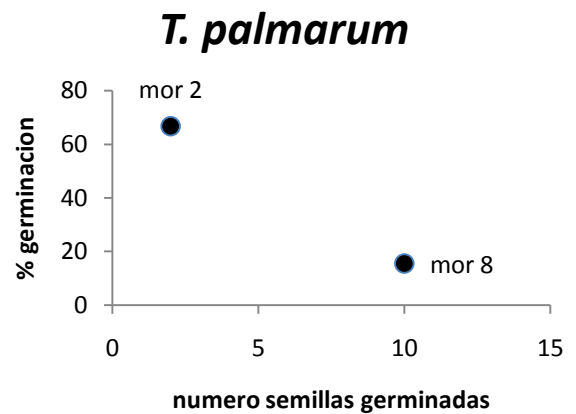
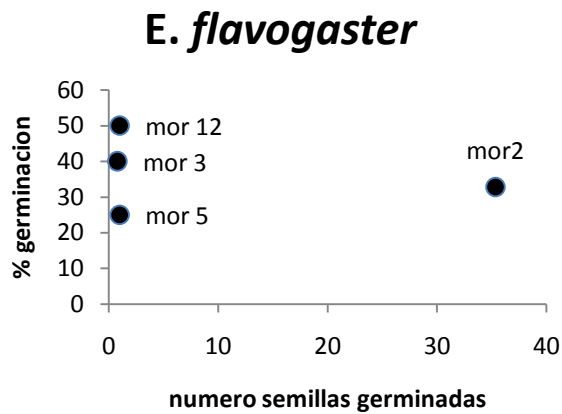
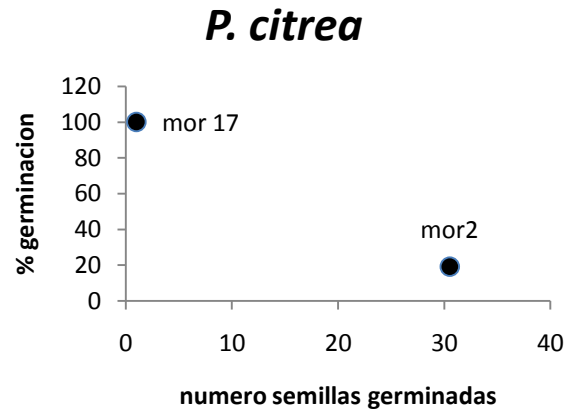
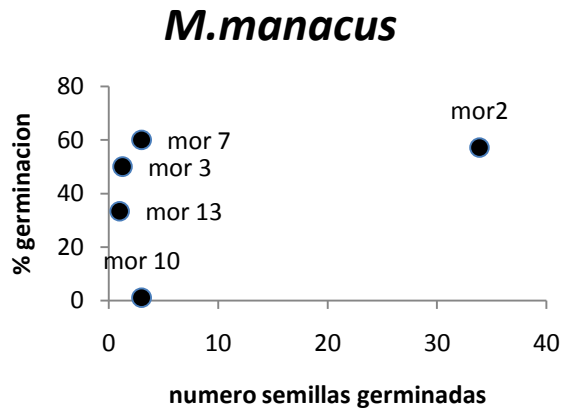


Figura 6. Promedio de porcentaje de germinación vs promedio de número de semillas germinadas para las aves que dispersan más de un morfotipo. Cada punto es un morfotipo cual se denota con el numero asignado al morfotipo (mor); las graficas están organizadas de mayor a menor según la cantidad de morfotipos que dispersan las aves



## **Efectividad del dispersor**

En la figura 4 (izquierda) de forma general para los morfos no hay diferencia significativa al tener sobrelapamiento de la desviación estándar. Nótese que es grande la variación de datos la mayoría de especies dispersoras; para este caso fue necesario eliminar las especies que tenían una sola muestra.

## **Según el morfotipo 2 (Familia Melastomatóceae) de las semillas**

Para este morfotipo según los resultados arrojados por la Figura 3 *Tyranus melancholicus* es el mejor dispersor seguido por *R. dimidiatus* y *S. maximus*; no ocurre lo mismo con *Pteroglossus torquata*. En la figura 4 (derecha) se muestra los diferentes dispersores del morfo 2 (Familia Melastomatóceae) con más de una muestra no mostrando diferencia clara pues existe un sobrelapamiento entre las desviaciones estándar; algunos estadísticos no se pudieron calcular pues la muestra es pequeña.

