

Dispersión de semillas por aves en un fragmento de Bosque Seco Premontano en Bochalema,  
Norte de Santander

Camila Alejandra Serna Ovallos

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Básicas

Programa de Biología

Pamplona, Colombia

2019

Dispersión de semillas por aves en un fragmento de Bosque Seco Premontano en Bochalema,  
Norte de Santander

Estudiante

Camila Alejandra Serna Ovallos

Director

BSc, MSc, PhD(c) Aldemar A. Acevedo Rincón

Codirector

BSc, MSc, PhD(c) Orlando Armesto Sanguino

Codirector

BSc, MSc. Luis Roberto Sánchez

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Básicas

Programa de Biología

Pamplona, Colombia

2019

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO

PARA OPTAR AL TÍTULO DE BIÓLOGA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA

## **Dedicatoria**

Este trabajo lo dedico a mis padres, Vitalia Ovallos y Gabriel Serna,

a mis hermanas, Carla y Catalina

## **Agradecimientos**

A mis padres

A mis tutores, Aldemar Acevedo y Orlando Armesto

A mi codirector Roberto Sánchez

A mis amigos que durante la carrera me acompañaron en mi formación, especialmente a Lizeth Bolívar, Jefferson Álvarez

A Diego Lozano

A los hermanos Lino y Antonio Acevedo, a Luis Enrique Florez

A Rosa y Miguel Suarez

A Rocio Jurado y Mercedes

A Catalina Camargo y Diego Carrero

A la profesora Erika Guerrero

A Jenifer Oviedo y Friedman Pabón

Al Semillero de Ecología y Biogeografía

## TABLA DE CONTENIDO

1.	Resumen .....	10
2.	Introducción .....	12
3.	Objetivos .....	14
3.1	Objetivo general .....	14
3.2	Objetivos específicos .....	14
4.	Marco de Referencia y Estado del Arte .....	15
4.1	Bosque Seco Premontano .....	15
4.2	Fragmentación y heterogeneidad del paisaje .....	15
4.3	Estudios sobre Aves.....	17
4.3.1	Estudios sobre aves en Norte de Santander.....	17
4.4	Dispersión de semillas por aves y tasa de viabilidad y germinación.....	20
4.4.1	Dispersión de semillas.....	20
4.4.2	Tasa de Germinación.....	22
5.	Materiales y métodos .....	23
5.1	Área de estudio .....	23
5.1.1	Vereda Peña Viva.....	24
5.1.2	Vereda Agua Blanca.....	24
5.2	Fase de Campo.....	25
5.2.1	Inventario preliminar de la vegetación.....	25
5.2.1.1	Perfiles de vegetación.....	25
5.2.2	Diversidad de especies de aves .....	26
5.2.3	Recolección de excretas de aves .....	27
5.3	Fase de Laboratorio .....	28
5.3.1	Identificación de plantas a partir de semillas .....	28
5.3.2	Ensayos de viabilidad de semillas.....	28
5.4	Análisis de datos.....	29
5.4.1	Diversidad de aves .....	30
5.4.2	Semillas dispersadas por aves .....	30
5.4.2.1	Porcentaje de ocurrencia de las semillas (PO) .....	30
5.4.2.2	Índice de Importancia del Dispersor (DII) .....	31
5.4.3	Viabilidad de semillas .....	32
6.	Resultados .....	33

6.1	Inventario preliminar vegetal.....	33
6.1.1	Punto Victoria .....	33
6.1.2	Punto Esperanza .....	35
6.1.3	Punto Arrinconada.....	38
6.2	Diversidad de aves dispersoras.....	41
6.2.1	Aves punto la Victoria.....	42
6.2.2	Aves punto Esperanza .....	42
6.2.3	Aves punto Arrinconada.....	43
6.3	Semillas dispersadas por aves.....	47
6.3.1	Porcentaje de ocurrencia (PO) de especies de semilla .....	51
6.3.1.1	Punto Victoria .....	53
6.3.1.2	Punto Esperanza .....	53
6.3.1.3	Punto Arrinconada.....	54
6.3.2	Índice de importancia de dispersor (DII) .....	56
6.4	Viabilidad de semillas .....	59
7.	Discusión de Resultados.....	63
7.1	Diversidad de aves.....	63
7.2	Semillas dispersadas por aves.....	66
7.2.1	Aves dispersoras.....	71
7.3	Viabilidad de semillas dispersadas por aves.....	74
8.	Conclusiones .....	78
9.	Recomendaciones.....	79
10.	Referencias Bibliográficas .....	80
11.	Anexos.....	97
11.1	Anexo 1 .....	97
11.2	Anexo 2.....	97
11.3	Anexo 3.....	98
11.4	Anexo 4.....	101
11.5	Anexo 5.....	102
11.6	Anexo 6.....	102
11.7	Anexo 7.....	103
11.8	Anexo 8.....	108

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Especies de plantas en punto Victoria.....	34
Tabla 2. Especies de plantas en punto Esperanza .....	37
Tabla 3. Especies de plantas en punto Arrinconada.....	40
Tabla 4. Especies de aves y número de individuos capturados.....	43
Tabla 5. Diversidades observadas y esperadas .....	47
Tabla 6. Especies de plantas encontradas en las heces y dispersadas por las aves capturadas.48	
Tabla 7. Porcentaje de ocurrencia (PO) de especies de semillas. ....	52
Tabla 8. Índice de importancia de dispersor (DII) por puntos de muestreo.....	56
Tabla 9. Viabilidad de semillas dispersadas por aves .....	59

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio. ....	23
Figura 2. Ejemplos de perfiles de vegetación. ....	26
Figura 3. Perfil de vegetación Punto Victoria. ....	33
Figura 4. Perfil de vegetación Punto Esperanza. ....	36
Figura 5. Perfil de vegetación Punto Arrinconada. ....	39
Figura 6. Curva de rarefacción para aves. ....	42
Figura 7. Curvas de distribución de abundancia de aves de los tres puntos de muestreo. ....	45
Figura 8. Perfiles de diversidad. ....	46
Figura 9. Muestras de heces fecales de aves. ....	48
Figura 10. Curvas de distribución de abundancia de semillas dispersadas por aves. ....	50
Figura 11. Plantas de semillas dispersadas por aves. ....	51
Figura 12. Porcentaje de Ocurrencia (PO) de las semillas de especies consumidas por aves en punto Victoria. ....	54
Figura 13. Porcentaje de Ocurrencia (PO) de las semillas consumidas por aves en punto Esperanza. ....	55
Figura 14. Porcentaje de Ocurrencia (PO) de las semillas de especies consumidas por aves en punto la Arrinconada. ....	55
Figura 15. Red de interacciones entre familias de aves dispersoras y especies de semillas. ...	58
Figura 16. Viabilidad de semillas. ....	60
Figura 18. Porcentaje viabilidad por especie de ave para <i>Ficus</i> sp. ....	61
Figura 19. Porcentaje viabilidad por especie de ave para <i>Acnistus arborescens</i> ....	62
Figura 20. Porcentaje viabilidad por especie de ave para <i>Miconia prasina</i> . ....	62

## 1. Resumen

La pérdida y la disminución de hábitat son problemáticas que han ocasionado una reducción del número de especies. Esto conlleva a que las especies habiten en remanentes de bosque original, generando una amenaza a las comunidades y, con ello, a los procesos ecológicos, como la polinización y la dispersión de plantas. Las aves se consideran agentes dispersores de semillas y que tienen un papel importante en la restauración y el mantenimiento de los diferentes tipos de bosques. En Norte de Santander, las investigaciones sobre aves y su dinámica en la propagación de semillas son inexistentes; por tal razón, se buscó determinar la dispersión de semillas por especies de aves, teniendo en cuenta la viabilidad de germinación luego de ser consumidas. El estudio se realizó en un fragmento de bosque seco premontano, en el municipio de Bochalema, entre los meses de febrero y mayo de 2019. Para esto, se utilizaron cuatro redes de niebla abiertas en dos períodos del día para la captura de aves y la obtención de sus heces, las cuales se almacenaron para saber cuáles semillas estaban dispersando. Se capturaron 225 individuos de aves, pertenecientes a 14 familias y 51 especies. La familia con mayor riqueza y número de individuos fue Thraupidae, siendo las especies *Tangara gyrola* y *Tangara cyanicollis* las más abundantes. Se encontró que 25 especies de aves están dispersando semillas. Asimismo, se encontraron 24 especies de semillas en las heces de las aves, siendo *Ficus* sp., la más abundante. Se aplicó la prueba de Tetrazolio para la viabilidad a tres especies de semillas. Dicha prueba se aplicó a *Ficus* sp, *Miconia prasina* y *Acnistus arborescens*, donde *Ficus* sp. fue la especie que presentó mayor porcentaje de viabilidad. Estos resultados indican que las aves, en particular la familia Thraupidae está dispersando diferentes tipos de semillas y a su vez, están generando efecto positivo en la viabilidad de germinación luego de ser consumidas. Adicionalmente, los

resultados mostraron que se presenta mayor diversidad de aves en las zonas menos alteradas comparadas con las zonas con frecuente incidencia a la perturbación.

Palabras claves: Dispersión de semillas, Aves, Prueba de Tetrazolio, Bosque Seco Premontano.

## 2. Introducción

La pérdida y la disminución de hábitat son una de las problemáticas que han ocasionado una reducción del número de especies, las cuales se encuentran en remanentes de bosque original, que debido a la fragmentación, están representados en matrices de hábitats transformados (Kattan, 2002). Dicha fragmentación, amenaza las comunidades que se encuentran dentro del ecosistema y con ello, los procesos ecológicos, en donde, el intercambio del material genético de las estructuras vegetales involucra una parte de la dinámica ecológica (Moreno, 2010), destacando la polinización y la dispersión de plantas como principales mecanismos de esta función (Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa, 2010).

Haciendo referencia a la dispersión de plantas, la endozoocoria es un proceso de dispersión que involucra el consumo de semillas por parte de los animales y una preparación para la germinación al ser eliminadas sus cubiertas seminales mediante jugos y movimientos gástricos (Rodríguez-Pérez y Traveset, 2005; Hernández-Ladrón et al., 2012). Un ejemplo, son las aves que se alimentan de frutos, consideradas agentes dispersores de semillas para la regeneración de diversos ecosistemas (Figueroa y Castro, 2002; Amico y Aizen, 2005); esto debido a que se les atribuye un efecto positivo en la germinación y en el establecimiento de especies vegetales en áreas perturbadas (Barrantes y Pereira, 2002).

Norte de Santander es uno de los departamentos de Colombia que cuenta con diferentes ecosistemas, que van desde el bosque seco y muy seco, el bosque muy húmedo tropical, hasta ecosistemas de alta montaña, con altitudes entre 50 y 4100 m.s.n.m (Armesto, Torrado y Esteban, 2013). Esta alta variabilidad incide en una gran diversidad tanto de ecosistemas como de organismos, pero que igualmente, se ven afectados por la transformación del paisaje; y sin

embargo, han sido poco estudiados y existe escasa información sobre la diversidad y las funciones ecológicas dentro de estos ecosistemas. Entre las zonas de vida presentes en el departamento, podemos mencionar el Bosque Seco Premontano (bs-PM) en el municipio de Bochalema, donde se refleja que las zonas naturales han ido desapareciendo debido al incremento de la urbanización y el crecimiento económico, generando una disminución en la diversidad biológica, así como, especies importantes para la conservación y que juegan un papel significativo en las funciones ecosistémicas de los bosques (Scherer-Neto y Toledo, 2012).

Las aves son un grupo importante que contribuye con el mantenimiento de la biodiversidad; diversas investigaciones concluyen que juegan un papel fundamental en la restauración de los diferentes tipos de bosques por su función en la dispersión de semillas (Figuroa y Castro 2002, Amico y Aizen 2005, Salvande, Figuroa y Armesto, 2011). A las aves se les atribuye la característica de agentes dispersores por la capacidad de vuelo, puesto que al consumir los frutos y moverse, permiten alojar semillas lejos de la planta de origen, lo que genera una conexión de mosaicos entre poblaciones de plantas distantes (Jordano et al., 2007).

En el departamento y principalmente en el municipio de Bochalema, son nulas las investigaciones relacionadas con la diversidad de aves y su dinámica en la dispersión de semillas. Por tal razón, se busca determinar el potencial de dispersión de semillas por especies de aves, en un fragmento de bosque seco premontano, teniendo en cuenta la viabilidad de germinación luego de ser consumidas. Asimismo, se pretende que este estudio sea punto de partida para entender la función de las aves en la dinámica de regeneración natural como una estrategia para el proceso de recuperación de bosques perturbados o en alguna etapa de sucesión ecológica.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Determinar las especies de aves dispersoras de semillas y la viabilidad de semillas en un fragmento de Bosque Seco Premontano en Bochalema, Norte de Santander.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Caracterizar la diversidad de especies de aves dispersoras de semillas en un fragmento de Bosque Seco Premontano en Bochalema, Norte de Santander.

Identificar las especies de plantas dispersadas por aves en un fragmento de Bosque Seco Premontano.

Evaluar la viabilidad de las semillas dispersadas por aves en un fragmento de Bosque Seco Premontano.

## **4. Marco de Referencia y Estado del Arte**

### **4.1 Bosque Seco Premontano**

La variedad de zonas de vida que están representadas en Colombia, la caracterizan por ser uno de los países con mayor riqueza natural y endemismos (Myers et al., 2000). Estas zonas de vida abarcan desde zonas muy bajas como desiertos y sabanas, hasta los bosques tropicales húmedos y montañas cubiertas con nieve (Etter et al., 2017).

El bosque seco Premontano (bs-PM) es una zona de vida que se caracteriza por ubicarse entre los 1000 y 2000 m.s.n.m. con precipitaciones de 550 a 1100 mm por año, y temperaturas que abarcan desde los 18°C a los 24°C (Holdridge et al., 1971). Según el modelo actual de Zonas de Vida de Holdridge y Transiciones, el Bosque seco premontano está representado en Colombia con un 0,7% del territorio nacional.

En una investigación se realizó un modelado en un escenario de cambio climático a años cercanos a 2100, donde los resultados arrojaron que el bs-PM, estará constituido por un 0,5% de cobertura en Colombia (Gutiérrez, 2002). Asimismo, en un estudio llevado a cabo para Centroamérica, se evaluó el efecto del cambio climático y se modeló la distribución de zonas de vida (2011-2040), encontrándose que las formaciones vegetales que presentarán mayor daño, son el bosque seco premontano y el páramo pluvial subalpino (Chain-Guadarrama, 2011).

### **4.2 Fragmentación y heterogeneidad del paisaje**

Las alteraciones que se evidencian en los ecosistemas tienen un efecto directo o indirecto en la transformación de una población, una comunidad o del ecosistema y del mismo modo, en la

disponibilidad de los recursos (Rivas, 2015). Las alteraciones se dan de forma natural o provocada por el hombre, pero que igualmente, influyen tanto en factores ecológicos, que afectan la distribución, la riqueza y la abundancia, así como, los patrones de comportamiento asociados a la reproducción, el forrajeo y la dispersión (Fahrig, 2003).

Según Murphy y Lugo (1986) el bosque seco es muy frágil a los disturbios, sin embargo, tiene la capacidad para regenerarse siempre y cuando la perturbación haya acabado. La mayoría de bosque seco ha sido degradado a causa de factores antrópicos en procesos que constituyen beneficios lucrativos para el hombre. Estos procesos se ven reflejados con el aprovechamiento de suelos en la agricultura (Fajardo et al., 2005), y el uso extensivo en ganadería; lo que conlleva a cambios de la fertilidad y del pH de los suelos de este bioma (Suarez et al., 2004), generando la destrucción de la cobertura de bosque seco (Vieira y Scariot, 2006; Miles et al., 2006).

En consecuencia de los diferentes usos que el hombre ha atribuido al suelo, se ha ocasionado la fragmentación, implicando la transformación del paisaje y por ende, cambios en la biodiversidad (Fisher y Lindenmayer, 2007) que a su vez, altera la continuidad en la vegetación natural del paisaje (Young y Jarvis, 2001). El paisaje está conformado por mosaicos de comunidades vegetales y animales de los bosques originales, que se encuentran inmersos en fragmentos transformados, representados principalmente por zonas de cultivo y ganadería, áreas destinadas a la extracción minera y terrenos para la infraestructura urbana (Lou, 2007). La diferencia en la composición de los mosaicos, hace que el paisaje presente una heterogeneidad en su estructura espacial (Halffter y Röss, 2013).

### **4.3 Estudios sobre Aves**

El interés que despierta el querer conocer las aves radica en su gran diversidad y que se encuentran en diferentes ecosistemas; además de las funciones ecológicas que cumplen, como por ejemplo, las especies de aves que intervienen en el proceso de dispersión y polinización de plantas, favorecen el mantenimiento de un ecosistema y son indicadores del estado de conservación de un área específica (Nuñez, 2008).

En Colombia se encuentran alrededor de 1932 especies, por lo que es considerado el país con mayor número de especies de aves (Ayerbe, 2018), adicionalmente, Colombia es reconocida a nivel mundial por su alta diversidad tanto en flora como en fauna, atribuida a los diferentes tipos de ecosistemas que se evidencian a lo largo de las cordilleras de los Andes, las regiones costeras, los llanos orientales, entre otros (Renjifo et al., 2016).

Los estudios sobre avifauna en Colombia muestran investigaciones relacionadas a inventarios de diversidad y distribución a lo largo del país. También hay estudios enfocados a los movimientos migratorios de aves y las dinámicas en los ecosistemas como controladores de plagas, polinizadores de plantas y dispersores de semillas. Muchos de estos estudios pueden encontrarse publicados en artículos científicos, libros, revistas o periódicos, pero otra parte de la información está contenida en observaciones personales que aún no han sido publicadas o por el contrario, se encuentran en publicaciones de alcance a público limitado (Renjifo et al., 2016).

#### **4.3.1 Estudios sobre aves en Norte de Santander**

Las investigaciones que se han realizado en Norte de Santander, van desde publicaciones científicas a observaciones y experiencias personales. Gracias al evento mundial de observación

de aves, “Global Big Day” en dónde Colombia lleva tres años consecutivos siendo el país campeón por registrar mayor número de especies en un día, Norte de Santander ha logrado consolidar un grupo de observadores que han venido trabajando desde años anteriores y que al momento, personas aficionadas o expertas, se suman a la iniciativa de proyectar al departamento como sitio óptimo para avistar aves.

Referente a Norte de Santander, los estudios publicados son escasos, pero se puede hacer referencia a investigaciones realizadas en el área metropolitana de Cúcuta, específicamente en Cerro Tasajero y Finca San Isidro, dónde se buscó formular una propuesta de manejo de bosque seco, teniendo en cuenta la diversidad florística y la riqueza de aves, logrando registrar para la avifauna, 62 especies, se reportando nueve registros nuevos de distribución geográfica para Colombia (Suarez et al., 2004).

Para el año 2010 se reportaron 42 especies de aves en el marco de celebración por el día de la biodiversidad, en donde el Grupo de Investigación en Ecología y biogeografía (GIEB) de la Universidad de Pamplona y un grupo de la Universidad Francisco de Paula Santander de Cúcuta, en coordinación de la Corporación autónoma regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR) realizaron el inventario rápido de flora y fauna en Pamplona y La Garita (Lizcano et al., 2010).

Igualmente, para las tierras bajas del Catatumbo colombiano se llevó a cabo un estudio, donde se registraron 266 especies de aves, reportando 41 ampliaciones de distribución para la región y especies con grado de peligro de amenaza como la Pava Negra (*Aburria aburri*) y la Guacamaya Verde (*Ara militaris*) (Avendaño, 2012). Simultáneamente, se realizó una investigación con el fin de identificar áreas de prioridad para la conservación en el bosque seco de Cúcuta, reportando 140 especies de aves y listados de especies de mariposas, vertebrados terrestres y murciélagos (Álvarez y Gutiérrez 2012).

Asimismo, en el año 2013, Armesto y colaboradores reportaron cinco especies de aves que eran poco conocidas para el departamento. En este estudio se reportaron a *Dendrocygna bicolor* y a *Paroaria nigrogenis* como el primer registro para Norte de Santander (Armesto et al., 2013). En este mismo año, se publicó un listado de las aves de Pamplona, consiguiendo un total de 85 especies, reportadas en seis localidades de la ciudad (Gallardo, Sequeda y Peña, 2013).

Los estudios referentes a aves, no solo involucran un inventario o una ampliación de distribución; existen trabajos que muestran problemáticas que vive nuestra diversidad hoy en día. Para el caso de Norte de Santander, se realizó una investigación con el fin de mostrar la problemática del tráfico ilegal de fauna, encontrando 44 especies de animales, de los cuales, 13 presentan algún grado de peligro para la conservación y siendo las aves, el grupo que presenta mayor amenaza por esta práctica (22 especies) seguida de reptiles y mamíferos (Cáceres-Martínez et al., 2017).

Es importante mencionar que además del tráfico ilegal, existen otros factores que ponen en peligro a las aves y a la biodiversidad en general. La fragmentación y transformación de los ecosistemas naturales son ejemplos de amenazas a la biodiversidad (Renjifo et al., 2016), y que se reflejan en actividades de agricultura, ganadería y crecimiento urbano. Adicionalmente, factores como la contaminación y el cambio climático, afectan el número de especies y amenaza los servicios y funciones ecosistémicas (Andrade-C, 2011).

## **4.4 Dispersión de semillas por aves y tasa de viabilidad y germinación**

### **4.4.1 Dispersión de semillas**

La dispersión de semillas es un proceso ecológico relevante en el ciclo reproductivo de las plantas, facilitando el establecimiento de la descendencia vegetal y ayuda a la restauración y al mantenimiento del ecosistema (Laborde et al., 2008). La restauración de áreas intervenidas es una alternativa natural que busca recuperar los ecosistemas y entre otros factores, el proceso de dispersión de semillas es una estrategia pasiva, que aporta a la recuperación de zonas desgastadas (Arteaga, Aguirre y Moya, 2006), puesto que, los propágulos dispersados son una fuente importante para la incorporación de la flora, pero puede estar limitada por las condiciones que afecte el desarrollo de las plántulas, como por ejemplo, los suelos infértiles, las semillas depredadas o aquellas atacadas por patógenos (Holl et al., 2000; Traveset y Verdú, 2002).

La dispersión de semillas puede realizarse por diferentes agentes que son responsables de la distribución natural de las especies vegetales y ocasionan un intercambio genético entre las poblaciones (Abraham de Noir, Bravo y Abdala, 2002; Peña et al., 2011). Los agentes o las estrategias de dispersión que emplean las plantas abarcan desde la fuerza de gravedad (barocoría) o movimientos balísticos (autocoría), hasta aprovechar del viento (anemocoría) y el agua (hidrocoría), así como de los animales (zoocoria) (Escobedo, 2012).

En los bosques tropicales, la propagación de semillas y frutos, se realiza principalmente por zoocoria, donde los vertebrados alcanzan más del 90%, siendo los principales dispersores (Frankie, Baker y Opler, 1974). En bosques secos, el síndrome de dispersión de semillas está determinado principalmente por la dispersión a través del viento (Gentry, 1995; Vargas, 2012), aunque la dispersión que realizan los animales, se evidencia en época de lluvias (Frankie et al., 1974; Nunes et al., 2012). Así mismo, las especies dispersadas por el viento dominan el dosel del

bosque, mientras que aquellas dispersadas por animales, son más abundantes en el subdosel y el sotobosque (Justiniano y Fredericksen, 2000).

Es así como, la dispersión de semillas mediante la zoocoria, es una alternativa para las plantas que requieren de animales para el desplazamiento de propágulos (Traveset y Verdú, 2002; Amico y Aizen, 2005). Para Galindo-González y colaboradores (2000), la dispersión de semillas realizada por aves y murciélagos, es uno de los mecanismos más efectivos. La facilidad que tienen los murciélagos y las aves de movilizarse, permite el alojamiento de semillas lejos de la planta de origen (Baltazar, 2014). Según Arteaga y colaboradores (2006), las aves son efectivos dispersores de semillas, considerando que tienen incidencia en la distribución de semillas en zonas abiertas, pastizales, o en bordes de bosques que corresponden a paisajes fragmentados (Arteaga et al., 2006).