## **Desde las aves**

Todas las especies de aves son dispersores importantes del morfotipo 2 (Familia Melastomatóceae), menos *T. palmarum* y *P. citrea*, al parecer estas tienen efectos similares sobre las semillas; los morfotipos de los cuales no se obtuvo germinación se eliminaron del gráfico.

## **DISCUSIÓN**

Se capturaron el 21% de las 255 especies registradas en la finca. Que al complementar con registros auditivos y visuales como sugieren Stiles y Rosselli (1998) para realizar inventarios más completos, estaría incrementando a un 8% las especies de aves registradas, esto se debe a que con las redes de niebla se tiene un bajo porcentaje de captura; las 5 recapturas muestran que hay un bajo recambio de individuos en el fragmento.

Al contrastar lo anterior con la curva de acumulación (Figura1) es alto a nivel de especie ya que la curva de Sobs no se estabilizó, sugiriendo que son necesarios más días de muestreos. Los tres estimadores usados se comportan de forma similar, al terminar por encima de la curva de especies capturadas, sugiriendo que falta capturar entre 27 a 37 especies de aves de una comunidad 80 a 90 aves.

Más de la mitad (62%) de las aves capturadas consumen frutos pero según los resultados solo el 24% de estas son completamente frugívoras el resto tiene una dieta complementaria con insectos y restos vegetales que no son frutos, aunque esto puede ser un resultado atribuible a la marcada estacionalidad hídrica en el bosque seco tropical. La producción de semillas y frutos de una especie de plantas rara vez es permanente (Díaz 2006), por consiguiente muchos animales deben cambiar su dieta a lo largo del año, recurriendo a los insectos como le ocurrió a un individuo de *Thraupis episcopus* (ave frugívora), o combinado indistintamente ambas fuentes como ocurre con *Pitangus lictur*, *Hylophilus flavipes* (aves insectívoras), *R. dimidiatus* (ave frugívora) o puede suceder al contrario aves insectívoras se vuelven frugívoras como ocurre con *E. flavogaster*, *Pitangus sulfuratus* y *Tyrannus melancholicus*. Estas observaciones confirman lo oportunistas que son las aves para alimentarse o la necesidad de complementar la dieta con proteína (Castaño-Villa 1998). Esta situación puede estar alterando la dispersión en cuanto al número de semillas transportadas o frutos removidos, pues no es lo mismo tener un ave que consume muchos frutos a un ave que ingiere insectos y frutos ya que la cantidad de semillas transportadas cambia en las dos situaciones, siendo más favorable la primera si la dispersión dependiera solo de la cantidad de semillas transportadas.

La temporada de fructificación y defoliación del bosque seco tropical es estimulada o producida por el estrés hídrico (Pizzani *et al* 2005) a finales de la época seca y principios de lluvias (Levey 1988), evento que se comienza a presentar en el momento del muestreo, indicando que se estaba en la etapa temprana de la sequia; esta puede explicar porque se encuentra el morfotipo 2 (Tabla 2) de forma abundante en cantidad de semillas y cantidad de visitantes, puede ser que esta planta es una de las primeras en fructificar dentro del bosque teniendo poca competencia por el dispersor, situación que cambia en la últimas semanas de muestreo donde la mayoría de los demás morfotipos de semillas aparecen; no solo de a un morfotipo por individuo si no hasta 3 morfotipos por individuo ocurriendo esto una vez en *R. dimidiatus* indicando que la competencia por dispersores es más fuerte en las plantas y aumenta la oferta alimenticia para los animales.

Los morfotipos 2 y 10 son los de tamaño menor pero más abundantes en cantidad de semillas contrarios a lo que ocurre con los morfotipos 3 y 4 que son más grandes y poco abundantes en cantidad de semillas y número de visitante (aunque no la más escasa). Esto muestra a las diferentes estrategias K y R que tienen las plantas para dispersar las semillas: en las dos primeras hay alta abundancia, mostrando producción numerosos de descendientes repartida en varios visitantes siendo los morfotipos generalistas para el dispersor (estrategia R); los otros dos morfos tienen una estrategia K en la que por

el tamaño de la semillas producen pocos descendientes repartidos en pocos visitantes, siendo un poco más específicos para garantizar la descendencia con poca competencia al encontrar desde una hasta siete semillas por individuo; las demás semillas se encuentran en tamaños intermedios y esta relación no es muy clara, pero si hay cierta especificidad entre el morfotipo y el ave que la dispersó pues hay una correspondencia de uno a uno.

*Manacus manacus* tiene un rango en consumo de frutos amplio pues se encontró en las fecas el 38 % del los morfotipos colectados, compartiendo el 42% de los morfotipos que dispersa con otras aves; convirtiéndose en un ave de importancia porque potencialmente dispersa y dispersa varias plantas estando concordando los datos con trabajo donde se resalta la importancia de los pípidos (Castaño-Villa 1998, Restrepo 2002, Lindgren 2010, Stiles FG & Rosselli L 1993), las tangaras son otro grupo de interés reportado como potenciales dispersores (Restrepo 2002, Lindgren 2010, Stiles FG & Rosselli L 1993) el cual tiene como representantes a *R. dimidiatus* y *T. palmarum* dispersando el 27% de los morfotipos colectados, compartiendo entre ellas dos morfotipos que son los mismos que comparten con las demás aves. Otras especies perteneciente a este grupo son *S. maximus* y *C. flaveola* dispersa en el municipio la Dorada, Caldas (moreno in pren) estos grupo son por excelencia frugívoros. *Pteroglossus torquata* especie frugívora que consume el morfo 2 (fruto con semillas pequeñas) es opuesto a lo mencionado en otros trabajos con respecto a los tucanes donde afirman que consumen frutas con semillas grande (Castaño-Villa 1998, Wheelwright 1985).

El grupo de aves insectívoras (familia Tyrannidae y Vireonidae) está representado por 6 especies; potencialmente dispersan 6 morfotipos de los cuales *E. flavogaster* (Tabla 3) no dispersa uno, las demás especies de aves del grupo solo dispersan el morfotipo 2 a excepción de *P. sulfuratus* que dispersa el morfotipo 6. Al parecer no son tan estrictos con su dieta durante la época de sequia cambiando total o parcialmente la dieta.

Las especies pertenecientes a la familia Psittacidae son considerados depredadores de semillas (Snow, 1981, Rozo-Mora & Parrado-Rosselli. 2004) de acuerdo con los resultados, tal vez *Brotogeris jugularis* y *Forpus conspicillatus* son dispersores de frutas que cumplen con tener semillas pequeñas y abundantes de tal forma que unas pocas, evadan el pico destructor de los loros o pericos, entrando y saliendo del tracto digestivo sin sufrir daños. *Protonotaria citrea* es un ave migratoria que contiene un diversidad de semillas baja (3) en la dieta, al compararla con *Catharus guttata* el cual visita una amplia variedad de plantas (13) en Estados unidos (Johnson *et al* 1985) pero tiene amplio rango de

alimentación pues consumen todo tipo de insectos (coleópteros, dípteros, hormigas ) y variedad de frutos exponiendo lo flexibles que son las migratorias para competir por recursos en el trópico, otras especies migrantes muestran esto en estudios en Costa Rica (Blake & Loiselle 1992) .

Hay que tener en cuenta que la viabilidad de las semillas no solo depende del ave sino de la planta pues las semillas pueden estar infértiles desde la planta madre, lo ideal sería hacer pruebas de viabilidad antes de ser ingeridas y después a las semillas. Evaluar la calidad de la semillas pos ingesta se puede hacer de forma física, es decir que visualmente este completa o funcional esta última se puede realizar con pruebas de viabilidad, aplicando tetraciclina o como se hizo poniendo a germinar las semillas, dando la ventaja de analizar la germinación verdadera y no potencial como lo hace la tetraciclina. Nótese en la tabla 4 que las especies que dispersan más de 2 morfotipos al menos para uno de ellos es depredador (no deja viable la semilla). Entre menos son las semillas es más fácil alcanzar el 100% de germinación patrón que se rompe con *Tyrannus melancholicus* que tiene muchas semillas y esta muy cercano a alcanzar la germinación total de las semillas. Peraza *et al* 2007 reporta a *Thaupis episcopus* como dispersora que tiene el 80% de germinación para 100 semillas 1 morfotipo en el eje cafetero (quindío) también datos de *R. dimidiatus* con 2 morfotipos, 100% 5 semillas y el 99% 110 semillas y *T. episcopus* con un promedio de 70% de germinación y 3 muestras con diferente número de semillas en el municipio de la dorada (caldas) (datos sin publicar) y con resultados mencionados confirman lo importante que son las tangaras como dispersores sino que lo son dispersores en más de un lugar . *B. jugularis* y *F. conspicillatus* consumen frutos y semillas de una gran cantidad de plantas (Rodríguez-Mahecha & Hernández-camacho 2002) y son dispersores de una baja cantidad de semillas contrario a lo documentado antes, donde aparece como principal depredador de frutos y semillas (Janzen 1981).