La fragmentación y la pérdida de hábitat, han resultado desfavorable para las aves, considerando que se pierde conexión para el desplazamiento y la búsqueda de refugio (Angulo, 2011); del mismo modo, la flora se ve afectada por la disminución en el reclutamiento poblacional (Levine y Murrell, 2003). Simultáneamente, la variedad entre los mosaicos del paisaje, da relevancia a la dispersión de semillas a larga distancia, ya que permite que exista un intercambio entre las poblaciones aisladas y a su vez, una probabilidad de colonizar áreas del paisaje con algún grado de perturbación (Cain, Milligan y Strand, 2000).

Los corredores dentro del paisaje facilitan la distribución de las semillas, pues permiten el movimiento de dispersores entre áreas perturbadas (Herrera y García, 2009). Hay estudios donde se considera el papel de la avifauna como agentes dispersores de semillas en la regeneración de bosques (Barrantes y Pereira, 2002), pero los estudios en Norte de Santander y en especial en Bochalema, son nulos.

#### **4.4.2 Tasa de Germinación**

Gracias al proceso de endozoocoria que realizan muchas aves, se considera que la función ecológica que cumplen es determinante dentro de diversos ecosistemas (Figueroa y Castro, 2002; Amico y Aizen, 2005), igualmente, se puede atribuir una incidencia en la germinación y establecimiento de especies vegetales. El hecho de que las aves dispersen semillas, no implica precisamente que las semillas que transportan sean viables para su germinación y desarrollo, debido a las barreras climáticas y edáficas del sitio y de cada unidad de dispersión (Abraham de Noir et al., 2002).

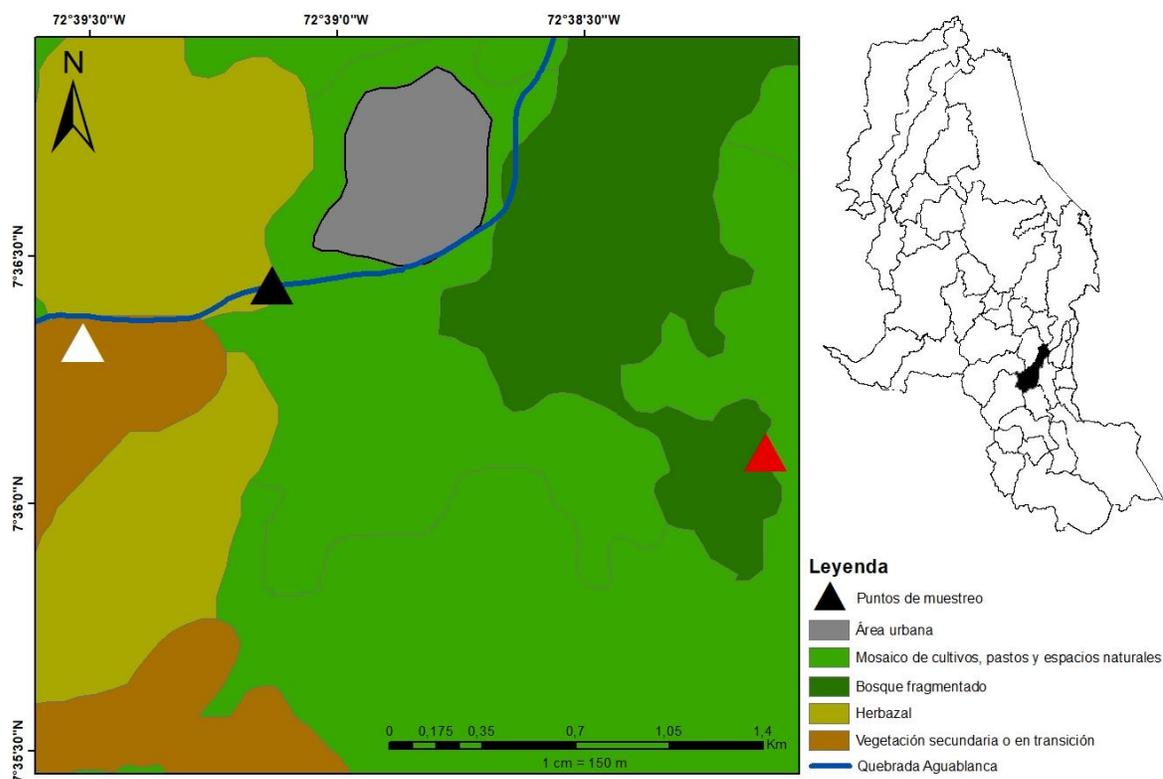
En un estudio realizado por Hernández-Ladrón de Guevara y colaboradores (2012) analizaron la ingesta y dispersión de semillas por aves que consumen frutos en un bosque mesófilo de montaña en México, encontrando 23 especies de aves que dispersan 17 especies de plantas. Lograron determinar que solo el 59% de semillas extraídas de la excreta del 78% de las aves capturadas germinaron, concluyendo que las aves son agentes que facilitan el proceso de sucesión forestal por dispersar semillas de bosques secundarios y bosques primarios (Hernández-Ladrón de Guevara et al., 2012).

En un enclave dentro de un gradiente altitudinal del cañón del Chicamocha, en Santander, se comparó la dispersión y germinación de semillas que realizan las aves y murciélagos frugívoros en tres coberturas vegetales diferentes, donde se concluyó que las aves dispersan mayor número de especies de plantas y tienen mayor capacidad para que las semillas que consumen, germinen, en comparación con las semillas que los murciélagos toman como alimento (Segura, 2017).

## 5. Materiales y métodos

### 5.1 Área de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Bochalema en Norte de Santander, departamento ubicado en la Cordillera Oriental de los Andes colombianos. Este municipio se encuentra inmerso dentro del ecosistema de Bosque Seco premontano según Holdridge y colaboradores (1971); su fuente hídrica principal, es la Quebrada Agua Blanca, que abastece las necesidades de la comunidad de Bochalema. Se ubicaron tres puntos de muestreo en dos veredas, Agua Blanca y Peña Viva (Figura 1.).



**Figura 1. Área de estudio.**

Mapa Bochalema. Se señalan los puntos de muestreo con figura geométrica de triángulo. Triángulo blanco La Victoria, Triángulo negro La Esperanza, Triángulo rojo La Arrinconada. Los colores en el mapa representan las diferentes coberturas vegetales dentro del municipio. Realizado por Álvarez, 2019.

### **5.1.1 Vereda Peña Viva.**

La vereda Peña Viva sitúa un punto de muestreo, La Arrinconada, inmerso en una cobertura de bosque fragmentado y un mosaico de cultivos y pastos. Los cultivos que dominan esta área son de naranja, mandarina, tomate y yuca; los pastos generalmente están destinados a la ganadería. La altura que alcanza este sitio es de 1265 m.s.n.m. y sus coordenadas geográficas son 7° 36,104' N; 72° 38,133' W.

### **5.1.2 Vereda Agua Blanca**

La vereda Agua Blanca, es transcurrida con frecuencia debido a los atractivos turísticos que se encuentran dentro del Sendero ecológico, como la Cueva de la Virgen, la Alcancía del Diablo, petroglifos o huellas indígenas, la marca de la pata del diablo, el pozo de las brujas, la piedra Calavera y La Laja de la Llorona donde se puede practicar torrentismo.

Los otros dos puntos de muestreo, se ubicaron en esta vereda, que se dedica principalmente a actividades de turismo y agricultura. El segundo punto, La Esperanza, está inmerso en un mosaico de pastos y cultivos de naranja, limón lima, yuca y café; ubicado a 1290 m.s.n.m. con coordenadas 7°36'26,46" N; 72°39'07,95" W. El tercer punto, La Victoria está a 1350 m.s.n.m. y las coordenadas geográficas son 7°36'19,5" N; 72°39'30,8" W; presenta vegetación secundaria o en transición con parches que se dedican a actividades de cultivo de café y criadero de aves de corral.

## 5.2 Fase de Campo

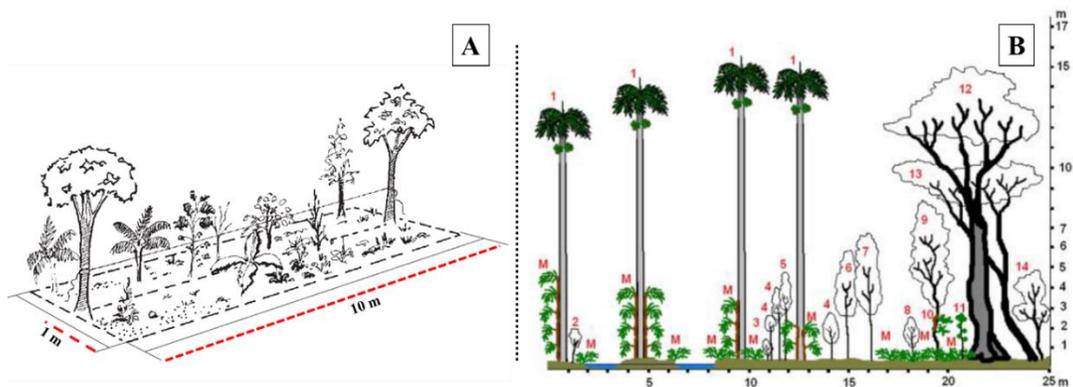
### 5.2.1 Inventario preliminar de la vegetación

Se llevó a cabo una observación de las zonas de estudio con el fin de obtener un listado preliminar tendiente a la caracterización florística. Un listado de especies es una técnica para la estimación del número y abundancia de especies de plantas que consiste en anotar cada especie que se observa y las veces que es detectada (González-Oliva et al., 2017).

Además de la observación, se empleó una parcela de 10 x10 metros en la cual se determinaron las especies y se contaron los individuos de hierbas, arbustos, arbolitos y/o árboles en cada punto de muestreo. Se realizó colecta de material para colección de herbario para corroborar la identificación de las especies de plantas y fue almacenado en el Herbario de la Universidad de Pamplona Catatumbo Sarare.

#### 5.2.1.1 *Perfiles de vegetación*

Se realizó un perfil de vegetación donde se esquematizó el conjunto de plantas que se encontraron a lo largo de un área lineal de 10 metros en cada punto de muestreo y referente al ancho del área, se estipuló de un metro (Figura 2A.). Con este perfil de vegetación se buscó representar a escala la distancia entre planta y planta y la altura de cada planta ubicada sobre un eje vertical y un eje horizontal (González-Oliva et al., 2017) (Figura 2B.).



**Figura 2. Ejemplos de perfiles de vegetación.**

A. Área del registro del perfil de vegetación (tomado de Villareal et al., 2004). B. Representación a escala la altura y distancia entre las plantas (tomado de Falcón, García-Labera y Hernández, 2016).

### 5.2.2 Diversidad de especies de aves

Entre los meses de febrero y mayo de 2019, se llevaron a cabo nueve salidas de campo. Para cada punto de muestreo, se emplearon cuatro redes de niebla de 6 metros de longitud x 2,50 metros de alto y de 32 mm de ojo de malla. Las redes se abrieron durante dos períodos del día, uno que abarcó desde las 5:30 h, hora que inicia la actividad de la avifauna, hasta las 12:00 h, y otra jornada desde las 15:00 h hasta las 18:00 h (Villareal et al., 2004). Adicionalmente, se estipularon tres puntos de observación con un radio de 25 metros y una distancia entre punto y punto de 250 metros, para cada punto de muestreo (Martínez y Rechberger, 2007).

Adicionalmente, se realizaron observaciones directas mediante el uso de binoculares y se tomó registro fotográfico de las aves que se capturaron para corroborar la identificación con la Guía de las Aves de Colombia (Ayerbe, 2018). A cada ave capturada se le realizó la toma de medidas morfométricas (Longitud del Culmen (LCu), Longitud de Ancho del Pico (AnP), Longitud de Alto del Pico (ALP), Longitud del Tarso (LTa), Longitud de la Cola (LCo), Longitud

del Ala (LA), Longitud Total (LT)); las medidas morfométricas se tomaron mediante el uso de un calibrador de vernier y se midieron en milímetros (mm). Además se registraron datos relacionados a la localidad, la altura, las coordenadas, la fecha, el número de red y de captura. Adicionalmente, se registraron datos de sexo determinado como macho, hembra o desconocido y edad en categoría de juvenil o adulto (Villareal et al., 2004).

### **5.2.3 Recolección de excretas de aves**

Las aves capturadas fueron guardadas de manera individual en bolsas de tela con el fin de obtener excretas (Hernández - Ladrón et al., 2012). Cada bolsa fue marcada con el número de la red (Ralph et al., 1996), además de hora y punto de muestreo. Sin embargo, debido a que muchas aves defecan al caer en las redes, se revisó bajo cada red para asegurar la recolección de la excreta (Galindo-González et al., 2000). Se verificó que al momento de revisión de redes, si se encontraba excreta en el suelo, esta coincidía con la posición del ave en la red de niebla. Se aseguró que no había más de un individuo en la misma posición de la red al mismo tiempo (Hernández-Ladrón de Guevara et al., 2012). Al obtener las excretas de los individuos capturados, se procedió a tomar las medidas morfométricas y el registro fotográfico, para así liberar a las aves. Las excretas recolectadas se guardaron en tubos eppendorf debidamente marcados con el código del ave al que correspondía.

### **5.3 Fase de Laboratorio**

#### **5.3.1 Identificación de plantas a partir de semillas**

La identificación de las plantas que son dispersadas por ornitocoria, se basó en la determinación de las semillas colectadas a partir de la excreta. Inicialmente, con ayuda de un estereoscopio, se realizó la inspección de cada hez fecal de ave, con el fin de separar las semillas y descartar los residuos y aquellas heces que no aportaron semillas. Las semillas encontradas fueron guardadas en sobres de papel.

Posteriormente, se tomó un registro fotográfico de cada muestra de semillas, con el fin de facilitar la determinación de las especies vegetales, proceso que se llevó a cabo en el Herbario Catatumbo Sarare (HECASA) de la Universidad de Pamplona con ayuda de un estereoscopio, fotografías de semillas de trabajos similares, comparación con los ejemplares de la Carpoteca y conocimientos del Profesor Roberto Sánchez. Adicionalmente, se recolectaron muestras de herbario con frutos y semillas de la zona de estudio para comparar con las semillas encontradas de las excretas de las aves. Se agruparon las semillas por morfotipos (Lopes, Mendes y Marini, 2005), teniendo en cuenta el área específica de colecta, hora, día y especie de ave dispersora.

#### **5.3.2 Ensayos de viabilidad de semillas**

Para determinar la viabilidad de las semillas, se llevó a cabo la prueba de tetrazolio (cloruro de 2, 3, 5-trifenil-2H-tetrazolio) que permite estimar la viabilidad de las semillas (International Seed Testing Association, 2010). Esta prueba se basa en la actividad de las enzimas deshidrogenasas, que catalizan las reacciones respiratorias en las mitocondrias, durante la glicólisis y el ciclo de Krebs (Franca-Neto, Krzyznowski y Costa, 1998), en donde se tiñen los

tejidos de rojo en partes como la radícula, la plúmula, el eje embrional y los cotiledones (Sánchez-Arellano et al., 2011).

Las semillas que se sometieron a la prueba de tetrazolio, se sumergieron en agua durante 16 horas (Elizalde et al., 2017) a 24 horas (Flores, 2017), esto con el fin de facilitar un corte longitudinal en la testa y separar los cotiledones, los cuales se colocaron durante 24 horas en una caja de Petri que contenía la solución de tinción de tetrazolio al 1.0 % (Ríos-García et al., 2018). De esta forma, las coloraciones que muestra el reactivo van de rojo a rosado y a partir de esas tonalidades, fue posible determinar si la semilla era viable o no (Elizalde et al., 2017). Se seleccionaron tres especies de semillas para la aplicación de la prueba las cuales presentaron las frecuencias relativas más altas en las heces fecales de las aves; estas semillas fueron tomadas de las heces de las aves capturadas en los tres puntos de muestreo.

#### 5.4 Análisis de datos

Se calculó el esfuerzo de muestreo como el producto del total de los metros de red de niebla utilizados por el total de horas de muestreo (Ecuación 1). Una hora red es equivalente a una red de 12 metros que permanezca abierta durante una hora (Viallareal et al., 2004). Es así como el esfuerzo de muestreo se expresó en horas/red de la siguiente manera:

**Ecuación 1**

$$\text{Esfuerzo de Muestreo} = \left( \frac{\text{Total metro redes}}{12 \text{ metros}} \right) \times \text{Total horas de redes abiertas}$$

Mediante el uso del paquete Biodiversity y Vegan en R project se estimó la curva de rarefacción que muestra que tan representativo fue el muestreo respecto a las especies capturadas en cada salida.

#### **5.4.1 Diversidad de aves**

Para estimar la diversidad de aves, se tuvieron en cuenta datos como el número de individuos por especie y la cantidad de especies de aves, y mediante el paquete iNEXT en R Project, que tiene en cuenta la información de datos observados de abundancia o incidencia, se realizó el cálculo de los resultados, enfocados en tres medidas de números equivalentes: orden  $q$ : la riqueza de especies ( $q=0$ ), la diversidad Shannon ( $q=1$  la exponencial de la entropía de Shannon) y la diversidad Simpson ( $q=2$  la inversa del índice de concentración de Simpson). Los resultados están determinados por intervalos de confianza del 95% (Chao et al., 2014).

#### **5.4.2 Semillas dispersadas por aves**

Mediante el uso del paquete Biodiversity y Vegan en R project se estimó la curva de rarefacción que muestra que tan representativo fue el muestreo respecto a las especies de semillas obtenidas de las heces fecales de las aves.

##### **5.4.2.1 *Porcentaje de ocurrencia de las semillas (PO)***

El Porcentaje de Ocurrencia (PO) estima la frecuencia de las semillas presentes en las heces fecales por especies de aves. Se cuantificó el número de morfoespecies de semillas por especie de ave con el fin de encontrar el valor de ocurrencia de cada especie de semillas. Por otro lado, se calculó la frecuencia de ocurrencia de las especies de semillas encontradas en las heces por

cada especie de ave (Ecuación 2). Se estimó la frecuencia absoluta de los frutos (FA) como el número de veces que un tipo de semilla estuvo presente en las muestras fecales obtenidas; de esta manera se calculó el Porcentaje de Ocurrencia (PO) utilizando la relación de la frecuencia absoluta (FA) por el número total de heces con semillas obtenidas de cada especie de ave (Rueda-Zozaya 2010). Se asumirá que mientras más veces una semilla aparece en las muestras fecales, más importante es para la dieta de las aves.

$$\text{Ecuación 2} \quad PO = \left( \frac{FA}{\text{número de heces con semillas}} \right) \times 100$$

#### 5.4.2.2 *Índice de Importancia del Dispersor (DII)*

La importancia de cada ave como agente dispersor de semillas se midió mediante el Índice de Importancia de Dispersor (DII) (Galindo-González et al., 2000). El índice emplea el producto del porcentaje de las muestras de heces fecales con semillas adquiridas de las aves capturadas (S) por la abundancia relativa de cada especie de ave capturada (B) y lo divide entre mil. El índice registra valores que van de cero a 10 (Ecuación 3). Valores de cero indican heces fecales sin semillas y los valores cercanos a cero muestran especies de aves que dispersan pocas semillas. Por otro lado, un valor de 10 representa que la especie de ave está dispersando todas las semillas que se encontraron en las muestras fecales.

$$\text{Ecuación 3} \quad DII = \frac{(S*B)}{1000}$$

### **5.4.3 Viabilidad de semillas**

Con el empleo del paquete estadístico SPSS v. 25, se efectuó una prueba no paramétrica de independencia de Kruskal-Wallis con el fin de evaluar la eficiencia del paso de las semillas por el tracto digestivo para determinar si hubo diferencias en la viabilidad de las semillas dispersadas por aves.

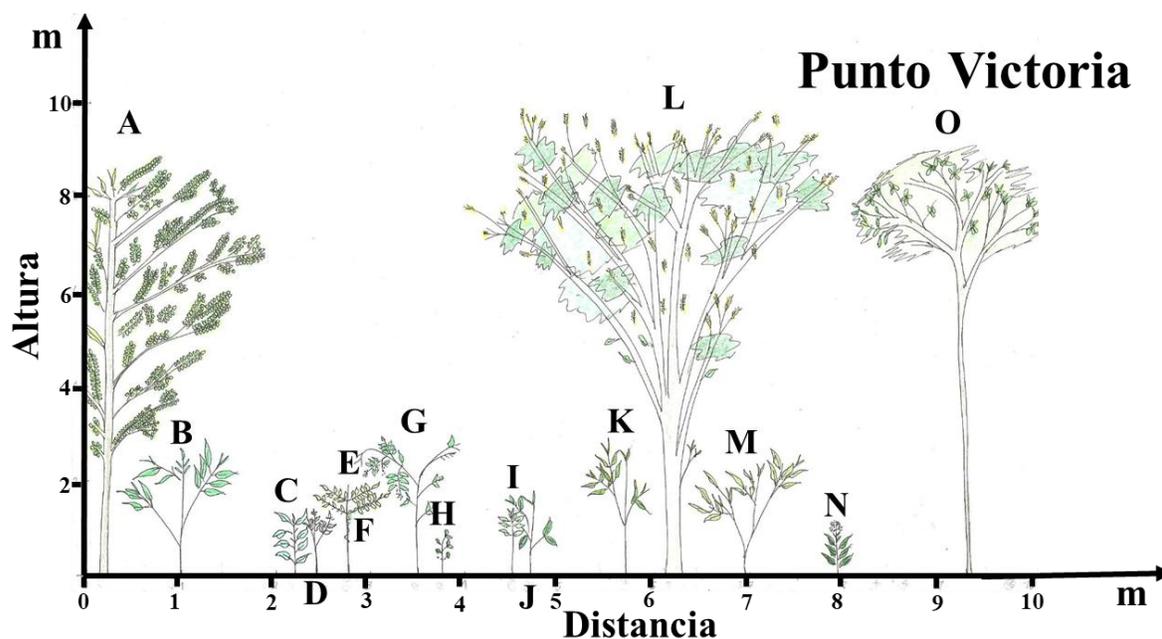
Asimismo, para demostrar discrepancias en el potencial de dispersión entre especies de aves, se realizaron tablas de contingencia de porcentaje para comparar el éxito de viabilidad de las semillas ingeridas por aves, con el fin de indicar si las especies de aves presentaron el mismo potencial para dispersar semillas o alguna presentó mayor eficiencia para esta función ecológica.

## 6. Resultados

### 6.1 Inventario preliminar vegetal

#### 6.1.1 Punto Victoria

Bosque secundario. Parches con pendientes entre moderadas a pronunciadas, ladera rocosa con abundancia de hojarasca. El estrato rasante es muy escaso con un porcentaje menos del 5% de cobertura. Musgos de la familia Leucobryaceae y los líquenes están sobre las rocas. Las hierbas tienen 15% de cobertura y los arbustos no superan los 3 metros. Los árboles alcanzan una altura entre los 8 y los 12 metros. Hay áreas destinadas a cultivos de café, plátano y cítricos.



**Figura 3.** Perfil de vegetación Punto Victoria.

A *Phyllanthus attenuatus*., B *Miconia voronovii*, C *Roupala montana*, D *Miconia rubiginosa*, E *Tapirira guianensis*, F *Mikania banisteriae*, G *Vismia* sp., H *Erythroxylum* cf. *citrifolium*, I *Eugenia biflora*, J *Miconia pulvinata*, K *Miconia minutiflora*, L *Vochysia lehmannii*, M *Psammisia penduliflora*, N *Palicourea* sp., O *Myrsine pellucida*.

Adicionalmente, en la parcela de 100 m<sup>2</sup> se observaron árboles entre ocho y 12 metros de altura. Un estrato herbáceo representado con el 50% de cobertura por plantas, principalmente de la familia Gleicheniaceae (helechos). En el estrato arbustivo se encontraron mayor número de individuos de *Tibouchina lindeniana* y *Psammisia penduliflora*. También se registraron especies del género *Miconia* (Tabla 1). El perfil de vegetación evidenció árboles de hasta 10 metros de altura y un estrato arbustivo principalmente (Figura 3).