El comportamiento de germinación (Figura 2) es diferente para el morfotipo mas consumido según el ave que la dispersa, encontrando una variación de 30 días para el inicio de la germinación. *S. maximus*, *R. dimidiatus* y *M. manacus* obtiene porcentajes de germinación similares pues son aves frugívoras, pero la velocidad para alcanzar ese porcentaje es diferente pues son especies diferentes y sería extraño que influyera de la misma forma en la semilla, esta variación no solo es a nivel específico sino individual razón por cual la varianza y error estándar en la figura 4 es grande. Aunque las semillas de *T. melancholicus* no son las más rápidas en iniciar la germinación una vez que inicia alcanza un gran porcentaje de germinación en corto tiempo y parece ser el mejor dispersor (Figura 3) pues deja una gran cantidad de semillas viables y un alto porcentaje de germinación teniendo el defecto de pocas muestras y no se sabe si esto varíe mucho entre las especies. Otros buenos dispersores son *S. maximus* y

*R. dimidiatus* para el morfotipo 2 contrario a *Pteroglossus torquata* que no es tan buen dispersor (Figura 3), pues defeca una alta cantidad de semillas (Tabla 3) y estas semillas no germinan tan rápido además que tiene un bajo porcentaje de germinación (Figura 2) datos que coinciden con otros tucanes examinados en cautiverio (Domínguez-Domínguez 2006).

Las aves afectan de forma diferente las semillas que consumen actuando como dispersor para unas plantas y como depredador para otras plantas (Howe & Estabrook 1977, Barnea 1991, Tiffney 2004, Domínguez-Domínguez 2006), al contrastar las figuras 5 y 6 se evidencia que muchas veces el morfotipo de las semillas que es mejor dispersada es la misma que germina más rápido pero no es una regla pues eso no ocurre en *Elaenia flavogaster*; en esta especie las semillas de 3 diferentes morfotipos alcanzan un porcentaje similar eso no quiere decir que sea un buen dispersor para las tres esto se puede apreciar de mejor en la Figura 6; el tener un comportamiento de germinación más constante y no tan repentino en el tiempo puede llegar a ser favorable pues eludir la depredación total de las semillas y aumentar las posibilidades de tener una dispersión secundaria; por parte de otros agentes dispersores alejándose más y disminuyendo la competencia con el parental y sus hermanos si se dispersaron aglomerados con una gran cantidad de semillas en la primera dispersión (Vander Wall, & Longland 2004).

Dentro de la ecuación propuesta por Schupp en 1993 para evaluar efectividad del dispersor solo importa el número de semillas dispersadas por el animal y la calidad de esta, sin importar el tamaño de la semilla que afecta la cantidad de semillas dispersadas debió a el volumen que ocupa dentro del estomago del dispersor, es decir entre más grande sea la semilla menos semillas dispersa que fue lo que se pudo observar con especies que dispersan morfotipos grandes y pequeños como *M. manacus* y *E. flavogaster* con el morfotipo 3 y 2 ; esto no tiene relevancia si el ave es específica para una planta pues la planta no tiene competencia por el dispersor, inverso a ser no específico, ya que se genera presión para que la planta genere mecanismos para atraer el dispersor (Tiffney 2004); por eso la formula tiene que ser aplicada bajo un solo tipo de planta (semilla), no dejando evaluar al dispersor de forma general con todas las semillas dispersadas si dispersa más de una planta; es importante evaluar el proceso de germinación al que da cada animal dispersor y no solo ver el de un momento inicial y final pues puede llegarse al mismo porcentaje de germinación o tener el mismo efecto dispersor pero por diferentes caminos o estrategias.