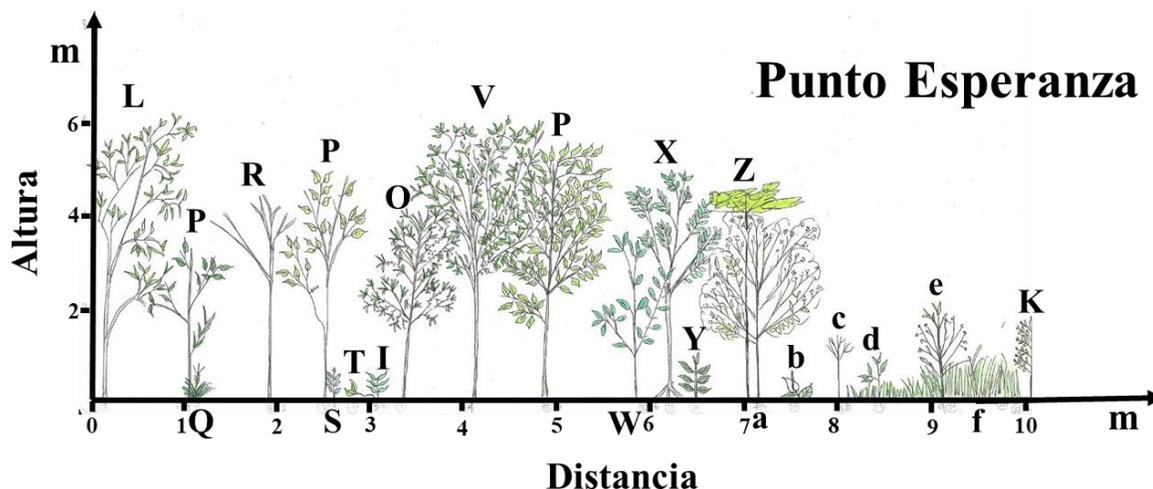
**Tabla 1.** Especies de plantas en punto Victoria.

<b>Estrato</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	
<i>Epifitas</i>	Bromeliaceae	<i>Tillandsia balbisiana</i> <i>Tillandsia gardneri</i> <i>Tillandsia juncea</i> <i>Tillandsia recurvata</i> <i>Tillandsia pruinosa</i>	
	Orchidaceae	<i>Catasetum</i> sp.	
<i>Herbáceo</i>	Polypodiaceae	<i>Serpocaulon cf. caceresii</i>	
	Myrtaceae	<i>Myrcia</i> sp. <i>Eugenia biflora</i>	
	Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus acuminatus</i>	
	Araceae	<i>Anthurium crassinervium</i> <i>Anthurium scandens</i>	
	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum cf. citrifolium</i>	
<i>Arbustivo</i>	Melastomataceae	<i>Miconia prasina</i> <i>Miconia pulvinata</i> <i>Miconia rubiginosa</i> <i>Miconia rufula</i> <i>Tibouchina lindeniana</i>	
		Rubiaceae	<i>Palicourea</i> sp.
		Ericaceae	<i>Bejaria aestuans</i> <i>Gonocalyx</i> sp.
			<i>Psammisia penduliflora</i>
		Myrtaceae	<i>Myrcia</i> sp.
	Clusiaceae	<i>Clusia cf. rosea</i>	
	Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp.	

	Ericaceae	<i>Psammisia sp.</i>
	Cunoniaceae	<i>Weinmannia sorbifolia</i>
	Orchidaceae	Sp1
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima cf. crassifolia</i>
	Asteraceae	<i>Calea subcordata</i>
	Ericaceae	<i>Bejaria aestuans</i>
<hr/>		
<i>Arbolito</i>	Melastomataceae	<i>Miconia minutiflora</i>
		<i>Miconia voronovii</i>
		<i>Leandra lindeniana</i>
		<i>Miconia albicans</i>
		<i>Miconia rubiginosa</i>
	Clusiaceae	<i>Clusia cf. androphora</i>
	Aquifoliaceae	<i>Ilex sp.</i>
	Pentaphylacaceae	<i>Ternstroemia sp.</i>
	Proteaceae	<i>Roupala montana</i>
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima cf. crassifolia</i>
	Myrsinaceae	<i>Myrsine pellucida</i>
	Euphorbiaceae	<i>Maprounea guianensis</i>
	Myrtaceae	<i>Eugenia biflora</i>
	Vochysiaceae	<i>Vochysia lehmannii</i>
	Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus attenuatus</i>
	Moraceae	<i>Ficus sp.</i>
	Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>
	Hypericaceae	<i>Vismia sp.</i>
<hr/>		

### 6.1.2 Punto Esperanza

Bosque secundario intervenido. Ladera rocosa muy pronunciada en donde la hojarasca cubre un 70% y el 20% esta descubierto y el 10% está compuesto por hierbas. El estrato rasante es escaso. Los árboles no superan los seis metros de altura, considerando la vegetación principalmente como arbustal alto. Hay fragmentos dedicados al cultivo principalmente de yuca, plátano y cítricos. El pequeño tamaño de la vegetación se da probablemente por la pendiente escarpada y muy rocosa.



**Figura 4. Perfil de vegetación Punto Esperanza.**

K *Miconia minutiflora*, I *Eugenia biflora*, L *Vochysia lehmannii*, O *Myrsine pellucida*, P *Alchornea* sp., Q *Tillandsia fasciculata*, R *Byrsonima* sp., S *Clidemia* sp., T *Coccocypselum*, V *Maiprounea guianensis*, W *Clusia* cf. *androphora*, X *Ficus* cf. *insipida*, Y *Miconia rufula*, Z *Machaerium* sp., a *Miconia prasina*, b *Anthurium crassinervium*, c *Hyptis* sp., d *Clidemia sericea*, e *Miconia albicans*, f *Brachiaria* sp.

Según el perfil de vegetación, las plantas con mayores alturas fueron: *Vochysia lehmannii* y *Maiprounea guianensis* con seis metros, seguida de *Alchornea* sp. con 5,50 metros (Figura 4). Árboles como *Byrsonima* sp., *Machaerium* sp., *Miconia prasina*, *Ficus insipida* y *Myrsine pellucida* alcanzaron alturas mayores de cuatro metros. Para el estrato herbáceo *Anthurium crassinervium*, *Eugenia biflora* y *Coccocypselum* sp. fueron las plantas presentes en esta zona (Tabla 2).

En la parcela registrada, los árboles no superaron los seis metros y el estrato menor a tres metros es dominante, presentando hierbas, arbustos y arbolitos. *Palicourea* sp. y *Spermacoce* sp. fueron las plantas de estrato herbáceo con mayor número de individuos, así como *Maiprounea guianensis* en arbusto y *Myrsine pellucida* y *Eugenia biflora* para arbolitos. También se reportaron árboles de *Croton* sp. e *Ilex* sp.

**Tabla 2.** Especies de plantas en punto Esperanza

<i>Estrato</i>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	
<i>Herbáceo</i>	Melastomatacea	<i>Clidemia sericea</i> <i>Clidemia rubra</i> <i>Leandra lindeniana</i> <i>Miconia prasina</i>	
	Rubiaceae	<i>Coccocypselum</i> <i>Palicourea</i> sp. <i>Spermacoce</i>	
	Bromeliaceae	<i>Catopsis</i> sp. <i>Puya floccosa</i>	
	Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	
	Clusiaceae	<i>Clusia</i> cf. <i>androphora</i>	
	Araceae	<i>Anthurium crassinervium</i>	
	Polypodiaceae	<i>Polypodium</i> cf. <i>fraxinifolium</i>	
	Dilleniaceae	<i>Doliocarpus dentatus</i>	
	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i> sp.	
	Lamiaceae	<i>Hyptis</i>	
	Poaceae	<i>Brachiaria</i> sp.	
	Lauraceae	<i>Nectandra reticulata</i>	
	<i>Arbustivo</i>	Melastomatacea	<i>Miconia rufula</i> <i>Miconia prasina</i>
		Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> sp.
Aquifoliaceae		<i>Ilex</i> sp.	
Melastomatacea		<i>Clidemia albicans</i> <i>Miconia prasina</i>	
Euphorbiaceae		<i>Maprounea guianensis</i>	
Ericaceae		<i>Bejaria aestuans</i>	
Urticaceae		<i>Cecropia</i> sp.	
Dennstaedtiaceae		<i>Pteridium aquilinum</i> <i>Senna undata</i>	
<i>Arbolito</i>		Vochysiaceae	<i>Vochisia lehmannii</i>
	Myrcinaceae	<i>Myrsine pellucida</i>	
	Myrtaceae	<i>Eugenia biflora</i>	
	Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i> sp. <i>Maprounea guianensis</i>	
	Clusiaceae	<i>Clusia</i> cf. <i>androphora</i>	

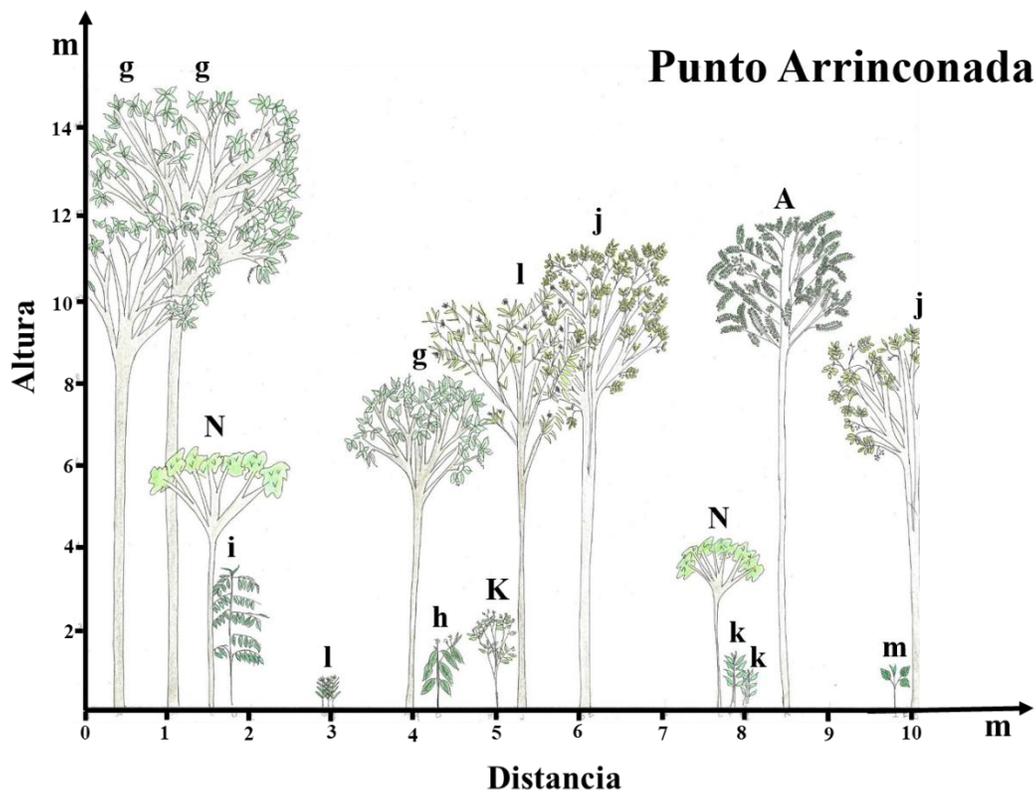
Melastomatacea	<i>Miconia minutiflora</i>
Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i> sp.
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.
Fabaceae	<i>Machaerium</i> sp.
Euphorbiaceae	<i>Croton</i>
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp.

---

### 6.1.3 Punto Arrinconada

Bosque primario intervenido. Los árboles alcanzan hasta 17 metros de altura. Los estratos arbustivos y herbáceos están presentes en menor proporción. Es más común encontrar parches de bosque, de mayor tamaño y más cercano entre parche y parche, lo que infiere una mayor conectividad entre parches. Este punto es menos pendiente y menos rocoso.

En la parcela realizada, *Terminalia amazonia*, *Palicourea* sp. y *Chrysophyllum argenteum* son los árboles más abundantes. Para el estrato herbáceo *Syzygium jambos* fue la planta con mayor número de individuos seguida de *Eugenia biflora* y *Cupania* sp.; el estrato arbustivo presentó plantas como *Chrysophyllum auratum*, *Palicourea* sp. y *Miconia minutiflora* (Tabla 3).



**Figura 5. Perfil de vegetación Punto Arrinconada.**

A *Phyllanthus* sp., K *Miconia minutiflora* N *Palicourea* sp., g *Terminalia amazonia*, h *Palicourea* sp., i *Chrysophyllum auratum*, j *Cupania latifolia*, k *Psychotria* sp, l *Syzygium jambos*, m *Clidemia ciliata*.

Los árboles reportados en el perfil de vegetación registraron alturas entre cuatro y 15 metros, *Terminalia amazonia*, *Palicourea* sp., *Syzygium jambos* y *Chrysophyllum argenteum*, el estrato arbustivo por *Chrysophyllum*, *Palicourea* sp., *Miconia minutiflora* y herbácea *Syzygium jambos*, *Psychotria*, *Eugenia biflora* (Figura 5).

**Tabla 3.** Especies de plantas en punto Arrinconada

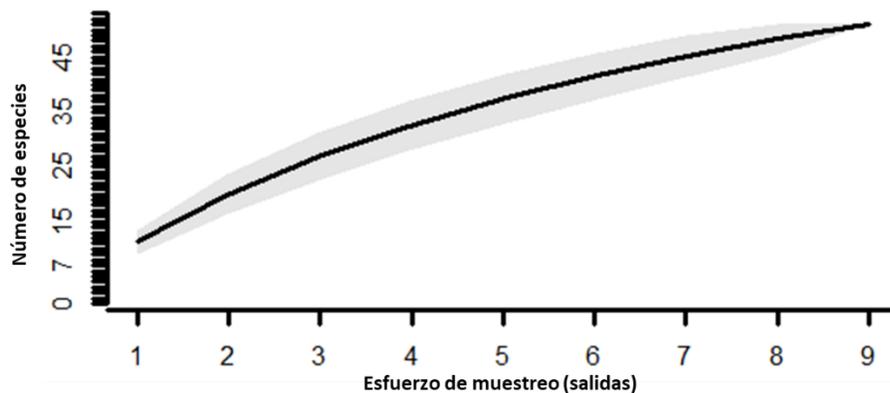
<b>Estrato</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	
Herbáceo	Pteridaceae	<i>Hemionitis sp.</i>	
	Dilleniaceae	<i>Doliocarpus dentatus</i>	
	Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus attenuatus</i>	
	Rubiaceae	<i>Psychotria sp</i>	
	Sapindaceae	<i>Cupania sp.</i> <i>Serjania sp.</i>	
	Piperaceae	<i>Piper amalago</i>	
	Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i>	
	Solanaceae	<i>Solanum sp</i>	
	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i>	
	Melastomatacea	<i>Clidemia cf ciliata</i>	
	Myrtaceae	<i>Eugenia biflora</i>	
	Arbustivo	Rubiaceae	<i>Palicourea sp.</i>
		Boraginaceae	<i>Cordia cf. gerascanthus</i>
Piperaceae		<i>Piper sp.</i>	
Erythroxylaceae		<i>Erythroxylum</i>	
Sapotaceae		<i>Chrysophyllum argenteum</i>	
Annonaceae		<i>Anaxagorea sp.</i> <i>Henriettella sp.</i>	
Anacardiaceae		<i>Toxicodendron striatum</i>	
Monimiaceae		<i>Mollinedia sp.</i>	
Meliaceae		<i>Guarea guidonia</i>	
Melastomatacea		<i>Miconia voronovii</i> <i>Miconia minutiflora</i>	
Myrtaceae		<i>Syzygium jambos</i>	
Sapindaceae		<i>Cupania latifolia</i>	
Erythroxylaceae		<i>Erythroxylum cf. citrifolium</i>	
Boraginaceae		<i>Cordia sp.</i>	
Arbolito	Marantaceae	<i>Calathea</i>	
	Sapotaceae	<i>Chrysopyllum argenteum</i>	
	Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i>	
	Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i>	
	Vochysiaceae	<i>Vochysia</i>	
	Myrtaceae	<i>Eugenia biflora</i>	
	Rubiaceae	<i>Palicourea sp1</i>	

	Sapindaceae	<i>Cupania latifolia</i>
	Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i>
	Urticaceae	<i>Cecropia</i>
	Annonaceae	<i>Henriettella</i>
Árbol	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>
	Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus</i>
	Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i>
	Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp.

## 6.2 Diversidad de aves dispersoras

Se capturaron 225 individuos de aves representados en cuatro órdenes, 14 familias y 51 especies (Tabla 4). La familia más abundante durante el muestreo fue Thraupidae con 18 especies, representando el 35,3% de las familias colectadas; asimismo la especie más abundante fue *Tangara gyrola* representada en el 14,2% con 32 de las capturas totales, seguida de *Tangara cyanicollis* con 12,8% y 29 registros. Se capturaron individuos de *Catharus ustulatus* y *Piranga rubra*; dos especies de aves migratorias boreales presentes en Colombia entre los meses de septiembre y abril (Ayerbe, 2018).

Para determinar la diversidad de aves dispersoras en un fragmento de Bosque Seco premontano en Bochalema se logró un esfuerzo de muestreo total de 486 horas/red obteniendo un 78,4% de lo esperado según la curva de rarefacción que tiene un intervalo de confianza del 95% (Figura 6). En esta gráfica se observa una ligera formación de la asíntota en la curva de acumulación de especies y para la salida nueve el intervalo de confianza es menor lo que significa que se está alcanzando el total de las especies esperadas.



**Figura 6. Curva de rarefacción para aves**

Bosque seco premontano en Bochalema, Norte de Santander.

### 6.2.1 Aves punto la Victoria

En el punto Victoria se reportaron 27 individuos de 16 especies distribuidas en ocho familias de tres órdenes, siendo *Ixothraupis gutatta* la especie con mayor número de registros (4 individuos) representando el 14,8%, seguida de *Tangara cyanicollis* y *T. gyrola* con 11,1% y 7,40% respectivamente. Se tomó registro del cardenalito o Jilguerito rojo, *Spinus cucullatus*, una especie en peligro de extinción en Colombia y a nivel mundial (Renjifo et al., 2016 y BirdLife international, 2018).

### 6.2.2 Aves punto Esperanza

En el punto Esperanza se registraron 27 especies de ocho familias, colectando 73 individuos. *Tangara gyrola* fue la especie más abundante (16,43%), seguida de *Tangara cyanicollis* (12,3%) y *Tangara cayana* (6,8%).

### 6.2.3 Aves punto Arrinconada

En el punto Arrinconada se obtuvieron 125 individuos, distribuidos en 37 especies de 12 familias y cinco órdenes. *Tangara gyrola* y *T. cyanicollis*, fueron las especies más abundantes con 18 (14,4%) y 17 (13,6%) individuos colectados, respectivamente. En este punto se capturó un individuo de Piquiplano aliamarillo (*Tolmomyias assimilis*) que en Colombia es reportado a menos de 1200 m.s.n.m. al sur del país, para la región Pacífica y al norte de la cordillera central de los Andes (Ayerbe, 2018).

**Tabla 4.** Especies de aves y número de individuos capturados

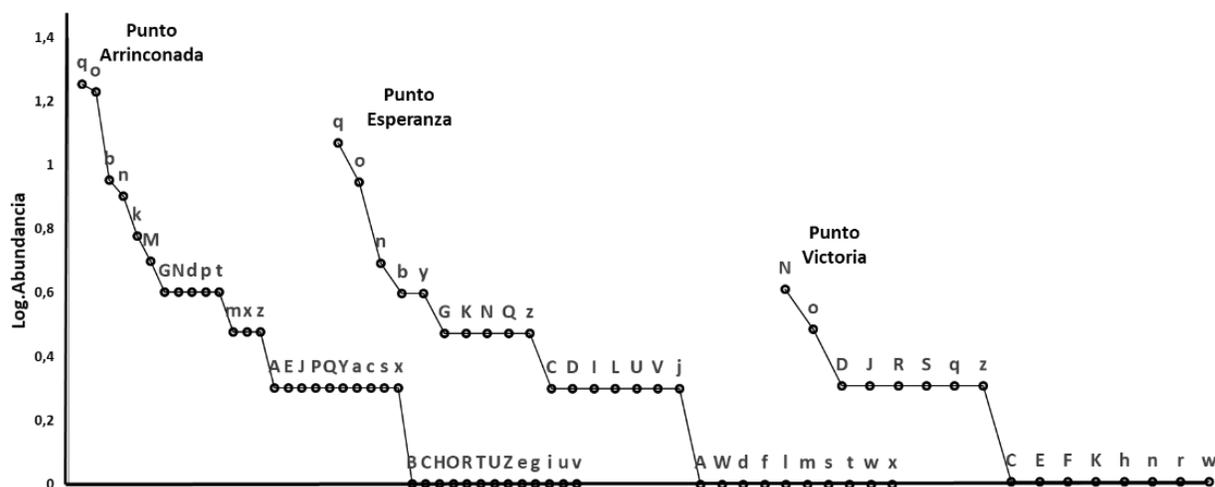
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	V	E	A	
APODIFORMES	<b>Hirundinidae</b>	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>		1		
	<b>Trochilidae</b>	<i>Amazilia viridigaster</i>		1	2	
		<i>Anthracothorax nigricollis</i>				1
		<i>Chalybura buffonii</i>	1		2	
		<i>Phaethornis augusti</i>			2	
		<i>Phaethornis guy</i>			1	
		<i>Thalurania colombica</i>	1			
COLUMBIFORMES	<b>Columbidae</b>	<i>Claravis pretiosa</i>	1			
		<i>Columbina talpacoti</i>		2		
		<i>Leptotila verreauxi</i>			2	
PASSERIFORMES	<b>Cardinalidae</b>	<i>Piranga rubra</i>			2	
	<b>Fringillidae</b>	<i>Euphonia laniirostris</i>			2	
		<i>Spinus cucullatus</i>	1			
	<b>Furnariidae</b>	<i>Spinus psaltria</i>			1	
		<i>Dendrocincla</i> sp.	2		2	
		<i>Lepidocolaptes cf. souleyetii</i>			1	
		<i>Ceratopipra erythrocephala</i>	2	2		
	<b>Pipridae</b>	<b>Thraupidae</b>	<i>Coereba flaveola</i>		3	4
			<i>Euphonia laniirostris</i>			2
			<i>Ixothraupis guttata</i>	4	3	4
<i>Ramphocelus dimidiatus</i>				4	9	

		<i>Saltator maximus</i>		2
		<i>Saltator striatipectus</i>	1	4
		<i>Schistochlamys melanopis</i>		1
		<i>Sicalis flaveola</i>	1	
		<i>Sphenopsis cf. frontalis</i>		1
		<i>Sporophila intermedia</i>	2	
		<i>Sporophila nigricollis</i>		6
		<i>Tachyphonus rufus</i>	1	3
		<i>Tangara cayana</i>	1	5
		<i>Tangara cyanicollis</i>	3	9
		<i>Tangara cyanoptera</i>		4
		<i>Tangara gyrola</i>	2	12
		<i>Thraupis episcopus</i>	1	2
		<i>Thraupis palmarum</i>	1	4
	<b>Troglodytidae</b>	<i>Pheugopedius rutilus</i>		2
		<i>Thryophilus rufalbus</i>		1
	<b>Turdidae</b>	<i>Catharus ustulatus</i>	1	2
		<i>Turdus flavipes</i>	1	1
		<i>Turdus nudigenis</i>		1
	<b>Tyrannidae</b>	<i>Elaenia flavogaster</i>	1	3
		<i>Elaenia frantzii</i>		2
		<i>Mionectes oleagineus</i>		2
		<i>Myiarchus tuberculifer</i>	2	
		<i>Myiodynastes chrysocephalus</i>	2	
		<i>Myiodynastes maculatus</i>		1
		<i>Phaeomyias murina</i>		2
		<i>Tolmomyias assimilis</i>		1
		<i>Zimmerius chrysops</i>	2	3
	<b>Vireonidae</b>	<i>Vireo olivaceus</i>		4
<b>PICIFORMES</b>	<b>Picidae</b>	<i>Colaptes rubiginosus</i>		1
		<i>Picumnus squamulatus</i>		1
			<b>27</b>	<b>73</b>
				<b>125</b>

Por cada punto de muestreo Punto Victoria (V); Punto Esperanza (E); Punto Arrinconada (A).

La curva de distribución de abundancia muestra que las especies más abundantes para punto Arrinconada y punto Esperanza son *Tangara gyrola* y *T. cyanicollis*; para punto Victoria, *Ixothraupis guttata* y *T. cyanicollis*. Como especies raras se pueden destacar *Myiarchus*

*tuberculifer*, *Myiodynastes maculatus* y *Tolmomyias assimilis* para punto Arrinconada; *Spinus cucullatus* y *Catharus ustulatus* para punto Victoria (Figura 7).