Hay que resaltar que las observaciones *ad libitum* se encontraron aves como *Cyanocorax affinis*, *Oratlis garrula*, *Psarocolius decumanus*, *Cacicus cela* y *Pionus menstruus* consumiendo frutos pero como no se capturaron para realizarles pruebas de germinación y su clasificación como dispersor es incierta.

## CONCLUSIONES

Se encontraron 15 especies de aves dispersoras, no todas dispersan un morfotipo de semilla ya que se encontraron 18 morfotipos de los cuales algunos se comparten entre las diferentes especies de aves en especial el morfotipo 2 que fue el más común, hay que resaltar que no se comparte más de 2 morfotipos entre las especies de aves. Mostrando que existe competencia por el recurso alimenticio y hay plantas de mayor importancia para el ensamble de aves, ya sea por la abundancia de la planta o porque es una de las primeras en fructificar. El ser frugívoro de una amplia variedad de plantas no implica que el ave sea dispersor para todas ellas ya que puede actuar como depredador de algunas con ocurrió en este estudio.

Los frugívoros tienden a consumir una alta gama de frutos, mientras las aves insectívoras consumen poca variedad de frutos pero en altas cantidades, encontrar quien es el mejor dispersor es confuso pero se puede ver desde dos puntos de vista; 1) es tener en cuenta esa variedad de consumo de frutos pero y que además dejen viable algunas semillas de los diferentes frutos siendo el mejor dispersor *M. manacus* y 2) tener en cuenta solo la cantidad de semillas depositadas y su viabilidad siendo el mejor dispersor *T. melancholicus*.

La efectividad del dispersor tiene más de una variable que afecta la germinación y hay que descartar que las semillas vengán infértiles desde la planta el cual es un factor alineado dentro de las pruebas de germinación *post ingestam*. Además no solo se tiene que mirar el resultado inicial (cuántas semillas se reparten) y el final (cuántas semillas germinan) de la germinación sino el proceso para alcanzar el máximo de semillas germinadas ya que esto puede tener consecuencias en el establecimiento de las plántulas una vez que germinan; las plantas presentan diferentes estrategias para establecer sus plántulas haciendo que el agente dispersor deposite pocas semillas pero la probabilidad de germinación es más alta o depositar muchas semillas tratando de que germinen algunas disminuyendo la probabilidad de germinación.

## **RECOMENDACIONES**

Evaluar la dispersión de semilla por aves durante otros periodos fenológicos de la vegetación de forma continua en analizando el: aumento o disminución de cantidad de especies de semilla, numero de semillas potencialmente dispersadas por especies de aves y el cambio de dieta de las aves según la oferta alimentaria ayudaría a entender si la dinámica de las semillas dispersadas efectivamente es continua o estacionaria también saber cuántas especies tanto de plantas como de aves están implicadas.

Tener siembras control de semillas (es decir sembrar las semillas obtenidas directas del fruto) y contrastarla con las provenientes de fecas de aves. Esto nos muestra si los efectos del dispersor sobre las semillas son positivos, negativos o neutros al pasar por el aparato digestivo.

Es necesario prologar los periodos en los que se observa la germinación de las semillas. Ya que con los datos obtenidos, se demostró que hay germinación más allá de un mes, tiempo límite que comúnmente se utiliza para declarar una semilla en dormancia total.

Evaluar los periodos después de la germinación para relacionar si la dispersión de semilla efectiva, tiene implicaciones en la sobrevivencia de las plántulas, y compara los casos en que las semillas de una misma especie de planta provenientes de diferentes especies de aves difieren para cumplir el objetivo final de generar posibles nuevos adultos.

En restauración de ecosistemas saber que especies me aportan más en cuanto al a dispersión efectiva de semillas, puede ser útil para instalar las perchas de forma adecuada favoreciendo y estimulando las especies de aves focales para este fin. Cumpliendo con la recuperación del territorio de los diferentes ecosistemas conservando la naturalidad del proceso ecológico.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia, Director del proyecto y Curador de la Colección de Aves Camilo Peraza , Integrantes del grupo de curaduría – Colección aves ,Coordinador del Laboratorio de Ecología Funcional (LEF) Jairo Perez, integrantes del Laboratorio de Ecología Funcional (LEF) ,compañeros de campo Elkin y Cristina, amiga - consejera viviana y finalmente a los dueños de la Reserva Natural Finca Betanci – Guacamayas por su amabilidad e interés y permitir realizar este estudio dentro de sus terrenos apoyando con la logística .