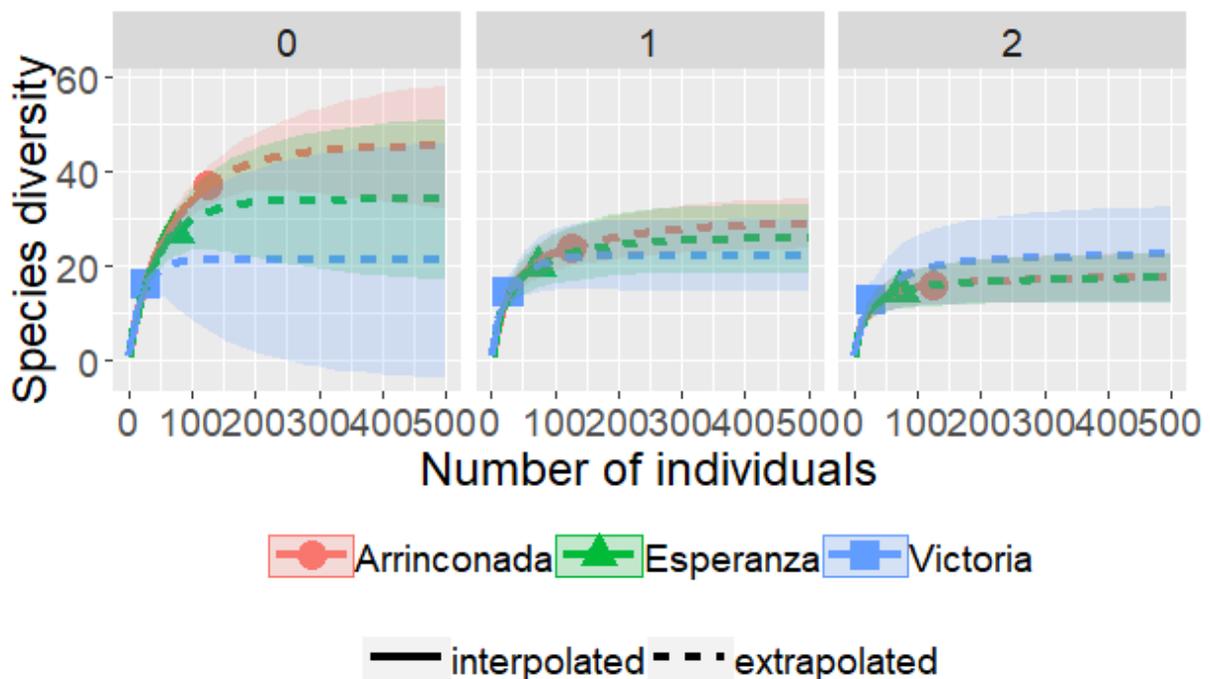


**Figura 7. Curvas de distribución de abundancia de aves de los tres puntos de muestreo.**

A. *Amazilia viridigaster*; B. *Anthracothorax nigricollis*; C. *Catharus ustulatus*; D. *Ceratopipra erythrocephala*; E. *Chalybura buffonii*; F. *Claravis pretiosa*; G. *Coereba flaveola*; H. *Colaptes rubiginosus*; I. *Columbina talpacoti*; J. *Dendrocincla sp.*; K. *Elaenia flavogaster*; L. *Elaenia frantzii*; M. *Euphonia laniirostris*; N. *Ixothraupis guttata*; O. *Lepidocolaptes cf. souleyetii*; P. *Leptotila verreauxi*; Q. *Mionectes oleagineus*; R. *Myiarchus tuberculifer*; S. *Myiodynastes chrysocephalus*; T. *Myiodynastes maculatus*; U. *Phaeomyias murina*; V. *Phaethornis augusti*; W. *Phaethornis guy*; Y. *Pheugopedius rutilus*; Z. *Picumnus squamulatus*; a. *Piranga rubra*; b. *Ramphocelus dimidiatus*; c. *Saltator maximus*; d. *Saltator striatipectus*; e. *Schistochlamys melanopis*; f. *Sicalis flaveola*; g. *Sphenopsis cf. frontalis*; h. *Spinus cucullatus*; i. *Spinus psaltria*; j. *Sporophila intermedia*; k. *Sporophila nigricollis*; l. *Stelgidopteryx ruficollis*; m. *Tachyphonus rufus*; n. *Tangara cayana*; o. *Tangara cyanicollis*; p. *Tangara cyanopectera*; q. *Tangara gyrola*; r. *Thalurania colombica*; s. *Thraupis episcopus*; t. *Thraupis palmarum*; u. *Thryophilus rufalbus*; v. *Tolmomyias assimilis*; w. *Turdus flavipes*; x. *Turdus nudigenis*; y. *Vireo olivaceus*; z. *Zimmerius chrysops*.

La diversidad  $^0q$  mostró que el punto de muestreo que presentó la mayor riqueza fue el punto la Arrinconada con un valor de 37 especies efectivas, seguida del punto Esperanza con 27 especies y con 16 especies efectivas el punto Victoria. Para la diversidad  $^1q$ , Arrinconada, fue el

punto con el mayor número de especies comunes (23,886), seguida de punto Esperanza y punto Victoria con 19,891 y 14,301 especies efectivas, respectivamente. Asimismo, para la diversidad  $^2q$ , el punto Arrinconada, presentó más especies abundantes con 15,960 especies efectivas y 14,6 y 12,789 especies efectivas abundantes para el punto Esperanza y punto Victoria, respectivamente (Figura 8).



**Figura 8. Perfiles de diversidad.**

Diversidad de orden  $^0q$  Diversidad de orden  $^1q$  Diversidad de orden  $^2q$  en los tres puntos de muestreo, Victoria, Esperanza y Arrinconada.

Para las diversidades observadas y esperadas en los puntos de muestreo, el punto Arrinconada registró el 81,53% de las especies esperadas, 1,37 veces mayor de las especies esperadas para el punto Esperanza (79,3%) y 2,31 veces más que el punto Victoria (75,7%), asimismo, el punto Esperanza es 1,68 más diverso que punto Victoria (Tabla 5).

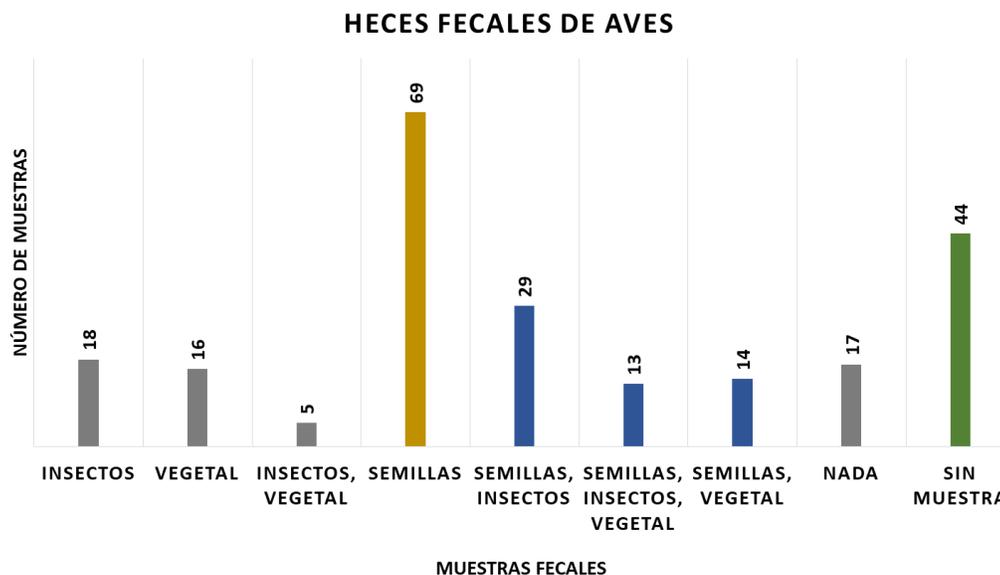
**Tabla 5. Diversidades observadas y esperadas**

<b>Punto</b>	<b>Diversidad</b>	<b>Observada</b>	<b>Estimada</b>
<b>Victoria</b>	${}^0q$	16.000	21.136
	${}^1q$	14.301	22.235
	${}^2q$	12.789	23.400
<b>Esperanza</b>	${}^0q$	27.000	34.045
	${}^1q$	19.891	25.784
	${}^2q$	14.600	18.00
<b>Arrinconada</b>	${}^0q$	37.000	45.382
	${}^1q$	23.886	29.257
	${}^2q$	15.960	18.150

Riqueza de especies ( ${}^0D$ ) Especies comunes ( ${}^1D$ ) Especies abundantes ( ${}^2D$ ) en los tres puntos de muestreo, Victoria, Esperanza y Arrinconada.

### **6.3 Semillas dispersadas por aves**

En total se colectaron 181 muestras fecales (una por individuo) de las aves capturadas. Se obtuvieron 44 (24,3%) muestras solo con resto vegetal y 18 (9,94%) con solo partes de insectos. Adicionalmente, se colectaron 125 (69,1%) muestras con semillas, donde se encontraron 29 (16%) muestras de semillas con partes de insectos, 14 (7,7%) de semillas con restos vegetales, 13 (7,18%) contenían semillas con partes de insectos y restos vegetales; 69 (38,1%) solo semillas y 17 (9,39%) muestras que no se identificaba el contenido (Figura 9).



**Figura 9. Muestras de heces fecales de aves**

En amarillo se muestra el número de heces de las cuales se obtuvo solo semillas; en azul semillas con otro agregado; en gris se observa las muestras que no aportaron semillas y en verde el número de aves de las que no se obtuvieron heces fecales.

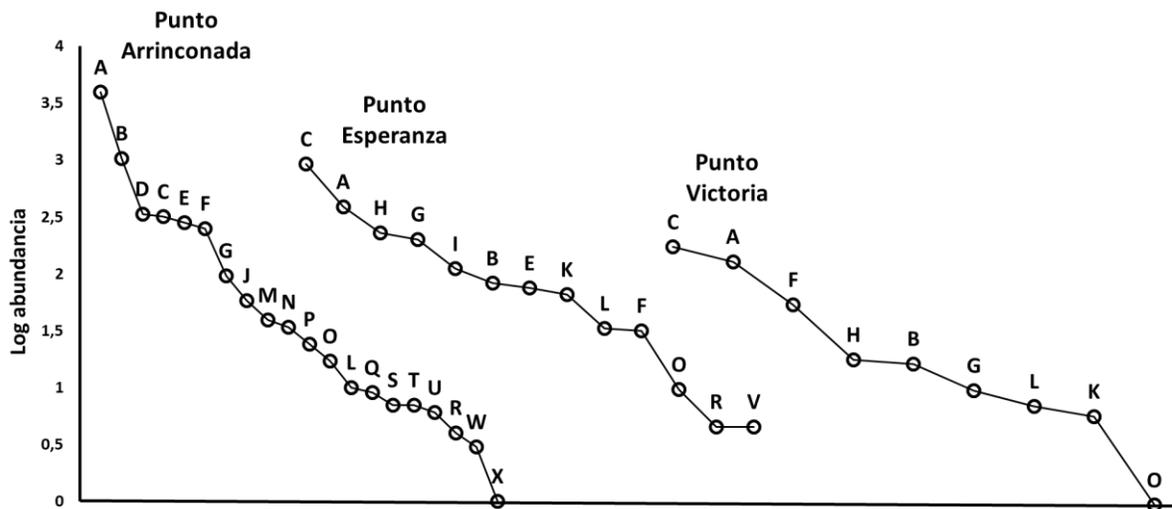
En total se obtuvieron 8095 semillas distribuidas en 24 especies o morfoespecies (Anexo 8) y de las cuales *Ficus* sp., fue la especie más abundante con el 52,6% del total de semillas colectadas, seguida de *Acnistus arborescens* y *Miconia prasina* con el 13,6% y 11,9% respectivamente (Tabla 6).

**Tabla 6.** Especies de plantas encontradas en las heces y dispersadas por las aves capturadas.

Punto	Familia	Especie	Número
Victoria	Melastomataceae	<i>Miconia prasina</i>	108
		<i>Miconia pulvinata</i>	8
		<i>Miconia punctata</i>	14
	Solanaaceae	<i>Clidemia</i> sp.	38
		<i>Acnistus arborescens</i>	13
		<i>Ficus</i> sp	83
		<i>Ilex</i> sp.	6

	-	<i>Sp1</i>	1	
	-	<i>Sp6</i>	5	
<b>Esperanza</b>	<b>Melastomataceae</b>	<i>Miconia prasina</i>	536	
		<i>Miconia punctata</i>	149	
		<i>Miconia pulvinata</i>	132	
		<i>Miconia sp.</i>	53	
		<i>Clidemia sp.</i>	24	
		<i>Clidemia sp2</i>	76	
		<i>Acnistus arborescens</i>	58	
		<b>Moraceae</b>	<i>Ficus sp.</i>	242
		<b>Aquifoliaceae</b>	<i>Ilex sp.</i>	25
		-	<i>Sp1</i>	8
-	<i>Sp4</i>	4		
-	<i>Sp6</i>	47		
-	<i>Sp7</i>	4		
<b>Arrinconada</b>	<b>Melastomataceae</b>	<i>Miconia prasina</i>	317	
		<i>Miconia pulvinata</i>	96	
		<i>Miconia sp.</i>	280	
		<i>Clidemia sp.</i>	250	
		<i>Clidemia sp3</i>	1	
		<i>Acnistus arborescens</i>	1033	
		<b>Solanaceae</b>	<i>Solanum sp.</i>	34
			<i>Solanum sp2</i>	7
			<i>Solanum sp3</i>	39
		<b>Moraceae</b>	<i>Ficus sp.</i>	3931
		<b>Aquifoliaceae</b>	<i>Ilex sp.</i>	10
		<b>Piperaceae</b>	<i>Piper sp.</i>	335
		<b>Urticaceae</b>	<i>Cecropia sp.</i>	9
		-	<i>Sp1</i>	17
		-	<i>Sp2</i>	3
-	<i>Sp3</i>	7		
-	<i>Sp4</i>	4		
-	<i>Sp5</i>	24		
-	<i>Sp8</i>	6		
-	<i>Sp9</i>	58		
			<b>8095</b>	

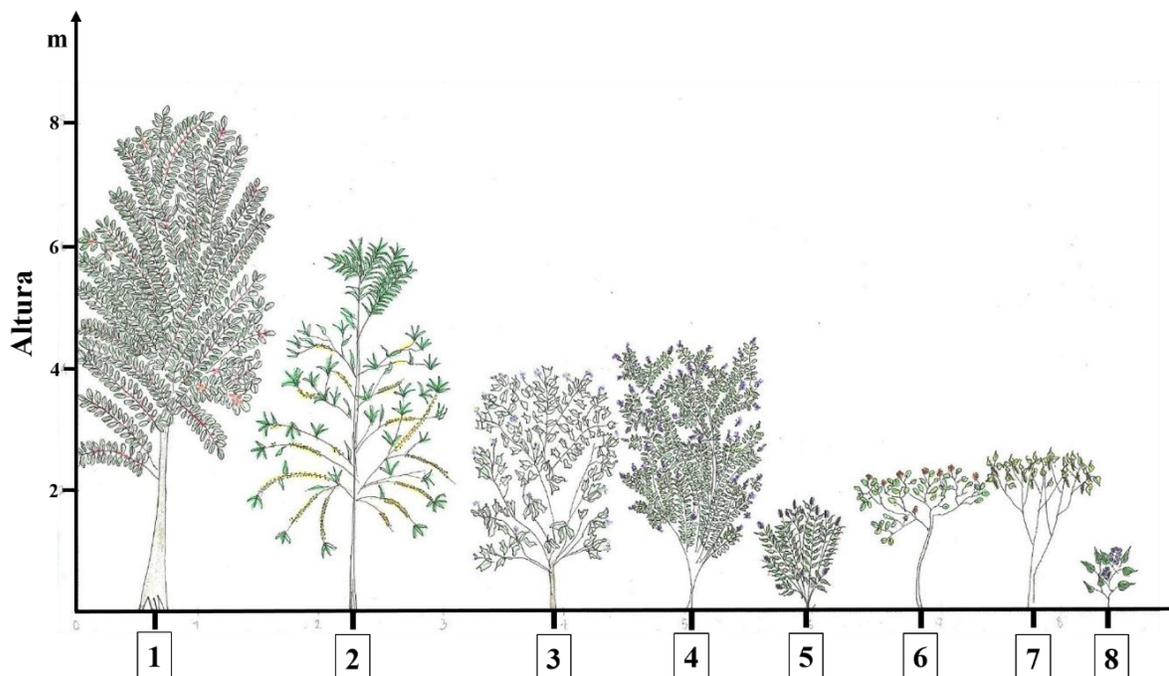
En el punto Arrinconada, se colectaron 20 morfoespecies de semillas. *Ficus* sp. fue la especie más abundante, seguido de *Acnistus arborescens*. *Clidemia* sp3. fue la especie más rara. Para los puntos Esperanza (13 morfoespecies) y Victoria (nueve morfoespecies), *Miconia prasina* y *Ficus* sp, fueron las especies de semillas más abundantes y las morfoespecies, Sp4 y Sp7 son las menos frecuentes en punto la Esperanza y Sp1 para el punto Victoria (Figura 10).



**Figura 10. Curvas de distribución de abundancia de semillas dispersadas por aves.**

A *Ficus* sp; B *Acnistus arborescens*; C *Miconia prasina*; D *Piper* sp; E *Miconia* sp; F *Clidemia* sp; G *Miconia pulvinata*; H *Miconia punctata*; I *Clidemia* sp2; J Sp9; K Sp6; L *Ilex* sp; M *Solanum* sp3; N *Solanum* sp1; O Sp1; P Sp5; Q *Cecropia* sp; R Sp4; S *Solanum* sp2; T Sp3; U Sp8; V Sp7; W Sp2; X *Clidemia* sp3

Se realizó el perfil de ocho especies de plantas de las semillas encontradas en las heces de las aves. Las especies de plantas se muestran en estrato herbáceo, arbustivo y arborescente (Figura 11), de alturas entre un metro y ocho metros.



**Figura 11. Plantas de semillas dispersadas por aves.**

1 *Ficus* sp., 2 *Acnistus arborescens*, 3 *Ilex* sp., 4 *Miconia prasina*, 5 *Miconia pulvinata*, 6 *Solanum* sp., 7 *Piper* sp., 8 *Clidemia* sp.

### 6.3.1 Porcentaje de ocurrencia (PO) de especies de semilla

Se estimó el Porcentaje de Ocurrencia (PO) para las morfoespecies de semillas para cada punto encontrándose que *Ficus* sp. tiene un PO=36, indicando ser la más frecuente en el punto Arrinconada y en todo el muestreo. *Miconia prasina* y Sp6 con PO= 15,068 son las especies de semillas más ocurrentes del punto Esperanza. Asimismo, *Ficus* sp. es la especie de semilla más ocurrente (PO=14,814) en las heces de aves del punto Victoria (Tabla 7). De esta forma se considera *Ficus* sp, *Miconia prasina*, *Clidemia* sp y *Acnistus arborescens* especies de plantas importantes en la dieta de las aves.

**Tabla 7. Porcentaje de ocurrencia (PO) de especies de semillas.**

<b>Victoria</b>	<b>PO</b>	<b>Esperanza</b>	<b>PO</b>	<b>Arrinconada</b>	<b>PO</b>
<i>Ficus sp.</i>	14,814	<i>Miconia prasina</i>	15,068	<i>Ficus sp.</i>	36
<i>Clidemia sp</i>	11,111	Sp6.	15,068	<i>Acnistus arborescens</i>	18,4
<i>Miconia prasina</i>	7,407	<i>Ficus sp.</i>	9,589	<i>Miconia prasina</i>	8,8
<i>Ilex sp.</i>	7,407	<i>Miconia pulvinata</i>	6,849	Sp1.	4
<i>Miconia pulvinata</i>	3,703	<i>Ilex sp.</i>	6,849	<i>Piper sp.</i>	2,4
<i>Miconia punctata</i>	3,703	Sp4.	4,109	<i>Solanum sp.</i>	1,6
<i>Acnistus arborescens</i>	3,703	<i>Clidemia sp2.</i>	2,739	<i>Miconia pulvinata</i>	1,6
Sp1	3,703	<i>Miconia punctata</i>	2,739	<i>Ilex sp.</i>	1,6
Sp6	3,703	<i>Acnistus arborescens</i>	2,739	<i>Clidemia sp.</i>	1,6
		Sp1.	2,739	Sp9.	0,8
		<i>Clidemia sp.</i>	1,369	Sp8.	0,8
		Sp7.	1,369	Sp5.	0,8
		<i>Miconia sp.</i>	1,369	Sp4.	0,8
				Sp3.	0,8
				Sp2.	0,8
				<i>Solanum sp3</i>	0,8
				<i>Solanum sp2</i>	0,8
				<i>Miconia sp.</i>	0,8

<i>Clidemia</i> sp3	0,8
---------------------	-----

<i>Cecropia</i> sp.	0,8
---------------------	-----

---

### 6.3.1.1 Punto Victoria

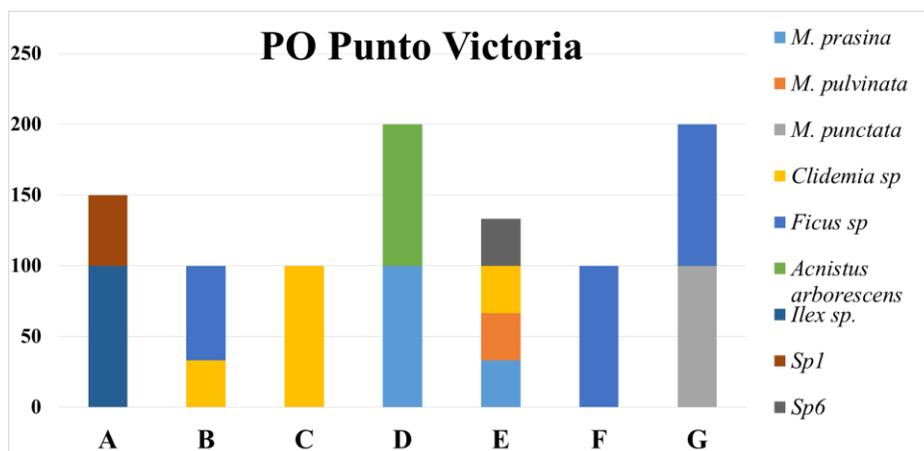
Se colectaron 13 muestras de heces fecales de siete especies de aves (48,15% de los individuos de aves capturados en el punto Victoria) (Anexo 1). *Tangara cyanicollis* consumió cuatro de los nueve frutos registrados en este punto, *Miconia prasina*, *M. pulvinata*, *Clidemia* sp. y Sp6 con 33,33% para cada especie de semilla. *Ixothraupis guttata* consumió dos tipos de semillas, *Ficus* sp. (66,66%) y *Clidemia* sp. (33,33%). *Turdus flavipes* consumió *M. punctata* y *Ficus* sp.; *Tangara cayana*, consumió *M. prasina* y *A. arborescens*; *T. gyrola* se alimentó de *Ficus* sp. y *Myiarchus tuberculifer* presentó semillas de *Clidemia* sp. Estas especies de aves mencionadas presentaron un 100% en cada semilla de especie consumida, ya que en cada muestra fecal obtenida fueron encontradas (Figura 12).

### 6.3.1.2 Punto Esperanza

Para el punto Esperanza, se obtuvieron 36 muestras de heces fecales de doce especies de aves y de las cuales, *Tangara gyrola* fue la especie que más especies de semillas consumió, encontrándose *Ficus* sp. con 55,5%, *Ilex* sp. con 33,3%, *M. prasina* 22,2%, *M. punctata*, *A. arborescens* y Sp6 con un porcentaje de 11,1 cada una (Anexo 2). Por otro lado *M. prasina*, *Clidemia* sp2, *Ficus* sp. y *Ilex* sp. hacen parte de la dieta de *Ixothraupis guttata*. Para el caso de *Tangara cyanicollis*, las semillas de especies encontradas fueron tres, *M. prasina* con 50%, *M. punctata* y *A. arborescens* con 25% cada una. *Miconia prasina* presentó un 100% para especies de aves como *Elaenia frantzii* y *Turdus flavipes*. Esta última mencionada, también se alimentó de *Ilex* sp. y Sp6 (Figura 13).