## BIBLIOGRAFIA

- Schupp, E. W. 1993. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. *Vegetatio* 107/108:15–29.
- Schupp, E.W. 1995. Seed-seedling conflicts, habitat choice, and patterns of plant recruitment. *American journal of botany*. 82(3): 399-409
- Vander W,S.B &.Longland, W. S .2004. Diplochory: are two seed dispersers better than one? *Trends In Ecology And Evolution* Vol.19, 3; 155-161
- Restrepo, C. 2002. Frugivoría. En: M. Guariguata & G. Kattan (eds.). *Ecología y conservación de Bosques Neotropicales*. LUR. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago. pp. 531-557.
- Janzen, D.H. 1983. Seasonal Changes In Abundance Of Larg Nocturnal Cag-Beetles (Scarabaeidae) In Costa Rica Deciduous Forest And Adyacent Horse Pasture. *Oikos*, 41 : 274-283
- Díaz J, M.2006 .bosque seco tropical Colombia .Banco de Occidente. Credencial. Santiago de Cali, Colombia 204 p.
- Ceballos, G. 1995. Vertebrate Diversity, Ecology, And Conservation In Neotropical Dry Forest. *Entropical Deciduous Forest Ecosystem*. S. Bullock, E. Medina & H. A. Mooney (Eds).Cambridge Univ. Press, Cambridge. Pp. 195-222
- Etter, A. 1993. Diversidad Ecosistémica En Colombia Hoy. En *Nuestra Diversidad Biótica*. Cerec Y Fundación Alejandro Angel Escobar. P. 43-61
- Birdlife International Y Conservation International .2005. Áreas Importantes Para La Conservación De Las Aves En Los Andes Tropicales: Sitios Prioritarios Para La Conservación De La Biodiversidad. Quito, Ecuador: Birdlife International (Serie De Conservación De Birdlife No. 14).
- Parques Nacionales Naturales De Colombia .2009. Sistema Nacional De Áreas Protegidas .Fecha De Consulta: 29/09/2009. Tomado De [Http://Www.Parquesnacionales.Gov.Co/Pnn/Portel/Libreria/Php/Decide.Php?Patron=01.11](http://Www.Parquesnacionales.Gov.Co/Pnn/Portel/Libreria/Php/Decide.Php?Patron=01.11)
- Ortíz-Pulido, R., J. Laborde y S. Guevara. 2000. Frugívoría por aves en un paisaje fragmentado: consecuencias en la dispersión de semillas. *Biotropica* 32: 473-488.
- Kattan G. H.; Guariguata M. R. F. 2002. *Ecología Y Conservación De Bosques Neotropicales*. LUR. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago. 691p.
- Howe, H. F., Smallwood, J. 1982. Ecology of Seed Dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 13: 201
- Dalling, W.J. 2002. Frugivoría. En: M. Guariguata & G. Kattan (eds.). *Ecología y conservación de Bosques Neotropicales*. LUR. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago. pp. 531-557.
- Howe, H. F., Miriti, M, N. 2004. When Seed Dispersal Matters. *Bioscience*. 54(7): 651-660.
- Wilson, M., & Travesset, A., 2000. The Ecology of Seed Dispersal. En: *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities*. Fenner, M. (ed.). 2da edición. CAB International, Wallingford, Inglaterra. p. 85-110.
- Medellín R.A. & Gaona, O. 1999. Seed Dispersal by Bats and Birds in Forest and Disturbed Habitats in Chiapas, Mexico. *Biotropica*. 31: 478-485.
- Galindo-Gonzales J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana* 73:57-74
- Fleming TH & Sosa VJ. 1994. Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on the reproductive success of plants. *Journal of Mammalogy* 75:845- 851.
- Domínguez-Domínguez, L,E. Morales-Mávil, J,E & Alba-Landa, J. 2006.Germinación de semillas de *Ficus insipida* (Moraceae) defecadas por tucanes (*Ramphastos sulfuratus*) y monos araña (*Ateles geoffroyi*) *Rev. Biol. Trop.* Vol. 54 (2): 387-394,