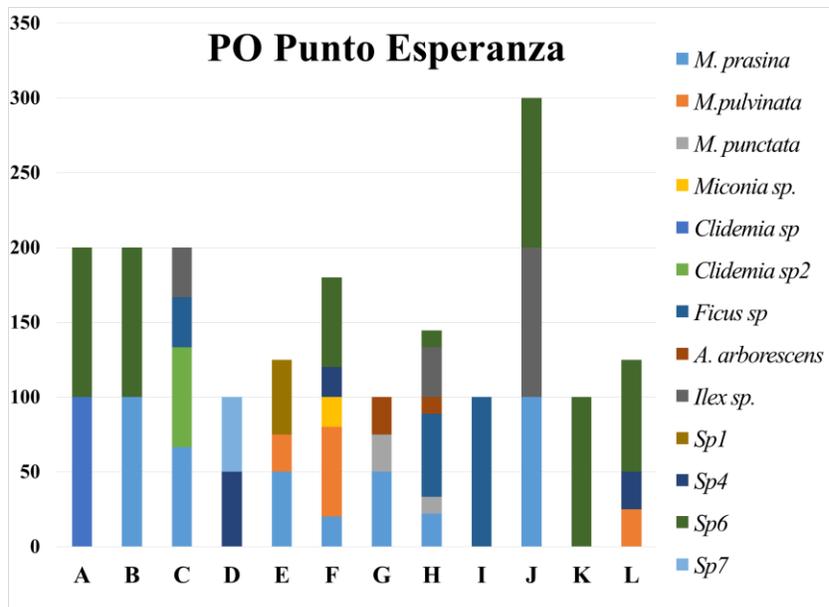
### 6.3.1.3 Punto Arrinconada

Se consiguieron 75 muestras fecales de 21 especies de aves. *Tangara cyanicollis* consume nueve especies de semillas de las cuales *A. arborescens*, *Ficus* sp. y *M. prasina* presentan los valores más altos, 50%, 35,7% y 21,4%, respectivamente. *Tangara gyrola* y *Tangara cayana* se alimentaron de siete semillas, donde *A. arborescens*, *Ficus* sp. y *M. prasina*, son las especies de semillas más frecuentes en la dieta de estas aves (Anexo 3a). *Ramphocelus dimidiatus* se les hallaron cinco morfoespecies de semillas, siendo *Ficus* sp. la más frecuente (62,5%), seguida de la *Sp1* con 25%, *Solanum* sp3. (12,5%) (Anexo 3b) y *Piper* sp. (12,5%). Las heces de *Ixothraupis guttata* mostraron cuatro morfoespecies de semillas, pero *Ficus* sp. y *A. arborescens* obtuvieron un 75% de frecuencia cada una, siendo el mismo caso de *Thraupis palmarum*. *Ficus* sp. fue la semillas de la especie que estuvo presente en el 76,19% (19 especies) de las especies de aves; seguida de *A. arborescens* con el 52,38% de ocurrencia en las especies de aves (Figura 14).



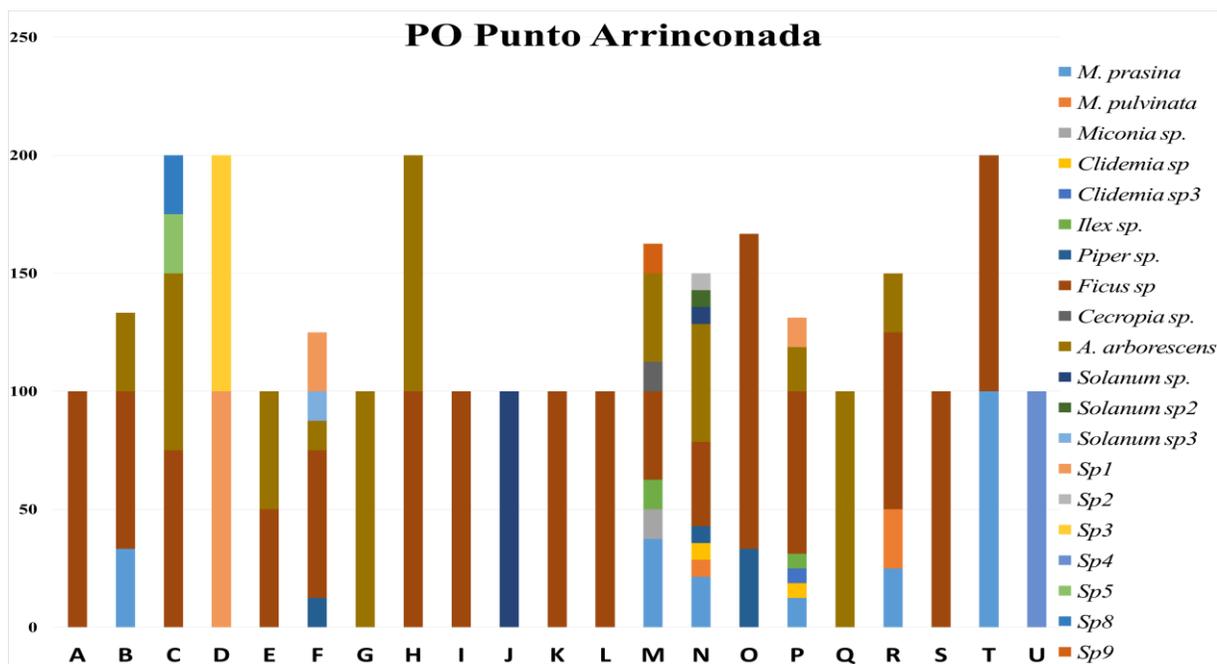
**Figura 12.** Porcentaje de Ocurrencia (PO) de las semillas de especies consumidas por aves en punto Victoria.

Los valores están expresados en %. A. *Ceratopipra erythrocephala* B. *Ixothraupis guttata* C. *Myiarchus tuberculifer* D. *Tangara cayana* E. *Tangara cyanicollis* F. *Tangara gyrola* G. *Turdus flavipes*



**Figura 13.** Porcentaje de Ocurrencia (PO) de las semillas consumidas por aves en punto Esperanza.

Los valores están expresados en %. A. *Catharus ustulatus* B. *Elaenia frantzii* C. *Ixothraupis guttata* D. *Mionectes oleagineus* E. *Ramphocelus dimidiatus* F. *Tangara cayana* G. *Tangara cyanicollis* H. *Tangara gyrola* I. *Thraupis palmarum* J. *Turdus flavipes* K. *Turdus nudigenis* L. *Vireo olivaceus*



**Figura 14.** Porcentaje de Ocurrencia (PO) de las semillas de especies consumidas por aves en punto la Arrinconada.

Los valores están expresados en %. A. *Catharus ustulatus* B. *Euphonia laniirostris* C. *Ixothraupis guttata* D. *Mionectes oleagineus* E. *Piranga rubra* F. *Ramphocelus dimidiatus* G. *Saltator maximus* H. *Saltator striatipectus* I. *Schistochlamys melanopis* J. *Sphenopsis cf. frontalis* K. *Sporophila nigricollis* L. *Tachyphonus rufus* M. *Tangara cayana* N. *Tangara cyanicollis* O. *Tangara cyanopectera* P. *Tangara gyrola* Q. *Thraupis episcopus* R. *Thraupis palmarum* S. *Thryophilus rufalbus* T. *Turdus flavipes* U. *Turdus nudigenis*

### 6.3.2 Índice de importancia de dispersor (DII)

Los valores de índice de importancia de dispersor mostraron valores que van de cero a uno, de esta forma en el punto Victoria, *Tangara cyanicollis* (DII=0,278) es la especie dispersora con mayor importancia, seguida de *Ixothraupis guttata* con DII=0,247. Para el punto Esperanza, el índice sugiere que *T. gyrola* y *T. cyanocollis* son las especies con mayor importancia de dispersión con DII=0,411 y DII=0,137 respectivamente. Con DII=0,230 y DII=0,190, *Tangara gyrola* y *Tangara cyanocollis*, son las especies con mayor importancia de dispersión para el punto Arrinconada (Tabla 8).

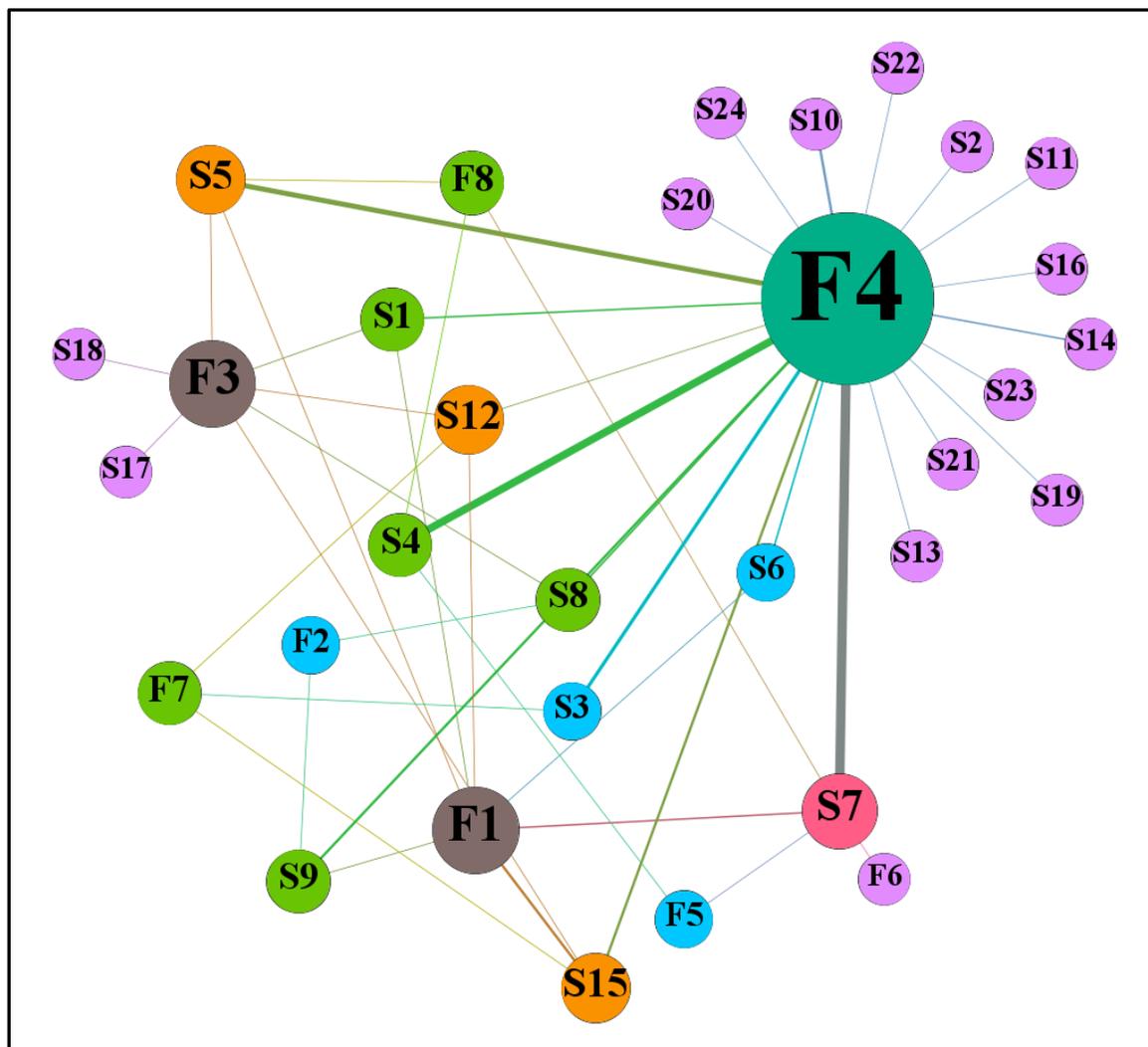
**Tabla 8.** Índice de importancia de dispersor (DII) por puntos de muestreo.

Punto	Especie	B	S	DII
Victoria	<i>Tangara cyanicollis</i>	11,11	25	0,278
		1		
	<i>Ixothraupis guttata</i>	14,81	16,667	0,247
		5		
	<i>Tangara cayana</i>	3,704	25	0,093
	<i>Ceratopipra erythrocephala</i>	7,407	8,333	0,062
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	7,407	8,333	0,062
	<i>Tangara gyrola</i>	7,407	8,333	0,062
	<i>Turdus flavipes</i>	3,704	8,333	0,031
Esperanza	<i>Tangara gyrola</i>	16,43	25	0,411
		8		
	<i>Tangara cyanicollis</i>	12,32	11,111	0,137
		9		
	<i>Tangara cayana</i>	6,849	13,889	0,095

	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	5,479	11,111	0,061
	<i>Vireo olivaceus</i>	5,479	11,111	0,061
	<i>Ixothraupis guttata</i>	4,110	8,333	0,034
	<i>Mionectes oleagineus</i>	4,110	5,556	0,023
	<i>Catharus ustulatus</i>	2,740	2,778	0,008
	<i>Elaenia frantzii</i>	2,740	2,778	0,008
	<i>Thraupis palmarum</i>	1,370	2,778	0,004
	<i>Turdus flavipes</i>	1,370	2,778	0,004
	<i>Turdus nudigenis</i>	1,370	2,778	0,004
Arrinconada	<i>Tangara gyrola</i>	14,4	16	0,230
	<i>Tangara cyanicollis</i>	13,6	14	0,190
	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	7,2	8	0,058
	<i>Tangara cayana</i>	6,4	8	0,051
	<i>Ixothraupis guttata</i>	3,2	4	0,013
	<i>Thraupis palmarum</i>	3,2	4	0,013
	<i>Euphonia laniirostris</i>	4	3	0,012
	<i>Tangara cyanoptera</i>	3,2	3	0,010
	<i>Sporophila nigricollis</i>	4,8	1	0,005
	<i>Tachyphonus rufus</i>	2,4	2	0,005
	<i>Piranga rubra</i>	1,6	2	0,003
	<i>Saltator striatipectus</i>	3,2	1	0,003
	<i>Turdus flavipes</i>	2,4	1	0,002
	<i>Mionectes oleagineus</i>	1,6	1	0,002
	<i>Saltator maximus</i>	1,6	1	0,002
	<i>Thraupis episcopus</i>	1,6	1	0,002
	<i>Turdus nudigenis</i>	1,6	1	0,002
	<i>Catharus ustulatus</i>	0,8	1	0,001
	<i>Schistochlamys melanopsis</i>	0,8	1	0,001
	<i>Sphenopsis cf. frontalis</i>	0,8	1	0,001
	<i>Thryophilus rufalbus</i>	0,8	1	0,001

B. Abundancia relativa de cada especie. S. Porcentaje de muestras fecales con semillas.

Asimismo, el diagrama de redes de interacciones indica que la familia de ave con mayor interacción con semillas, fue la familia Thraupidae (Figura 15) que consumió el 91,6% de las semillas encontradas en las heces fecales.



**Figura 15.** Red de interacciones entre familias de aves dispersoras y especies de semillas.

F es familia de aves. S es especies de semillas. F1 Turdidae, F2 Pipridae, F3 Tyrannidae, F4 Thraupidae, F5 Cardinalidae, F6 Troglodytidae, F7 Vireonidae, S1 *Clidemia* sp., S2 *Clidemia* sp2, S3 *Miconia pulvinata*, S4 *Acnistus arborescens*, S5 *Miconia prasina*, S6 *Miconia punctata*, S7 *Ficus* sp., S8 Sp1, S9 *Ilex* sp., S10 *Piper* sp., S11 Sp2, S12 Sp4, S13 Sp5, S14 *Solanum* sp., S15 Sp6, S16 *Cecropia* sp., S17 Sp3, S18 Sp7, S19 *Miconia* sp., S20 *Solanum* sp2, S21 *Solanum* sp3, S22 Sp9, S23 Sp8, S24 *Clidemia* sp3.

#### 6.4 Viabilidad de semillas

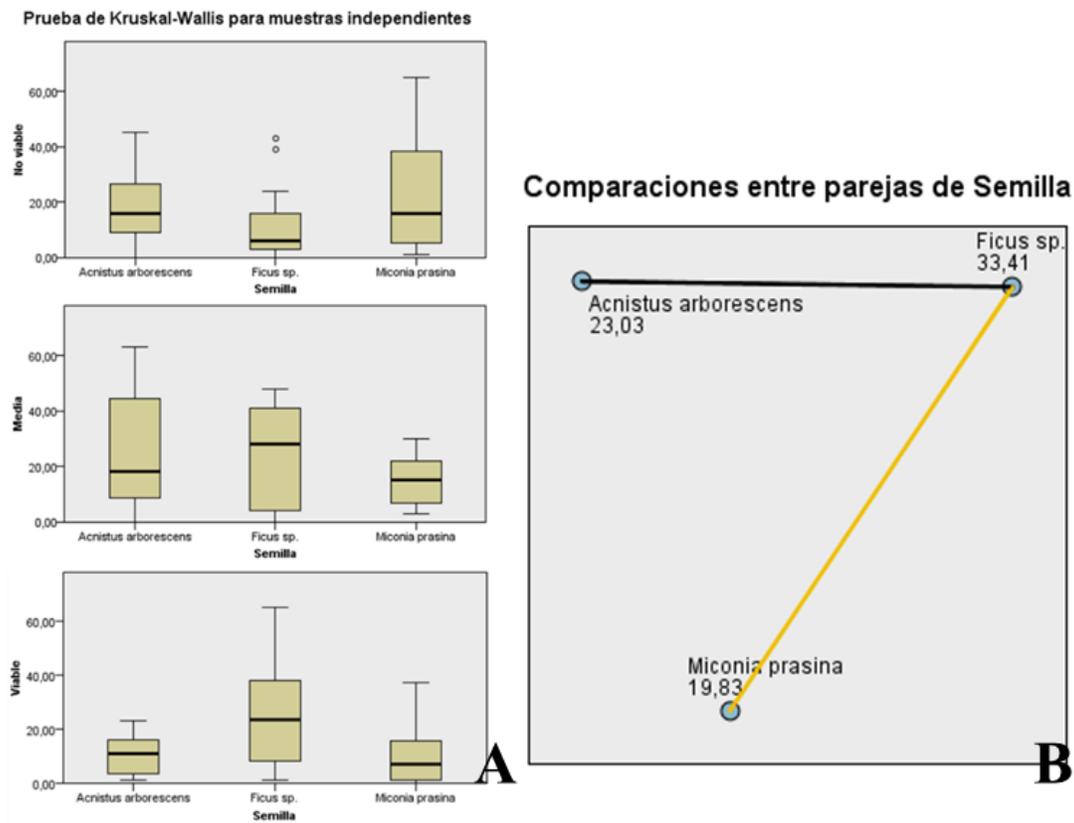
La prueba de viabilidad con Tretrazolio (cloruro de 2, 3, 5-trifenil-2H-tetrazolio) se aplicó a tres especies de semillas compartidas en los tres puntos de muestreo (Victoria, Esperanza y Arrinconada), las cuales obtuvieron el valor más alto de frecuencia relativa en las heces de las aves. De esta manera, se obtuvieron datos de viabilidad de *Acnistus arborescens*, *Miconia prasina* y *Ficus* sp. (Tabla 9) en donde se muestra que *Ficus* sp. es la especie que presenta mayor porcentaje de viabilidad con 68,8% en relación a *Acnistus arborescens* y *Miconia prasina* con 16,5% y 14,7%, respectivamente.

**Tabla 9.** Viabilidad de semillas dispersadas por aves

Viabilidad	Especie de semilla		
	<i>Acnistus arborescens</i>	<i>Ficus</i> sp.	<i>Miconia prasina</i>
Viable	16,5	68,8	14,7
Media	35,3	47,8	16,9
No viable	35,8	27,5	36,7

Los valores están expresados en porcentaje (%).

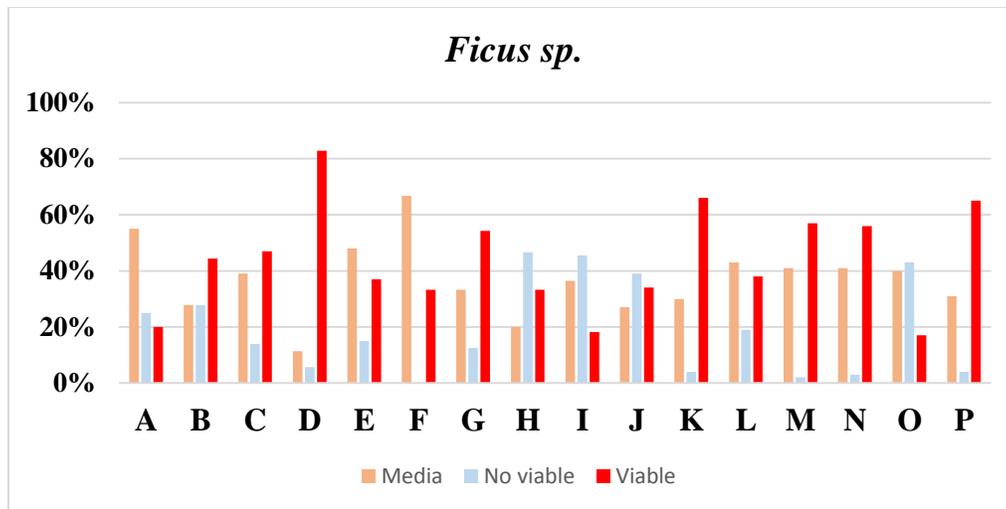
Con base en la gráfica de cajas y bigotes (box plot) que muestra la prueba no paramétrica de Kurskal – Wallis para verificar la viabilidad de las especies de semillas, se encontraron diferencias significativas entre las semillas de *Miconia prasina* y *Ficus* sp. (Figura 15A), mediante el post-hoc para las comparaciones múltiples (Figura 15B), donde el valor p es menor de 0,05 siendo 0,022.



**Figura 16. Viabilidad de semillas.**

- A. Diagrama de caja y bigotes de la prueba Kruskal - Wallis para viabilidad de las semillas.  
 B. Post-hoc, la línea amarilla representa la diferencia entre *Ficus sp.* y *Miconia prasina*.

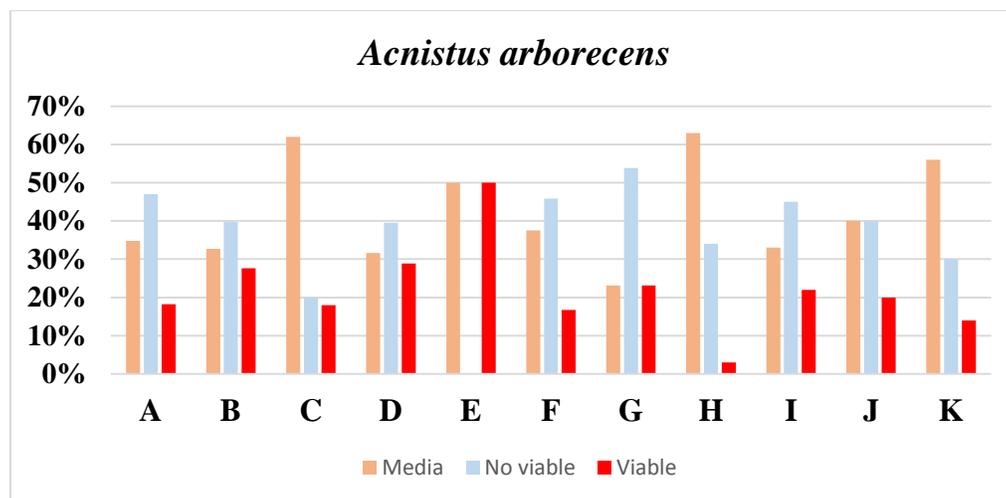
Se obtuvieron tres tablas de contingencia, una para cada especie de semilla. Para la semilla *Ficus sp.* (Anexo 4) designa a *Piranga rubra* como especie de ave con mayor porcentaje de viabilidad con 83%, seguida de *Tangara cayana*, *Turdus flavipes* con 66 y 65%, respectivamente. Para el caso de aves con menos capacidad de viabilidad, *Sporophila nigricollis* (Figura 18).