- Traveset, A. 1998.a La importància dels mutualismes planta-animal als ecosistemes insulars. En: *Ecologia Insular*. Alcover J.A. (ed.) Ed. Moll, Palma de Mallorca Pp. 9-33.
- Traveset, A. 1998.b Effect of seed passage through vertebrates on germination: a review. *Perspectives in Plant Ecology, Systematics and Evolution* 1: 151-190.
- Peraza C, Hernandez J & Bastos S .2007 . poster :capacidad de germinacion de las semillas consumidas por el azulejo comun (*traupis episcopus* ) en la zona cafetera del quindio . memorias del segundo congreso de ornitologia .
- Wilcox, B. A., & Murphy, D. D. 1985. Conservation Strategy: The Effects of Fragmentation on Extinction. *The American Naturalist*. 125: 879-887
- Lovejoy, T. E., Bierregaard, R. O., Rylands, A. B. Jr. Malcom, J. R., Quintela, C. E., Harper, L. H., Brown, K. S., Powell, A. H. Jr., Powell, G. V. N., Schubart, H: O. R., Hays, M. B. 1986. Edge and Other Effects of Isolation on Amazon Forest Fragments. En: Soulé, M. E. (ed.). *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity*. First Edition. Sinauer Associated Press. p. 257-285
- Wilcove, D. S., McLellan, C. H., Dobson, A. P. 1986. Habitat Fragmentation in the Temperate Zone. En: Soulé, M. E. (ed.). *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity*. First Edition. Sinauer Associated Press. p. 237-253.
- Saunders, D. A., Hobbs, R. J., Margules, C. R. 1991. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. *Conservation Biology*. 5(1): 18-32.
- Murcia, C. 1995. Edge Effects in Fragmented Forests: implications for Conservation. *Tree*. 10 (2): 58-62.
- Pérez-Torres, J. 2004. Dinámica del ensamblaje de murciélagos en respuesta a la fragmentación en Bosques nublados: un modelo de ecuaciones estructurales. Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Departamento de biología. Bogotá. 291p.
- Bernard, E. & Fenton, M. B. 2002. Species Diversity of Bats (Mammalia: Chiroptera) in Forest Fragments, Primary Forests and Savannas in Central Amazonia, Brazil. *Can. J. Zool.* 80: 1124-1140
- Estrada, A. & Coates-Estrada, R. 2002. Bats in Continuous Forests, Forest Fragments and in an Agricultural Mosaic Habitat-Islanc at Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation*. 103: 237-245.
- Laurence, W. F. 1997. Responses of Mammals to Rainforest Fragmentation in Tropical Queensland: A Review and Synthesis. *Wildlife Research*. 24: 603-612. Meffe, G., K., & Carroll, C. R. 1994. Habitat Fragmentation. En: *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Assocoates. p. 237-264.
- Benitez-Malvido, J. 1998. Impact of Forest Fragmentation on Seedling Abundance in a Tropical Rainforests. *Conservation Biology*. 12(2): 380-389
- Meffe, G., K., & Carroll, C. R. 1994. Habitat Fragmentation. En: *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Assocoates. p. 237-264.
- Mayer, C., Schiegg, K., Pasinelli, G. 2009. Patchy Population Structure in a Short-distance migrant: Evidence from Genetic and Demographic Data. *Molecular Ecology*. 18: 2353-2364.
- Pulliam, H. R. 1988. Source, sink and population regulation. *American Naturalist* 132: 652-661.
- Begon, M. 2006. *Ecology, from individuals to ecosystem*. Blackwell Publishing, London.
- Birdlife International. 2006. Fichas De Especies Para Migratorias Neotropicales En Las Ibas: Finca Betancí-Guacamayas. Tomado De [Http://Www.Birdlife.Org](http://Www.Birdlife.Org) On 22/10/2009
- Franco, A. M. & Bravo,G. (2005) Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en Colombia. Pp. 117-282 en BirdLife International y Conservation International. Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la