**Figura 17.** Porcentaje viabilidad por especie de ave para *Ficus sp.*

A *Catharus ustulatus*, B *Euphonia laniirostris*, C *Ixothraupis guttata*, D *Piranga rubra*, E *Ramphocelus dimidiatus*, F *Saltator striatipectus*, G *Schlystoclamys melanopis*, H *Sporophila nigricollis*, I *T. rufalbus*, J *Tachyphonus rufus*, K *Tangara cayana*, L *Tangara cyanicollis*, M *Tangara cyanoptera*, N *Tangara gyrola*, O *Thraupis palmarum*, P *Turdus flavipes*.

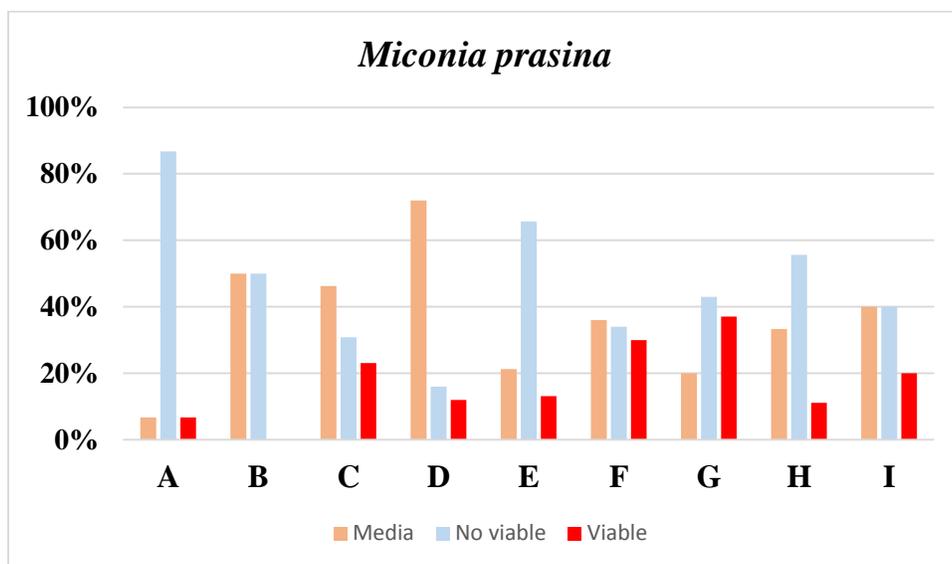
Para la especie *Acnistus arborescens*, *Saltator maximus* tiene el porcentaje de viabilidad más alto (50%), seguido de *Ramphocelus dimidiatus* (29%) e *Ixothraupis guttata* (28%). *Tangara cayana* obtuvo el porcentaje mayor para las semillas no viables (54%) (Figura 19).



**Figura 18.** Porcentaje viabilidad por especie de ave para *Acnistus arborescens*

A *Euphonia lanirostris*, B *Ixothraupis guttata*, C *Piranga rubra*, D *Ramphocelus dimidiatus*, E *Saltator maximus*, F *Saltator stritipectus*, G *Tangara cayana*, H *Tangara cyanicollis*, I *Tangara gyrola*, J *Thraupis episcopus*, K *Thraupis palmarum*.

Para el caso de *Miconia prasina*, *Tangara gyrola* con un porcentaje de viabilidad del 37% fue el más alto, seguido de *Tangara cyanicollis* con 30%. El ave con menos capacidad de viabilidad para *Miconia prasina* fue *Elaenia frantzii* con el 87% de semillas no viables (Figura 20).



**Figura 19.** Porcentaje viabilidad por especie de ave para *Miconia prasina*.

A *Elaenia frantzii*, B *Euphonia lanirostris*, C *Ixothraupis guttata*, D *Ramphocelus dimidiatus*, E *Tangara cayana*, F *Tangara cyanicollis*, G *Tangara gyrola*, H *Thraupis palmarum*, I *Turdus flavipes*.

## 7. Discusión de Resultados

### 7.1 Diversidad de aves

Se registraron 51 especies de aves durante el estudio, lo que equivale al 2,64% del total de especies de aves reportadas para Colombia en el 2018 según Ayerbe (2018). Estudios con enfoques asociados a la dispersión de semillas por aves, reportan valores similares de riqueza. En un remanente de Bosque seco en Córdoba, se registraron 53 especies de aves, aunque con un esfuerzo de muestreo casi seis veces mayor al del presente trabajo (486 hora/red). Este estudio también difiere del número de individuos capturados: 225 individuos frente a los 167 capturados en Córdoba durante 30 días, en donde tampoco se alcanzó la asíntota, además de que se hizo uso de quince redes de niebla (Moreno, 2010). En Bochalema el estudio se llevó a cabo durante 28 días y tampoco se logró la asíntota en la curva de acumulación de especies.

Aunque se asumiría que las capturas de aves serían mayores en zonas más conservadas o menos perturbadas, en el punto Esperanza se registraron 1,68 más especies de aves en relación con el sitio Victoria. El punto Esperanza presenta un tipo de vegetación achaparrada y en estado secundario intervenido, además de áreas cultivables activas y es el punto más próximo al área urbana y mantiene contacto con el Sendero Ecológico y Turístico del municipio.

Hay estudios que sugieren que las aves son dispersoras efectivas en composiciones de zonas abiertas con fines agrícolas o de pastizales con presencia de islas de árboles (Zawabi y Augspurger, 2006). El punto Esperanza tiene áreas cultivables donde hay presencia de árboles de mandarina y aguacate, así como, pequeñas plantas de yuca. Estas plantas cultivables podrían estar cumpliendo la función de ser estación para la búsqueda de alimento y a su vez, ser conexión con los parches de bosque alrededor de difícil acceso. Asimismo, las plantas observadas en este

parche de bosque, no alcanzan alturas superiores a seis metros, así que las aves capturadas podrían suponer ser las que están utilizando estratos herbáceos, de sotobosque y dosel para forrajeo.

En este sentido, si se llegara a suspender las actividades agrícolas y la perturbación del paisaje, podría conseguirse una regeneración natural (Estrada y Sánchez, 2012). Es decir, se permite el restablecimiento de especies de plantas pioneras, que por lo general son arbustos y, al lograr un desarrollo exitoso, se van formando áreas de vegetación, lo que llega a considerarse como corredores biológicos interurbanos (Alvarado-García y Pérez-Gómez, 2017).

El punto Victoria presenta árboles con alturas mayores (entre los ocho y los 12 metros) respecto al punto Esperanza, además que la vegetación arbustiva y herbácea está representada en menor porcentaje. Eso implica que la captura de aves en punto Victoria haya sido menor con respecto a los otros punto de muestreo, además de que las capturas que se presentaron están relacionadas a las aves que utilizan el sotobosque o parte herbácea y arbustiva para forrajear, puesto que las redes de niebla solo alcanzan 2,50 metros de altura (Villarreal et al., 2004) y en cierta medida se estaría despreciando a las especies que utilizan solo el dosel para las actividades de alimentación.

De igual manera, en el punto Arrinconada, caracterizado por albergar Bosque Primario intervenido, se presentaron mayor número de capturas. Allí, los árboles alcanzan hasta los 16 metros de altura y hay menos vegetación arbustiva, pero al igual que los otros dos puntos (Victoria y Esperanza), presenta áreas que están destinadas principalmente a la agricultura y hay zonas donde los árboles son más pequeños, que están permitiendo el forrajeo a diferentes estratos del bosque. Adicionalmente, se reportó que el punto Arrinconada tiene mayor conectividad entre los parches de bosque, comparados con los otros dos puntos de muestreo, en donde los parches

de bosque están más distantes entre sí. Esto nos indica que la fragmentación además de la modificación del paisaje, implica la división del hábitat en parches más pequeños y más lejanos (Fahrig, 2003) impidiendo una conexión continua de la vegetación y por ende, la de fauna implicada, lo que conlleva a una disminución de la diversidad (Fischer y Lindenmayer, 2007), así como una reducción de los servicios y funciones ecosistémicas (Millenium ecosystem assesment, 2005). Por tal razón, la fragmentación y la perturbación de los ecosistemas pueden generar un efecto negativo en las poblaciones de aves debido al aislamiento y cambio en las probabilidades de reproducción y búsqueda de alimento (Terborgh, 2001).

Se registraron dos especies de aves migratorias boreales, *Catharus ustulatus* y *Piranga rubra*. La primera, se capturó en los tres puntos de muestreo que representan bosques secundarios con áreas abiertas y plantaciones de café, yuca y cítricos. En Colombia, *Catharus ustulatus* se reporta en bosques secos con vegetación secundaria, matorrales, zonas abiertas, plantaciones de café y áreas urbanas (Naranjo et al., 2012) y no se registra como residente temporal en Norte de Santander. Para el caso de *Piranga rubra*, presentó captura solo en el punto Arrinconada, que según la descripción de distribución en Colombia, coincide con encontrarse en zonas abiertas, de bosque y áreas cultivables (Naranjo et al., 2012).

El género de aves más representativo durante el estudio fue *Tangara* con cuatro especies equivalentes al 35,1% de los individuos capturados. El género *Tangara* es uno de los grupos de aves con mayor número de especies en las zonas de las regiones montañosas y de los Andes (Naoki, 2003). Su dieta incluye gran número de alimentos, pero tienen preferencia por frutas y artrópodos (Hilty, 1977). Adicionalmente, *Tangara* puede consumir diversos grupos de invertebrados, capullos de flores, néctar, brotes de plantas y hojas, pero las frutas y los artrópodos llegan a significar más del 95% de su dieta (datos no publicados: Snow and Snow,

1971. Citado por Naoki, 2003). Por tal razón, por la variedad de alimentos que consumen las aves del género *Tangara*, se consideran aves omnívoras (Naoki, 2003).

Entre las especies de aves más comunes se reporta *Tangara gyrola*, seguida de *Tangara cyanicollis* y *Tangara cayana*, presentes en los tres puntos de muestreo, tanto en Bosque primario como en bosque secundario con zonas abiertas y de cultivo, información que coincide con los datos reportados en la Guía de las Aves de Colombia (Hilty y Brown, 1986).

## 7.2 Semillas dispersadas por aves

Respecto a las semillas encontradas en las heces de las aves, se reportó que *Ficus* sp., *Acnistus arborescens*, *Ilex* sp., *Miconia prasina*, y *Clidemia* sp., fueron comunes para los tres puntos de muestreo. Las semillas registradas en las heces no siempre presentaron su planta origen en cada punto de muestreo. Para el caso de *Ficus* sp., *Ilex* sp. y *Miconia prasina* fueron las especies de semillas que concuerdan con las plantas reportadas en el punto Victoria. En el punto Esperanza, *Miconia prasina* y *Clidemia* sp., y en el punto Arrinconada, *Ilex* sp. y *Piper* sp.

Con relación a la oferta de frutos, se observó que algunas plantas registradas en los perfiles de vegetación y en el listado de plantas, producen frutos que consumen las aves, aunque no se evidenció fructificación en todas las especies caracterizadas. En el punto Victoria entre las plantas registradas se encontraron especies que producen frutos para aves. Los frutos de *Tapirira guianensis* han sido reportados como alimento para la avifauna (Mahecha et al., 2012), puesto que los frutos son drupas. Esta planta se ha designado como una especie pionera, además que es de rápido crecimiento (Mahecha et al., 2004).

En el caso de las plantas del género *Miconia* los frutos son bayas que son consumidas por aves. *Miconia rubiginosa* es un arbusto que crece en claros de bosque, igualmente que *Miconia pulvinata*, *Miconia minutiflora* y *Miconia prasina* que tienen frutos en baya. Igualmente, *Vismia* sp., *Psammisia* sp., y *Clusia rosea* producen frutos para el consumo de las aves. El contenido nutricional de *Psammisia* sp., se basa principalmente en antioxidantes que están presentes en un alto grado, las vitaminas C y B, el fósforo, el hierro, el calcio y el potasio también hacen parte de su composición (Fernández, 2012).

Del mismo modo, en el punto Esperanza, las plantas registradas que producen frutos disponibles para las aves son *Clidemia* sp., *Miconia prasina*, *Miconia rufula*, *Eugenia biflora* y *Myrsine pellucida* con frutos en drupa o *Coccocypselum* sp., y *Ficus* sp. con frutos carnosos. *Byrsonima* sp., por otra parte, es una especie de planta presente en bosques primarios y secundarios, característico de zonas abiertas, laderas pedregosas y suelos con grado de perturbación, presenta frutos en forma de drupas carnosas que son dispersados por aves y murciélagos así como *Maprounea guianensis* es consumida y dispersadas por aves. En cambio, *Vochysia* sp. presenta frutos capsulados (López y Montero, 2005), así como los frutos de *Alchornea* sp., que no están dispuestos principalmente para ser incluidos en la dieta de las aves, sin embargo, *Alchornea* sp. cuando los frutos están maduros, generan un arilo rojo que es consumido por las aves (Valente, 2001). En el punto Arrinconada los árboles de mayor tamaño como *Terminalia amazonia* tiene efectos positivos en la reforestación y es empleada en procesos de restauración, pero los frutos que produce son frutos secos (Montero y Kanninen, 2005).

Se reportaron muestras fecales con más de un contenido; muestras con restos animales (partes de insectos como antenas, patas, alas membranosas, élitros, mandíbulas) y partes vegetales (semillas, restos de conchas de frutas, hojas), que por lo obtenido, son muestras con origen de

aves generalistas. La frugivoría estricta es una actividad rara en las aves, así que las aves con hábitos frugívoros, además de frutas o semillas, completan su dieta con invertebrados, insectos o partes vegetales (Wheelwright et al., 1984)

Por lo general, los frutos que están dispuestos al consumo de aves, son pequeños y de colores entre amarillo, rojo, azul o morado y hasta negro, además los frutos ofrecen carbohidratos contenidos en la pulpa (Kiyoshi, Alves-Silva y Melo, 2007). De esta manera, en las zonas perturbadas las plantas presentan una tendencia a crear alternativas para la atracción de gran número de dispersores y estas estrategias se ven reflejadas en la producción de un gran número de frutos con muchas semillas, pero con menos nutrientes (Dorp, 1985. Citado por Camargo y Vargas, 2016).

También se encontraron varias especies de semillas en una misma muestra fecal y esto es consecuencia de que las aves interactúan con diferentes especies de plantas (Bascompte et al., 2006 Citado por Angulo, 2011), lo que las denomina como aves generalistas y no las hace dependientes estrictamente de un solo tipo de planta, y a su vez, las convierte en agentes dispersores de importancia en la restauración de las comunidades vegetales ya que facilitan el intercambio de la descendencia a lo largo de bosques y zonas abiertas (Segura, 2018).

Se encontraron especies de plantas de la familia Melastomataceae principalmente, junto con especies de las familias Moraceae y Solanaceae que son importantes dentro de la dieta de las aves y donde estudios mencionan estas familias de plantas como productoras de frutos que hacen parte de la alimentación de las aves sudamericanas (Angulo, 2010). Asimismo, entre los géneros más comunes se encuentran *Ficus*, *Cecropia*, *Clidemia*, *Miconia* y *Solanum* como alimento que toman las aves dentro de su dieta (Angulo, 2010); géneros encontrados en el presente estudio.

Dentro de las familias de plantas encontradas en las semillas de las heces de las aves capturadas, Melastomataceae es la familia con mayor número de especies de los géneros *Miconia* y *Clidemia*. Así mismo, un estudio realizado en un bosque subandino de Santander, que buscó identificar las plantas que estaban siendo dispersadas por aves, encontró que Melastomataceae fue la familia de plantas más representativa principalmente el género *Miconia* (Camargo y Vargas, 2016).

Diversas plantas del género *Miconia* se han reportado como alimento para muchas aves, donde se destaca las aves del género *Tangara* como principal consumidor de sus frutos (Triana y Daza, 2012), asimismo en el presente estudio se reportaron cuatro especies de *Tangara*, *T. cayana*, *T. cyanicollis*, *T. gyrola* y *T. cyanoptera*, que incluyeron en su dieta este tipo de fruto y que por ende, lo están dispersando.

Las plantas del género *Miconia* producen frutos disponibles para aves con tendencia frugívora, pero que no son especialistas (Snow, 1981). La importancia que se le atribuye al género *Miconia* es por ser un grupo de plantas pioneras y características de vegetación secundaria, además sus frutos pequeños mantienen numerosas semillas (Snow, 1965) que al ser dispersadas aumentan la posibilidad de desarrollarse.

En un estudio realizado en Cuba, determinaron las especies de plantas pioneras en la dieta aves y murciélagos y registraron especies del género *Clidemia* como alimento que adquieren las aves (Mancina et al., 2006). *Clidemia* es un género de planta con frutos pequeños con numerosas semillas que crece fácilmente en claros o zonas abiertas y también es común encontrarla en los bordes de bosques (Posada et al., 2016).

Otra especie de semilla que fue reportada en las heces de las aves con frecuencia fue *Ficus* sp., una planta que comúnmente crece y se desarrolla en lugares abiertos (Jazen, 1979) y se estima que el 55% de las aves del orden Passeriformes, las consumen (Shanahan, 2001); además se conoce que las aves que tienen en su dieta esta planta, son aves generalistas (Galetti, Alves-Costa y Cazetta, 2003).

Niles (2015) encontró por observaciones directas que un gran número de aves de la familia Thraupidae se alimentaron de los frutos de *Ficus*, registrando a *Tangara gyrola* como la especie más abundante, seguida de *Thraupis episcopus*, *Thraupis palmarum*, *Tangara cyanicollis* y *Tachyphonus rufus*; adicionalmente, reportó a *Catharus ustulatus* en las visitas y consumo de estos frutos. De la misma forma, en este estudio, se determinó que las especies anteriormente mencionadas, presentan en su dieta el consumo de frutos del género *Ficus*, a excepción de *Thraupis episcopus*.

Corroborando la familia Thraupidae como principal consumidor de *Ficus*, se registraron especies como *Tangara cayana*, *Tangara cyanoptera*, *Ramphocelus dimidiatus*, *Euphonia laniirostris*, *Ixothraupis guttata* y *Saltator striatipectus* que incluyeron en su dieta estos frutos. Las especies del género *Ficus* generan influencia en el ecosistema y es considerado como recurso clave debido al gran número de frutos que produce durante el año y que diversos animales se alimentan de estos (Díaz-Martin et al., 2014). Sus frutos tienen semillas pequeñas y su contenido nutricional está constituido principalmente por carbohidratos (Jordano, 2000).

### 7.2.1 Aves dispersoras

Las aves tienen un papel fundamental en la distribución de las plantas, gracias a que en promedio diseminan un gran número de semillas en áreas abiertas, pastizales o en los bordes de bosque dentro de paisajes fragmentados (Arteaga et al., 2006). En el caso de las aves capturadas que cumplen la función de dispersión no se encontraron especies especialistas, por el contrario, las especies registradas tienen un comportamiento de forrajeo generalista, que de igual manera dan su aporte como dispersoras.

En cuanto al número de especies de aves que aportaron semillas en cada punto, también se encontró variaciones, en donde el punto Arrinconada sigue siendo el de mayor riqueza, seguido de Esperanza y por último el punto Victoria. Esta tendencia se evidencia igualmente por el número de individuos capturados, pero que de la misma forma cada especie de ave que está consumiendo frutos, supone una dispersión de semillas que va a facilitar el proceso de recuperación de los ecosistemas y cada vez que se evidencia la disminución o pérdida de dispersores, se ven afectados directamente los procesos ecológicos y las dinámicas del bosque (Angulo 2011; Cantero, 2017).

Entre las familias de aves reportadas como dispersoras de semillas, Thraupidae fue la que mayor número de individuos aportaron semillas. Thraupidae es una familia de aves la cual presenta gran número de especies con hábitos y dieta frugívora, además de potencial para la propagación de semillas en diferentes ecosistemas (Estrada y Sánchez, 2012) es así como, estudios reportan especies como *Thraupis episcopus*, *Thraupis palmarum*, especies de los géneros *Saltator* y *Ramphocelus* como dispersores de gran número de semillas (Moreno, 2010; Hernández-Ladrón de Guevara et al., 2012; Quesada-Acuña et al., 2018). Corroborando estos estudios, la presente investigación reporta que estas especies consumen y dispersan semillas.

Thraupidae es considerada una de las familias de aves con un valor significativo en la dispersión de semillas y debido a su variedad en la dieta por incluir además alimentos de origen animal, por lo que muchas de sus especies son caracterizadas como frugívoras no especialistas o llamadas aves generalistas (Camargo y Vargas, 2006). Entre los géneros que obtuvieron un índice dispersión alto, *Tangara* fue el género de aves que más semillas aportó. En otras investigaciones, se reporta que aves del género *Tangara* consume frutos de *Cecropia* sp., y *Miconia* sp. (Naoki, 2003). En el presente estudio se encontró que las tangaras consumieron frutos, principalmente, de *Miconia prasina* y *Ficus* sp., aunque también se registró el consumo de frutos de *Piper* sp, *Clidemia*, *Acnistus arborescens*, *Solanum* sp., *Ilex* sp., y semillas del género *Miconia*, convirtiendo a este grupo de aves como dispersores de varios grupos de especies de plantas.

*Tangara gyrola* fue la especie de ave con mayor número de capturas y que consumió principalmente frutos de *Ficus*, resultado que coincide con un estudio realizado en Ecuador, en el que se analizó la dinámica de la frugivoría en plantas del género *Ficus* (Niles, 2015). En dicho estudio, se encontró que *Tangara gyrola* es la especie más frecuente y que mayor número de frutos consumió (Niles, 2015). Para el caso del presente estudio, fue *Tangara cyanicollis*, el ave que mayor número de especies de semillas consumió, seguida de *Tangara cayana* y *Tangara gyrola*.

A pesar de que las especies del género *Turdus* son reportadas como aves de gran aporte en la dispersión de semillas (Amico y Aizen, 2005; Hernández-Ladrón de Guevara et al., 2012), solo dos especies se registraron en el estudio, *T. nudigenis* y *T. flavipes* y comparadas con otro grupo de aves en este estudio, obtuvieron un menor valor en el porcentaje de ocurrencia y dispersión de semillas. Para el caso de *Catharus ustulatus*, una especie de la misma familia del género *Turdus*

(Turdidae) y que es migratoria en Colombia entre los meses de septiembre a abril, también se observó un valor bajo en su importancia como dispersor y que según Hilty y Brown (1986) durante su estadía en Colombia, se comporta como una especie de hábito frugívoro.

*Catharus ustulatus* y *Piranga rubra* son especies migratorias boreales (Ayerbe, 2018) que aportaron semillas en sus heces fecales, así como partes de insectos y restos vegetales. En lo que respecta a *Catharus ustulatus*, en un estudio realizado con el fin de determinar la dieta de aves migratorias, se encontró que esta especie de ave abarcaba una dieta muy variada, en donde incluía principalmente insectos como coleópteros, lepidópteros y larvas de dípteros, además de una pequeña proporción de partes vegetales (Hurtado-Giraldo et al., 2016), pero no caracterizaron la parte vegetal más allá de semillas. En este estudio se determinó el consumo de semillas del género *Ficus* y *Clidemia* para *Catharus ustulatus*, así como, *Ficus* y *Acnistus* para *Piranga rubra*.

Cabe mencionar el registro de especies de aves con hábito de captura de insectos, como es la familia Tyrannidae (Stiles y Skutch, 2007) o los llamados atrapamoscas. Especies como *Mionectes olivaceus*, *Myiarchus tuberculifer* y *Elaenia frantzii* dieron un aporte de semillas, indicando el consumo de frutos en su dieta. Se documenta que esta familia de aves opta por consumir frutos en algunas temporadas del año (Poulin et al., 1994; Quesada-Acuña et al., 2018). Es el caso de las aves del género *Myiarchus* que son reportadas como mayores dispersores de *Bursera longipes* en un Bosque seco en México (Almazán-Núñez et al., 2016).

En este sentido se conoce que *Mionectes olivaceus* consume pequeños frutos y se ha considerado frugívoro (Hilty y Brown, 1986), asimismo *Myiarchus tuberculifer* y *Elaenia frantzii*, además del consumo de insectos, se reporta que también toman como alimento frutos en vuelo y que habitan principalmente en vegetación secundaria, matorrales y zonas arboladas,

cerca de cafetales (Ayerbe, 2018). Por el comportamiento de tiránidos a percharse en zonas abiertas, se podría considerar un aporte de estas especies en la dispersión de semillas.