- biodiversidad. Quito, Ecuador: BirdLife International (Serie de Conservación de BirdLife No. 14).
- Hilty, S.L. & W.L. Brown. 2001. Guía de aves de Colombia. American Bird Conservancy-ABC, Colombia. 1030 p.
- National Geographic Society. 2002. Field Guide to the Birds of North America, 4th Edition. Washington, DC: National Geographic Society.
- Colwell, R.K. 2000. EstimateS, Statistical Estimation of Species Richness and Shared. Species from Samples. University of Connecticut.
- Hammer, Ø. Harper, D.A.T and Ryan,P.D .2009.PAST - PAlaeontological STatistics, ver. 1.88
- Remsen, J. V., Jr., C. D. Cadena, A. Jaramillo, M. Nores, J. F. Pacheco, M. B. Robbins, T. S. Schulenberg, F. G. Stiles, D. F. Stotz, and K. J. Zimmer. 2010. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>
- Stiles, F. G.& Rosselli ,L. 1998. Inventario de las aves de un bosque altoandino: comparación de dos métodos. *Caldasia* 20:29-43.
- Castaño-villa,G .J. 1998.inventario preliminar de aves y mamíferos presentes en fragmentos boscosos en el medio San Jorge, departamento de córdoba. *Crónicas forestales y del medio ambiente*. Vol. 13: 1 . 1-8
- Pizzani, P. Dominguez, C . De Martino, G. Palma .J & Matute .I .2005. Evaluación nutricional del mantillo de un bosque seco deciduo típico del nororiente del estado Guarico, Venezuela .revista científica universidad de zulia . vol.XV:1, 20-26.
- Levey, Douglas .J. 1988. Spatial and temporal variation in Costa Rican fruit and fruit- eating bird abundance. *Ecological monograph*. 58(4): 251-269
- Lindgren ,E. 2010 Manakins and the Plant Family Melastomataceae. *ecology.info* 2
- Stiles ,F.g & Rosselli ,L. 1993. Consumption of fruits of the Melastomataceae by birds - How diffuse is coevolution? *Vegetatio* 108: 57-73
- Wheelwright, Nathaniel T. 1985. Fruit-Size, Gape Width, and the Diets of Fruit-Eating Birds. *Ecology*. Vol. 66: 3. 808-818
- Snow, D.W. 1981. Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey. *Biotropica* 13:1-14.
- Rozo-Mora & Parrado-Rosselli. 2004. Dispersión Primaria Diurna De Semillas De *Dacryodes Chimantensis* Y *Protium Paniculatum* (Burseraceae) En Un Bosque De Tierra Firme De La Amazonia Colombiana. *Caldasia* 26(1): 111-12
- Johnson, R. A. Willson, M. F. Thompson, J. N. Bertin, R. I. 1985. Nutritional Values of Wild Fruits and Consumption by Migrant Frugivorous. *Ecology*, Vol. 66, No. 3: 819-827
- Blake, J .G. Loiselle, B. A. 1992. Fruits in the Diets of Neotropical Migrant Birds in Costa Rica. *Biotropica*, Vol. 24, No. 2, Part A. 200-210.
- Rodriguez-Mahecha, J.V & Hernandez-camacho, J. I .2002. Loros de Colombia. *Conservación internacional*. 478 p.
- Janzen ,D.H. 1981. Ficus Ovalis Seed Predation By An Orange-Chinned Parakeet (*Brotogeris jugularis*) In Costa Rica. *Auk*. Vol. 98: 841-844.
- Howe, H.F. & G.F. Estabrook. 1977. On Intraespecific Competition For Avian Dispersers In Tropical Trees. *Amer. Natur.* 111: 817-832.
- Barnea, A. Yom-Tov, Y. & Friedman, J.1991. Does Ingestion by Birds Affect Seed Germination? *Functional Ecology*. Vol. 5: 3, 394-402
- Tiffney, B. H . 2004. Vertebrate Dispersal of Seed Plants through Time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, Vol. 35, pp. 1

# Anexos

Anexo 1. Formato para tomar datos de las aves capturadas

formato para captura de aves																														
numero captura	especie	Pico(mm)		Tarsos (mm)		Cuerpo(mm)			peso  (g)	código individuo						sexo(h/m)	edad  a ,j	osificación  %	muestra fecal si /no	numero fotos	nota	fecha /hora /red								
		culmen	ancho	der	izc	cuern	cola	total		izquierda			derecha																	
										6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6									