### 7.3 Viabilidad de semillas dispersadas por aves

El tejido con coloración roja, indica un tejido vivo, cuando es de color rosado, puede indicar parcialidad de daño o semilla inmadura viable, por el contrario, un tono blanco, indica que la semilla está muerta o no es viable (Ríos-García et al., 2018). Algunos autores indican que la coloración que determina la viabilidad del tejido de las semillas es rosado (Gaspar-Oliveira, Martins y Nakagawa, 2009); sin embargo, se tiene en cuenta la intensidad de la coloración (Ruíz, 2009) y como característica principal para designar a la semilla como viable o no, la tinción de la radícula (Mancipe-Murillo, Calderón-Hernández y Pérez, 2018). De esta manera, estudios revelan que las semillas sometidas a la prueba de Tetrazolio son viables si son rojas o rosadas y funciona para semillas en estado latente (Flemion y Poole, 1948). Adicionalmente, existe la probabilidad de que embriones alcancen solo una coloración rosada cuando presentan una tasa metabólica lenta generando un resultado equivocado (Vivrette y Meyr, 2002).

Como se mencionó anteriormente, las plantas del género *Ficus* son plantas que la mayoría de animales frugívoros, utilizan como alimento (Domínguez-Domínguez, Morales-Mávil y Alba-Landaet, 2006). Un estudio mostró que las semillas ingeridas por tucanes que consumieron frutos de *Ficus insipida* no generaron efecto ni positivo ni negativo, ya que en una prueba de germinación no presentaron una diferencia significativa comparada con las semillas extraídas directamente de la planta (Domínguez-Domínguez et al., 2006). En el presente estudio se evidenció el consumo de esta especie de planta con el mayor porcentaje de viabilidad y se

destaca la preferencia de este fruto por especies de aves de la familia Thraupidae, en especial las del género *Tangara* y donde se presentan valores superiores al 50% para una viabilidad positiva para las semillas.

Especies de aves como *Ramphocelus dimidiatus*, *Elaenia flavogaster*, *Thraupis palmarum*, *Saltator maximus* y *Turdus* sp. consumieron varias especies de semillas, en las que se destaca morfoespecies de la familia Melastomataceae, por presentar mayor número de dispersores y por obtener mayores porcentajes en las pruebas de germinación, estipulando como dispersores eficientes a las especies de aves anteriormente mencionadas (Moreno, 2010). Por otro lado, *Thraupis episcopus* se reportó como excelente dispersor junto con *Ramphocelus dimidiatus* de varias morfoespecies de semillas (Peraza, Hernández y Bastos, 2007).

*Miconia prasina* es una especie de la familia Melastomataceae, que entre las especies de semillas a la cuales se les aplicó la prueba de viabilidad, es la que presenta menor número de dispersores. En contraste, *Ficus* sp., es la especie con mayor número de especies de aves que se están alimentando de sus frutos. Se menciona al género de ave *Elaenia* como dispersor efectivo para la familia Melastomataceae, no obstante, difiere del resultado del presente trabajo, puesto que el ave del género *Elaenia*, aportó el porcentaje más alto en semillas de *Miconia prasina* que no obtuvieron una coloración y corroborando a *Ramphocelus dimidiatus* y a *Thraupis palmarum* como especies que favorecen la viabilidad de semillas de *Miconia*. Así, en un estudio realizado con semillas del género *Miconia*, se concluyó que las aves no generan alguna afectación a las semillas y por ende, ningún efecto en la germinación de las mismas (Artavia, 2006), lo que deduce que las aves ayudan en la dispersión y la movilización espacial de las semillas y además, por no generar un efecto negativo en ellas, tienen posibilidad de germinación y desarrollo así como lo mostraron los resultados obtenidos en este estudio.

La viabilidad positiva de una semilla indica la capacidad de generar y desarrollar plántulas (Pérez y Pita, 2016) así como, la capacidad de las especies vegetales de desarrollarse en otros hábitats (Pywell et al., 2003) lo que influye en el éxito reproductivo de la flora (Borza, Westerman y Liebman, 2007; Mancipe-Murillo et al., 2018). Cabe mencionar que la viabilidad de las semillas no solo depende del tratamiento que dan las aves con los jugos gástricos cuando son consumidas, si no que las semillas ingeridas pueden presentar la infertilidad desde la planta de origen o planta madre (Moreno, 2010). Por otro lado, también se pueden presentar limitaciones por factores que abarcan desde el estado fértil del suelo hasta la depredación de plántulas, afectando el desarrollo y establecimiento de las semillas (Pizano y García, 2014); de la misma manera, las semillas ingeridas, no siempre van a presentar una afectación positiva, puesto que, las semillas consumidas podrían tener un daño o simplemente no generar algún efecto (Domínguez-Domínguez et al., 2006).

En este sentido, la prueba de tetrazolio es usada con eficiencia para comprobar la viabilidad de semillas (Sawma y Mohler, 2002), aunque las pruebas de cortes o flotación también se han tenido en cuenta, pero con menor confiabilidad (Baskin y Baskin, 2014). Se recomienda usar una solución al 1,0% de Cloruro de tetrazolio (Grabe, 1970); no obstante, cada especie de semilla es diferente y funciona a diferentes condiciones de evaluación para la obtención precisa de los resultados de viabilidad mediante el uso de Tetrazolio (Da Silva, Barbosa y Vieira, 2012). Por tal razón, es importante tener en cuenta la inspección física de las semillas antes de la realización de la prueba con el colorante.

Los resultados obtenidos con la prueba de coloración por medio de Cloruro de tetrazolio, indicaron que las semillas de *Ficus* sp., presentan diferencias significativas con relación a las otras dos especies de semillas dispuestas a las mismas condiciones. *Ficus* sp., evidenció mayor

número de especies de aves que consumieron sus frutos, indicando mayor probabilidad de viabilidad en las semillas. Se puede mencionar que las semillas de *Ficus* sp., orientadas a la prueba de coloración, se presentaron con un embrión y un endospermo normal, a lo que refiere una coloración blanca y saludable (Baskin y Baskin, 2014) antes de la realización de la prueba.

Adicionalmente, en el caso de *Miconia prasina*, casi la totalidad de las semillas en la etapa de disposición en el agua para facilitar el corte, quedaron flotando en la superficie, lo que indicaría según una prueba de flotación, que las semillas no son viables (Baskin y Baskin, 2014), aunque al realizar los cortes longitudinales pasadas las 24 horas en agua, algunas de las semillas que estaban en la superficie presentaron un embrión saludable. Esto podría estar relacionado con lo mencionado anteriormente con la calidad de semillas que producen las plantas, debido a que no siempre las semillas van a estar fértiles o maduras en los frutos (Moreno, 2010).

Las semillas de *Acnistus arborescens*, no presentaron un porcentaje alto en la viabilidad total, en cambio, el porcentaje más alto se alcanzó para las semillas categorizadas como media, inmadura o parcialmente dañada. Inicialmente se clasifican como inmaduras, con criterio de una coloración rosada uniforme o casi uniforme del embrión, dando apoyo a la idea de presentar un índice de metabolismo lento (Vivrette y Meyr, 2002) o en defecto semillas inmaduras, puesto que el aspecto físico de las semillas fue sano y saludable (Baskin y Baskin, 2014). Por otro lado, se considera que los efectos sobre las semillas consumidas por frugívoros son más probables con animales que presenten procesos digestivos largos (Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia, 1993. Citado por Artavia, 2006).

## 8. Conclusiones

Las aves de la familia Thraupidae son el grupo taxonómico que tiene mayor incidencia como especies dispersoras de semillas; aunque tienen hábitos generalistas, estos organismos están cumpliendo la función de dispersión en la dinámica ecosistémica dentro de un fragmento de bosque seco premontano.

Las aves presentan mayor riqueza en parches de bosque menos intervenidos con conectividad más próxima que en parches de bosque que están más perturbados y en donde los remanentes están más dispersos entre sí.

Los frutos de *Acnistus arborescens*, *Ficus* sp. y varias especies del género *Miconia*, son recurso alimenticio principalmente para las aves y son plantas que están siendo dispersadas por estas en un fragmento de bosque seco premontano.

Las aves cumplen el papel de dispersoras de semillas por indicar una viabilidad positiva en semillas de *Acnistus arborescens*, *Ficus* sp., y *Miconia prasina*.

## 9. Recomendaciones

Como recomendación para trabajos futuros, sería conveniente realizar seguimiento por un tiempo mayor. De esta manera, se podrían registrar los patrones que se dan durante el año y saber qué aves son agentes dispersores en alguna temporada específica o si son constantes para las mismas plantas o si cambia la oferta de alimento.

Sería oportuno realizar un trabajo para la estandarización de la prueba de viabilidad mediante el uso de Tetrazolio para diferentes especies de semillas que pueden ser recurso alimenticio para las aves.

Otra recomendación sería realizar monitoreo de aves por medio de anillamiento con el fin de determinar de manera precisa la movilización de las aves entre fragmentos de bosques.

## 10. Referencias Bibliográficas

Abraham de Noir, F.; Bravo, S.; Abdala, R. (2002). Mecanismos de dispersión de algunas especies de leñosas nativas del Chaco Occidental y Serrano. *Quebracho - Revista de Ciencias Forestales*. 9: 140 – 150 pp.

Almazán-Núñez RC, Eguiarte LE, Arizmendi MdC, Corcuera P. (2016). Los mosqueteros *Myiarchus* son los principales dispersores de semillas de *Bursera longipes* en un bosque seco mexicano. *PeerJ* 4: e2126 <https://doi.org/10.7717/peerj.2126>

Álvarez, SJ y D.R Gutiérrez. (2012). Conservation Planning for Tropical Dry Ecosystems of Cucuta, Colombia. Fundación Caipora. Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía, Universidad de Pamplona. 25p.

Amico GC y MA Aizen. (2005). Dispersión de semillas por aves en un bosque templado de Sudamérica austral: ¿Quién dispersa a quién? *Ecología Austral (Argentina)* 15: 89-100 pp.

Andrade-C., M. G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ambiente-política. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 35 (137):491-507p. ISSN 0370-3908

Angulo, A. (2011). “Dispersión de semillas” por aves frugívoras: una revisión de estudios de la región neotropical. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C. 95 p.

Armesto, L.; Torrado R. y Esteban J. (2013). Registro de cinco especies de aves poco conocidas para Norte de Santander, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 18(1), 199-204.

Artavia, M. (2006). Ecología de *Miconia calvescens* en Costa Rica: Una planta invasora estudiada en su habitat nativo. (Tesis maestría). Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica.

Arteaga L. L., Aguirre L.F., Moya M.I. (2006). Seed rain produced by bats and birds in forest islands. *Biotropica*. 38(6):718–724.

Ayerbe F. (2018). Guía ilustrada de la avifauna colombiana. Sociedad para la Conservación de la Vida Silvestre.

Avendaño, J. E. (2012) La avifauna de las tierras bajas del Catatumbo, Colombia: inventario preliminar y ampliaciones de rango. *Boletín SAO*. 21(2) 27-40 p.

Baltazar, H. S. (2014). La importancia de la dispersión de semillas en la recuperación del bosque mesófilo de montaña del centro de Veracruz, México. (Tesis de maestría). Xalapa, Veracruz, INECOL. A.C.

Barrantes, G. y Pereira, A. (2002). Seed dissemination by frugivorous birds from forest fragments to adjacent pastures on the western slope of Volcán Barva, Costa Rica. *Revista de biología tropical*. 50(2): 569-75.

Baskin, C.C. y Baskin, J.M. (2014). Germination Ecology of Seeds in the Persistent Seed Bank. En Baskin, C.C. y Baskin, J.M. (Segunda Edición). *Seeds, Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Lexington, Kentucky, USA. Elsevier Inc. (pp. 187 - 276). DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-416677-6.00007-X>

BirdLife International. (2018). *Spinus cucullatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22720374A132138099. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20182.RLTS.T22720374A132138099.en>.

Borza JK, Westerman PR, Liebman M. (2007). Comparing Estimates of Seed Viability in Three Foxtail (*Setaria*) Species Using the Imbibed Seed Crush Test with and Without Additional Tetrazolium Testing. *Weed. Technol.* 21(2):518-522. Doi: 10.1614/WT-06-110.

Cáceres-Martínez, C.H.; Villamizar, M.P. y Arias-Alzate, A. (2017) Diagnóstico sobre el tráfico de fauna silvestre en el departamento de Norte de Santander, Colombia. *Revista Biodiversa Neotropical.* 7(3). DOI: <http://dx.doi.org/10.18636/bioneotropical.v7i3.652>

Cain M.L., Milligan, B.G. y Strand A. (2000). Long distance seed dispersal in plant populations. *American Journal of Botany.* 87(9) 1217 - 1227 pp. Disponible en: <https://iths.pure.elsevier.com/en/publications/long-distance-seed-dispersal-in-plant-populations>

Camargo, C. y Vargas, S. (2006). La relación dispersor-planta de aves frugívoras en zonas sucesionales tempranas como parte de la restauración natural del bosque subandino (Reserva Biológica Cachalú, Santander, Colombia). *Memorias del I Simposio Internacional de Robles y Ecosistemas Asociados.* Bogotá: Fundación Natura-Pontificia Universidad Javeriana.

Cantero Guerrero M. (2017). Lluvia de semillas en un bosque alto andino universidad ICESI Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Ciencias Biológicas. *Biología Santiago de Cali.* Disponible en: [https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/83010/1/TG01792.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/83010/1/TG01792.pdf)

Chain-Guadarrama, A. (2011). Efectos del cambio climático en la distribución de zonas de vida en Centroamérica. *Recursos Naturales y Ambiente.* 59-60: 32-40 p.

Chao, A.; Gotelli, T. C.; Hsieh, L.; Sander, K.; Colwell y Ellison, A. (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 84(1). 45 – 67 pp.

Da Silva CB, Barbosa RM, Vieira RD. (2012). Evaluating Sunn Hemp (*Crotalaria juncea*) Seed Viability Using the Tetrazolium Test. *Seed Technol.* 34(2):263-272. doi: 10.13140/RG.2.1.2422.8883.

Domínguez-Domínguez, L.E. Morales-Mávil, J,E y Alba-Landa, J. (2006). Germinación de semillas de *Ficus insipida* (Moraceae) defecadas por tucanes (*Ramphastos sulfuratus*) y monos araña (*Ateles geoffroyi*) *Revista Biológica Tropical.* 54 (2): 387-394 pp.

Elizalde V., García JR., Peña-Valdivia C., Ybarra MC., Leyva O. y Trejo C. (2017). Viabilidad y germinación de semillas de *Hechtia perotensis* (Bromeliaceae). *Revista de Biología Tropical.* 65(1). 153 – 165 pp.

Escobedo, SJ. (2012). Mecanismos de dispersión de semillas en las Bromelias. Herbario CICY. Yucatán, México. 4. 22 - 23 pp.

Etter A., Andrade A., Saavedra K., Amaya P. y P. Arévalo (2017). Estado de los Ecosistemas Colombianos: una aplicación de la metodología de la Lista Roja de Ecosistemas (Vers2.0). Informe Final. Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional Colombia. Bogotá. 138 pp.

Fahrig L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics.* 34. 487-515 pp.

Fajardo L., Gonzalez V., Nassar J. M., Lacabana P., Portillo C.A., Carrasquel F. y Rodríguez J. P. (2005). Tropical Dry Forests of Venezuela: Characterization and Current Conservation Status. *Biotropica*. 37(4): 531–546 2005 10.1111/j.1744-7429.2005.00071.x

Falcón, A., J. P García-Lahera y N. V. Hernández. (2016). Nuevas localidades para *Maxonia apiifolia* (Dryopteridaceae) en Sancti Spíritus, Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas* 5 (1): 23-31.

Fernández, S. (2012). Caracterización morfológica de *Cavendishia bracteata* y *Macleania rupestris* (Ericaceae) en la sabana de Bogotá (Tesis de pregrado) Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C. Disponible en:  
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/11879/FernandezOlayaSorannyAlexandra2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Flores TD. (2017). “Ensayos de germinación y pruebas de viabilidad de semillas de cactus (*Opuntia echios* var. *echios*) de la isla Plaza Sur” Universidad Central del Ecuador. Sede Galápagos. Puerto Ayora. 78 pp.

Figueroa JA y Castro SA (2002) .Effects of bird ingestion on seed germination of four woody species of the temperate rainforest of Chiloé Island, Chile. *Plant Ecology* 160: 17-23 p.

Fischer J.y Lindenmayer. (2007). Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis.*Global Ecology and Biogeography*. 16: 265 – 280 pp.

Flemion, F. y Poole, H. (1948). Seed viability tests with 2, 3,5-triphenyl tetrazolium chloride. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 15, 243258.

Franca-Neto J, Krzyznowski F.C. y Costa N.P. (1998) El test de tetrazolio en semillas de soja. Embrapa. Londrina, Brasil. 72p.

Frankie, G. W., Baker, H. G. y Opler, P. A. (1974). Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 62:881-991 pp.

Galetti, M., Alves-Costa, C.P. y Cazetta, E. (2003). Effects of forest fragmentation, anthropogenic edges and fruit colour on the consumption of ornithocoric fruits. *Biological Conservation* 111, 269-273.

Galindo-González J., Guevara S. y Sosa V. J. (2000). Bat and Bird Generated Seed Rains at isolated tree in pastures in a Tropical rain Forest. *Conservation Biology*. 14(6): 1693-1703 pp.

Gallardo, A.; Sequeda, J. y Peña, L. (2013). Aves de Pamplona – Norte de Santander, Colombia. *Fieldguides*. 6 p.

Gaspar-Oliveira C, Martins C. y Nakagawa J. (2009). Método de preparo das sementes de mamoneira (*Ricinus communis* L.) para o teste de tetrazólio. *Rev. Bras. Sementes*. 31(1):160-167.

Gentry, A. (1995). Diversity and floristic composition of neotropical dry forest. S.H. Bullock, H.A. Mooney y E. Medina, editores. *Seasonally Dry Tropical Forest*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 146-194 pp.

González-Oliva, L., J. Ferro Díaz, D. Rodríguez-Cala y R. Berazaín. (2017). Métodos de inventario de plantas. Pp. 60-85. En: *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas* (C. A. Mancina y D. D. Cruz, Eds.). Editorial AMA, La Habana, 502 pp.

Grabe, D.F., (Ed.), (1970). Tetrazolium testing handbook for agricultural seeds. Contribution No. 29 to the Handbook on Seed Testing. Assoc. Offic. Seed Anal.

Gutiérrez, H.J. (2002). Aproximación a un modelo para la evaluación de la vulnerabilidad de las coberturas vegetales de Colombia ante un posible cambio climático utilizando Sistemas de Información Geográfica SIG con énfasis en la vulnerabilidad de las coberturas nival y de páramo de Colombia. En Carlos Castaño Uribe. Páramos y Ecosistemas Alto Andinos de Colombia en Condición HotSpot y Global Climatic Tensor. Bogotá: Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales; IDEAM.

Halfpter G. y Rös M. (2013). A strategy for measuring biodiversity. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 29(2): 400-411 pp.

Hernández-Ladrón de Guevara I., Rojas-Soto OR., López-Barrera F., Puebla-Olivares F. y Díaz-Castelazo C. (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 pp.

Herrera J.M. y García, D. (2009). The role of remnant trees in seed dispersal through the matrix: Being alone is not always so sad. *Biological Conservation* 142. 149 – 158 pp.

Hilty, S. L. (1977). Food supply in a tropical frugivorous bird community. (Tesis de doctorado). University of Arizona, Tucson, Arizona.

Hilty, S. L. y Brown, W. L. (1986). Guía de las aves de Colombia. Princeton University Press. 836 pp.

- Holdridge, L.R., W.C. Grenke, W.H. Hatheway, T. Liang y J.A. Tosi. 1971. Forest environments in tropical life zones, a pilot study. Pergamon Press, Oxford. P. 747.
- Holl, K.; Loik, M.; E. Lins, y Samuel S. (2000). Tropical montane forest restoration in Costa Rica: Overcoming barrier to dispersal and establishment. *Restoration Ecology* 8 (4): 339-349
- Hurtado-Giraldo, A.; Cruz-Bernate, L. y Molina, E. (2016). Dieta de aves migratorias en un sistema agroecológico del valle del Cauca, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*. 20(2): 151-163.
- International Seed Testing Association. (2010). International Seed Testing Association, 29<sup>th</sup> Congress Cologne. Uniformity in Seed Testing. 46 p.
- Janzen, D.H. (1979). How to be a fig. *Annual Review of Ecology and Systematics* 10, 13-51.
- Jordano P. (2000). Fruits and frugivory en: Fenner M, (eds). *Seeds the ecology on regeneration in plant regeneration in plant communities*. 2 Edition. CABI Publications. Wallingford UK. 125-166.
- Jordano. P., García C., Godoy J.A. y García-Castaño J.L. (2007). Differential contribution of frugivores to complex seed dispersal patterns. *PNAS*: 104(9) 3278 – 3282 p. doi: 10.1073/pnas.0606793104.
- Justiniano, M.J. y T. S. Fredericksen. (2000). Phenology of tree species in Bolivian dry forests. *Biotropica* 32: 276 – 281 pp.
- Kattan, G., (2002). Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. In: Guariguata, M.; Kattan, G. (eds). *México. Ecología y conservación de bosques neotropicales*. LUR. 561-590.

Kiyoshi, M.; Alves-Silva, E. y Melo, C. (2007). Oferta Qualitativa e Quantitativa de Frutos em Espécies Ornitóricas do Gênero *Miconia* (Melastomataceae). *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre. 5(1): 672-674

Laborde, J., S. Guevara, and G. Sánchez-Ríos. 2008. Tree and shrub seed dispersal in pastures: The importance of rainforest trees outside forest fragments. *Ecoscience* 15:6–16.

Levine, J.M. y Murrell, D.J. (2003). The Community-Level Consequences of Seed Dispersal Patterns. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 34. 549-574

Lizcano D. J., Bittner J., Álvarez S. J., Galindo-Tarazona R., Berbesi F., Torres A., Hoffman W. Sánchez, L. R., Gallardo A. O., Pacheco R. D., Sarmiento J., Álvarez S., Rivera, Leal, C. A. y Hernández, C. E. (2010). Día de la Biodiversidad en Norte de Santander. Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía (GIEB), Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia, 26 p.

Lopes. L.; Mendes, F. A. y Marini, M. (2005). Diet of some Atlantic Forest birds. *Ararajuba*. 13(1):95-103 pp. Disponible en:  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.582.1504yrep=replytype=pdf>

López R. y Montero M. (2005). Manual de identificación de especies forestales en bosques naturales con manejo certificable por comunidades. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI y la Fundación Chemonics. Bogotá, D.C., Colombia. Disponible en:  
[https://www.sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/Manual\\_identificacion.pdf](https://www.sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/Manual_identificacion.pdf)

Lou Vega, S. (2007). Dinámica de dispersión de murciélagos frugívoros en el paisaje fragmentado del Biotopo de Chocón Machacas, Livingston Izabal. *Carolina Academia Coactemalensis Inter Caeteras Orbis Conspicua*. Guatemala. 56 p.

Mahecha, G.; Rozo, A.; Ovalle, A.; Camelo, D. y Barrero, D. (2012). Vegetación del territorio CAR. 450 especies de sus llanuras y montañas. Bogotá: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Disponible en: <http://sie.car.gov.co/handle/20.500.11786/34055>

Mancina, C.; Garcia, Lainet; Hernández, Fidel; Muñoz, B. y Sánchez, B. y Capote, R. (2006). Las plantas pioneras en la dieta de aves y murciélagos de la Reserva de la Biosfera "Sierra del Rosario", Cuba. *Acta Botánica Cubana* (193):14-20

Martinez, Omar y Rechberger, Josef. (2007). Características de la avifauna en un gradiente altitudinal de un bosque nublado andino en La Paz, Bolivia. *Revista peruana de biología*, ISSN 1727-9933. 14(2): 225-236.

Miles, L.A., Newton C., DeFries R., Ravilious C., May I., Blyth S., Kapos V. y Gordon J. (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*. 33: 491–505 p. DOI: 10.1111 /j.1365-2699.2005.01424.x

Millennium Ecosystem assessment.2005. Ecosystems and human well-being: Synthesis, Island press.

Montero M. y Kanninen M. (2005). Terminalia amazonia; ecología y silvicultura. Centro Agropecuario Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. Informe Técnico no. 339. 32 p.

Moreno, V.J. (2010). Aves dispersoras de semillas en un remanente de Bosque Seco Tropical en la finca Betanci – Gucamayás (Córdoba). Pontificia Universidad Javeriana. Trabajo de grado. Bogotá D.C. 36 pp.

Murphy, P.G. y A.E. Lugo, (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annals Review of Ecology and Systematics* 17: 67-68 pp.

Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A.B. y J. Kent. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853–858.

Naoki, Kazuya. (2003). Evolution of ecological diversity in the neotropical tanagers of the genus *Tangara* (Aves: Thraupidae (2003). LSU Doctoral Dissertations. 2021. Disponible en: [https://digitalcommons.lsu.edu/gradschool\\_dissertations/2021](https://digitalcommons.lsu.edu/gradschool_dissertations/2021)

Naranjo, L. G., J. D. Amaya, D. Eusse-González y Y. Cifuentes- Sarmiento (Editores). 2012. Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Aves. Vol. 1. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF Colombia. Bogotá, D.C. Colombia. 708 p

Niles, Hilary. (2015). *Ficus* sp. y la frugivoría: Una investigación sobre un recurso importante para las aves en el bosque nublado occidental del Ecuador. Independent Study Project (ISP) Collection. 2132. Disponible en: [https://digitalcollections.sit.edu/isp\\_collection/2132](https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/2132)

Nunes, Y., G.R. da Luz y L.L. Braga. (2012). Phenology of tree species populations in tropical dry forest of Southeastern Brazil. Páginas 125 – 142 en X. Zhang, editor. *Phenology and Climate Change*. Intech, Croatia.

Núñez Guale, MA. (2008). Evaluación de comunidades de aves en bosques secundarios restaurados en potreros abandonados ubicados en la cuenca del Río Zapotal, Hojanca, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, CR.

Peraza C, Hernández J y Bastos S. (2007). Poster: capacidad de germinación de las semillas consumidas por el azulejo común (*Thraupis episcopus*) en la zona cafetera del Quindío.

Memorias del segundo congreso de ornitología. Disponible en:

<http://media.utp.edu.co/ciebreg/archivos/publicaciones-divulgativas/anexo-2-copia-articulo-germinacion-de-semillas.pdf>

Pérez, F. y Pita, J. (2016). Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas.

Universidad Politécnica de Madrid. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Paseo de la Infancia Isabel. LS.B.A.:84-491-0503-X. Disponible en: <https://www.coiaclc.es/wp-content/uploads/2016/05/Viabilidad.pdf>

Pizano, C y H. García (Editores). 2014. El Bosque Seco Tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia.

Portillo-Quintero C. A., y Sánchez-Azofeifa G. A. (2010). Extent and conservation of tropical dry forests in Americas. *Biological Conservation*. 143: 144-155 p. DOI: 10.1016/j.biocon.2009.09.020

Posada-H. J.; Sierra-Giraldo, J.; Sanin, D. y Coca L. (2016). Catálogo comentado de las especies de Melastomataceae de un bosque húmedo a orillas del río Cauca (Chinchiná, Caldas, Colombia). *Boletín científico Centro de museos Museode historian*. 20: (1). ISSN: 0123-3068

Poulin, B., Lefebvre, G., y McNeil, R. (1994). Diets of land birds from northeastern Venezuela. *Condor*, 96, 354-367.

Quesada-Acuña, S.; Porras, M.; Ramírez, O. y Gastezzi-Arias, P. (2018). Dispersión de semillas por aves residentes en bosque ribereño urbano del río Torres, San José, Costa Rica. *UNED Research Journal*. 10(1): 48-56.

Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; DeSante, David F. y Milá, Borja. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany,CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.

Renjifo, L. M., Amaya-Villarreal, A. M., Burbano-Girón, J., y Velásquez-Tibatá, J. (2016). Libro rojo de aves de Colombia, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.

Ríos-García, Carlos Alberto, Orantes-García, Carolina, Moreno-Moreno, Rubén Antonio, y Farrera-Sarmiento, Óscar. (2018). Efecto del almacenamiento sobre la viabilidad y germinación de dos especies arbóreas tropicales. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 5(13), 103-109.  
<https://dx.doi.org/10.19136/era.a5n13.1161>

Rivas Alonso, E. (2015). Lluvia de semillas en un gradiente sucesional con énfasis en dispersión por murciélagos del bosque tropical caducifolio de la reserva de la biosfera Sierra de Huautla en Mancipe-Murillo, C.; Calderón-Hernández, M. y Pérez-Martínez, L. (2018). Evaluación de viabilidad de semillas de 17 especies tropicales altoandinas por la prueba de germinación y la prueba de tetrazolio. *Caldasia*, 40(2), 366-382.  
<https://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v40n2.68251> Morelos, México. Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos.

Rodríguez-Pérez y Traveset. (2005). Effect of seed passage through birds and lizards on emergence rate of mediterranean species: differences between natural and controlled conditions. British Ecological Society. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.0269-8463.2005.00971.x>

Ruiz MA. (2009). El análisis de tetrazolio en el control de calidad de semillas. Caso de estudio: cebadilla chaqueña. Publicación técnica no. 77. EEA INTA Anguil.

Rueda Zozaya, Pilar y Mendoza, German y Martinez, Daniel y , Rosas-Rosas. (2013). Determination of the jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) diet in a tropical forest in San Luis Potosi, Mexico. Journal of Applied Animal Research. 41(4) Doi: 10.1080/09712119.2013.787362.

Salvande M; Figueroa, J. y Armesto JA. (2011). Quantity component of the effectiveness of seed dispersal by birds in the temperate rainforest of Chiloé, Chile. *Bosque* 32: 39-45.

Sánchez-Arellano JG, Parra-Galindo MA, Silvas-Olivas MF. Y Pedroza-Pérez D (2011). Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre la viabilidad en semillas de zámota (*Coursetia glandulosa*, Gray). *Biotecnia* 13. 36 – 40 pp.

Sawma JT. Y Mohler CL. (2002). Evaluating Seed Viability by an Unimbibed Seed Crush Test in Comparison with the Tetrazolium Test 1. *Weed Technol.* 16(4):781-786. doi: 10.1614/0890-037X(2002)016[0781:ESVBAU]2.0.CO;2.

Scherer-Neto P. y Toledo, M. (2012). Bird Community in an Araucaria Forest Fragment in Relation to Changes. *Iheringia, Série Zoologia*. *Iheringia. Série Zoologia*. Porto Alegre. 102 (4). Doi: 10.1590/S0073-47212012000400007

Segura Linares, A. (2017). Dispersión de semillas por aves y murciélagos frugívoros en un gradiente altitudinal en un enclave seco del cañón de Chicamocha (Santander, Colombia). (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle. Bogota. Tomado de:  
<http://repository.lasalle.edu.co/handle/10185/21283>

Shanahan, M., So, S., Compton, S.G., y Corlett, R. (2001). Fig-eating by vertebrate frugivores: a global review. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 76 (4), 529- 572.

Snow, D.W. 1965. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. *Oikos*, 15: 274-281.

Snow, D. W. 1981. Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey. *Biotropica*, Washington, 13(1):1-14. Disponible en:  
[https://www.jstor.org/stable/2387865?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/2387865?seq=1#page_scan_tab_contents)

Stiles G. y Skutch, A. (2007). Guía de aves de Costa Rica. Cuarta edición. INBio. Heredia Costa Rica. 680 p.

Suárez F., Bonilla S., Martínez E., R. Galindo-T. y L.R. Sánchez. (2004). Aporte al Manejo de los Bosques Secos del Área Metropolitana de Cúcuta. Departamento Norte de Santander. Colombia. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales UAESPNN, Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental –CORPONOR- y Universidad de Pamplona.

Terborgh, J.; López, L.; Nuñez, P.; Rao, M.; Shahabuddin, G.; Orihuela, G.; Riveros, G.; Ascanio, M.; Adler, R.; Lambert, T. y Balbas, L. (2001). Ecological Meltdown in Predator-Free Forest Fragments. New York. Science. 294(5548): 1923-1926. DOI: 10.1126 / science.1064397

Traveset, A y Verdú M. (2002). A meta-analysis of the effect of gut treatment of seed germination. Pp. 339-350 in DJ Levey; WR Silva y M Galetti (eds). Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation. CAB International.

Triana, E. y Daza, L. (2012). Registro de actividad frugívora de aves en *Miconia* sp. (Melastomataceae) en el borde de bosque secundario en el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes (Santander-Colombia). Revista Semilleros de Investigación. (3).

Valente, R. (2001). Comportamiento alimentario de aves en *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae) en Rio Claro, São Paulo. Iheringia. Série Zoologia , (91), 61-66.  
<https://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212001000200008>

Vargas, W. (2012). Los bosques secos del Valle del Cauca, Colombia: una aproximación a su flora actual. Biota Colombiana. 13: 102-164 pp.

Vieira, D. y Scariot, A. (2006). Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. Restoration Ecology 14: 11 - 20 pp.

Villareal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

Vivrette, N. y Meyr, A., (2002). Testing native species with deep dormancy. *Seed Technol.* 24, 4351.

Wheelwright, N. T., W. A. Haber, K. G. Murray, y C. Guindon. (1984). Tropical fruit-eating birds and their food plants: a survey of a Costa Rican lower montane forest. *Biotropica.* (16):173-192.

Young C.H. y Jarvis P.J. (2001) Measuring urban habitat fragmentation: an example from the Black Country, UK.2001. *Landscape Ecology.*16. 643 – 658 pp.

## 11. Anexos

### 11.1 Anexo 1

**Tabla Anexo 1.** Porcentaje de Ocurrencia (PO) de las especies de semillas consumidas por aves en punto Victoria

Especie	M. prasina	M. pulvinata	M. punctata	Clide mia sp.	Fi cus sp.	A. arborescens	Il ex sp.	S p1	S 6	Sp
<i>Ceratopipra erythrocephala</i>	0	0	0	0	0	0	100	50	0	0
<i>Ixothraupis guttata</i>	0	0	0	33,33	66,66	0	0	0	0	0
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
<i>Tangara cayana</i>	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
<i>Tangara cyanicollis</i>	33,33	33,33	0	33,33	0	0	0	0	0	33,33
<i>Tangara gyrola</i>	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
<i>Turdus flavipes</i>	0	0	100	0	100	0	0	0	0	0

Los valores están expresados en %.

### 11.2 Anexo 2

**Tabla Anexo 2.** Porcentaje de Ocurrencia (PO) de las especies de semillas consumidas por aves en punto Esperanza.

Espece	M. prasi na	M. pulvin ata	M. punct ata	M iconi a sp.	Cli demia sp.	Cli demia sp2	F icu s sp.	A. arbores cens	I lex sp.	S p1	S p4	S p6	S p7
<i>Catharus ustulatus</i>	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0
<i>Elaenia frantzii</i>	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0
<i>Ixothraupis</i>	66,66	0	0	0	0	66,66	33,33	0	33,33	0	0	0	0

<i>guttata</i>										3			
<i>Mionectes oleagineus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ramp hocelus dimidiatus</i>	50	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tangara cayana</i>	20	60	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tangara cyanicollis</i>	50	0	25	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0
<i>Tangara gyrola</i>	22,2	0	11,1	0	0	0	5,5	11,1	3,3	3	0	1	0
<i>Thraupis palmarum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Turdus flavipes</i>	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Turdus nudigenis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vireo olivaceus</i>	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Los valores están expresados en %.

### 11.3 Anexo 3

**Tabla Anexo 3a.** Porcentaje de Ocurrencia (PO) de las especies de semillas consumidas por aves en punto la Arrinconada.

**Tabla 10a.**

Espece	<i>M. prasi</i>	<i>M. pulvina</i>	<i>M. emia</i>	<i>Clid emia</i>	<i>Clid emia</i>	<i>Ilex</i>	<i>Piper</i>	<i>Ficus</i>	<i>Cecropia</i>	<i>A. arboresc</i>
--------	-----------------	-------------------	----------------	------------------	------------------	-------------	--------------	--------------	-----------------	--------------------

	<i>na</i>	<i>ta</i>	<i>sp.</i>	<i>sp.</i>	<i>sp3</i>	<i>sp.</i>	<i>sp.</i>	<i>sp.</i>	<i>sp.</i>	<i>ens</i>
<i>Catharus ustulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1 00	0	0
<i>Euphonia laniirostris</i>	33, 3	0	0	0	0	0	0	6 6,6	0	33,3
<i>Ixothraupis guttata</i>	0	0	0	0	0	0	0	7 5	0	75
<i>Mionectes oleagineus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Piranga rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	5 0	0	50
<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	0	0	0	0	0	0	1 2,5	6 2,5	0	12,5
<i>Saltator maximus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
<i>Saltator striatipectus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1 00	0	100
<i>Schistoclamys melanopis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1 00	0	0
<i>Sphenopsis cf. frontalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sporophila nigricollis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1 00	0	0
<i>Tachyphonus rufus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1 00	0	0
<i>Tangara cayana</i>	37, 5	0	1 2,5	0	0	1 2,5	0	3 7,5	12,5	37,5
<i>Tangara cyanicollis</i>	21, 4	7,14	0	7,14	0	0	7 ,14	3 5,7	0	50
<i>Tangara cyanoptera</i>	0	0	0	0	0	0	3 3,3	1 33,	0	0
<i>Tangara gyrola</i>	12, 5	0	0	6,25	6,25	6 ,25	0	6 8,75	0	18,75
<i>Thraupis episcopus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
<i>Thraupis palmarum</i>	25	25	0	0	0	0	0	7 5	0	25
<i>Thryophilus rufalbus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1 00	0	0
<i>Turdus</i>	10	0	0	0	0	0	0	1	0	0

<i>flavipes</i>	0							00			
<i>Turdus nudigenis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Los valores están expresados en %.

**Tabla Anexo 3b**

<b>Especie</b>	<b>Sola num sp.</b>	<b>Sola num sp2</b>	<b>Sola num sp3</b>	<b>S p1</b>	<b>S p2</b>	<b>S p3</b>	<b>S p4</b>	<b>S p5</b>	<b>S p8</b>	<b>S p9</b>
<i>Catharus ustulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euphonia laniirostris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ixothraupis guttata</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
<i>Mionectes oleagineus</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Piranga rubra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	0	0	12,5	2	0	0	0	0	0	0
<i>Saltator maximus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Saltator striatipectus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Schistochlamys melanopis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphenopsis cf. frontalis</i>	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sporophila nigricollis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tachyphonus rufus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tangara cayana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Tangara cyanicollis</i>	7,14	7,14	0	0	7,	0	0	0	0	2,5
<i>Tangara cyanoptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tangara gyrola</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Thraupis episcopus</i>	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0

<i>Thraupis palmarum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thryophilus rufalbus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Turdus flavipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Turdus nudigenis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
							00			

Los valores están expresados en %.

#### 11.4 Anexo 4

**Tabla Anexo 4.** Tabla de contingencia para *Ficus* sp.

Ave	Viabilidad		
	Mediana	No viable	Viable
<i>Catharus ustulatus</i>	55%	25%	20%
<i>Euphonia lanirostris</i>	28%	28%	44%
<i>Ixothraupis guttata</i>	39%	14%	47%
<i>Piranga rubra</i>	11%	6%	83%
<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	48%	15%	37%
<i>Saltator striatipectus</i>	67%	0%	33%
<i>Schlystoclamys melanopis</i>	33%	13%	54%
<i>Sporophila nigricollis</i>	20%	47%	33%
<i>T. rufalbus</i>	36%	46%	18%
<i>Tachyphonus rufus</i>	27%	39%	34%
<i>Tangara cayana</i>	30%	4%	66%
<i>Tangara cyanicollis</i>	43%	19%	38%
<i>Tangara cyanoptera</i>	41%	2%	57%
<i>Tangara gyrola</i>	41%	3%	56%
<i>Thraupis palmarum</i>	40%	43%	17%
<i>Turdus flavipes</i>	31%	4%	65%
	37%	17%	46%

## 11.5 Anexo 5

Tabla Anexo 5. Tabla de contingencia para *Acnistus arborecens*

Ave	Viabilidad		
	Me dia	No viable	Via ble
<i>Euphonia laniirostris</i>	35 %	47%	18%
<i>Ixothraupis guttata</i>	33 %	40%	28%
<i>Piranga rubra</i>	62 %	20%	18%
<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	32 %	40%	29%
<i>Saltator maximus</i>	50 %	0%	50%
<i>Saltator stritipectus</i>	38 %	46%	17%
<i>Tangara cayana</i>	23 %	54%	23%
<i>Tangara cyanicollis</i>	63 %	34%	3%
<i>Tangara gyrola</i>	33 %	45%	22%
<i>Thraupis episcopus</i>	40 %	40%	20%
<i>Thraupis palmarum</i>	56 %	30%	14%
	45, 7%	36,2%	18,1 %

## 11.6 Anexo 6

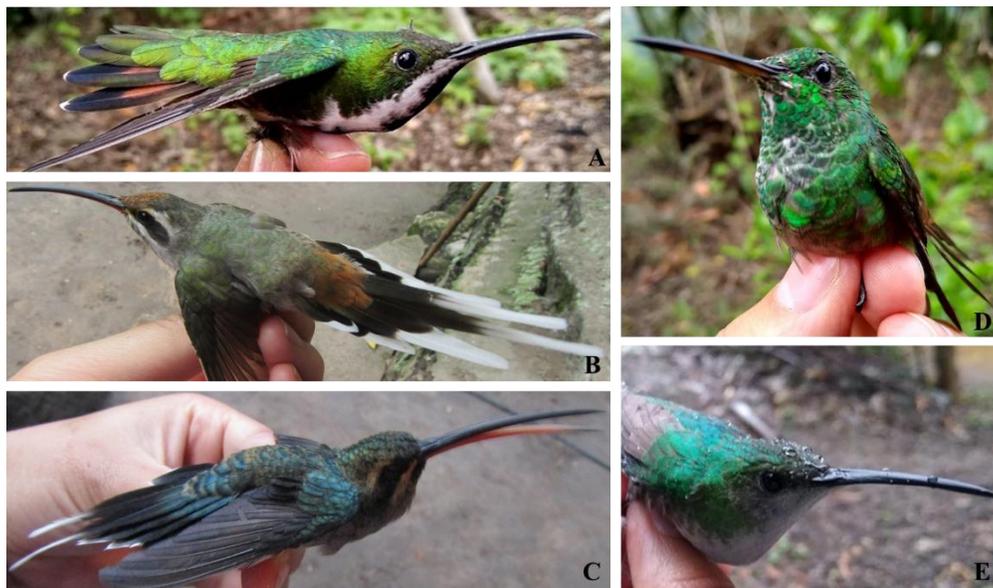
Tabla Anexo 6. Tabla de contingencia para *Miconia prasina*

Ave	Viabilidad		
	Medi a	No viable	Via ble
<i>Elaenia frantzii</i>	7%	87%	7%

<i>Euphonia laniirostris</i>	50%	50%	0%
<i>Ixothraupis guttata</i>	46%	31%	23%
<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	72%	16%	12%
<i>Tangara cayana</i>	21%	66%	13%
<i>Tangara cyanicollis</i>	36%	34%	30%
<i>Tangara gyrola</i>	20%	43%	37%
<i>Thraupis palmarum</i>	33%	56%	11%
<i>Turdus flavipes</i>	40%	40%	20%
	29%	50%	21%

## 11.7 Anexo 7

### Aves capturadas



Aves capturadas. Fuente: Serna, 2019

A *Anthracothorax nigricollis* B *Phaethornis augusti* C *Phaethornis guy* D *Amazilia viridigaster* E *Chalybura buffonii*



Aves capturadas. Fuente: Serna, 2019

A *Tangara cyanicollis*, B *Tangara cayana*, C *Tangara cyanoptera* (Macho), D *Ixothraupis guttata*, E *Tangara gyrola*, F *Tangara cyanoptera* (Hembra), G *Coereba flaveola*, H *Thraupis episcopus*, I *Thraupis palmarum*, J *Ramphocelus dimidiatus* (Macho), K *Tachyphonus rufus* (Hembra), L *Tachyphonus rufus* (Macho).



Aves capturadas. Fuente: Serna, 2019

A *Euphonia laniirostris* (Macho), B *Euphonia laniirostris* (Hembra), C *Turdus flavipes* (Macho), D *Saltator maximus*, E *Schystochlamis malanopis*, F *Turdus flavipes* (Hembra), G *Saltator striatipectus*, H cf. *frontalis*, I *Turdus nudigenis*, J *Sporophila nigricollis* (Hembra), K *Sporophila intermedia* (Hembra), L *Catharus ustulatus*.



Aves capturadas. Fuente: Serna, 2019

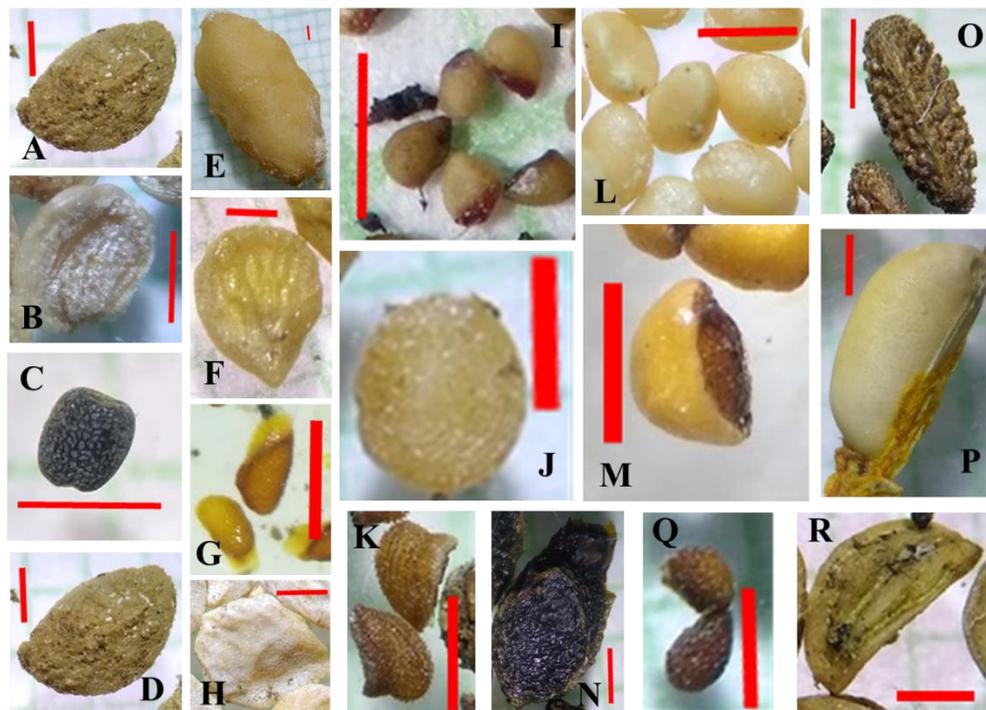
A *Zimmerius chrysops*, B *Myiarchus tuberculifer*, C *Mionectes oleagineus*, D *Elaenia frantzii*, E *Tolmomyias assimilis*, F *Elaenia flavogaster*, G *Myiodynastes maculatus*, H *Myiodynastes chrysocephalus*, I *Phaeomyias murina*.



Aves capturadas. Fuente: Serna, 2019

A *Spinus psaltria*, B *Piranga rubra* (Macho), C *Vireo olivaceus* D *Ceratopipra erythrocephala* (Macho), E *Spinus cucullatus*, F *Pheugopedius rutilus* G *Ceratopipra erythrocephala* (Hembra), H *Thryophilus rufalbus*, I *Columbina talpacoti*, J *Leptotila verreauxi*, K *Claravis pretiosa* (Macho).

## 11.8 Anexo 8



Semillas encontradas en las heces de las aves. Fuente: Serna, 2019

La línea roja indica medida de referencia, 5 mm. A Sp8, B Sp2, C *Piper* sp., D Sp8, E Sp4, F *Solanum* sp., G *Miconia* sp., H Sp3, I *Miconia pulvinata*, J *Acnistus arborescens*, K *Clidemia* sp2., L *Ficus* sp., M *Miconia prasina* N Sp7 O *Cecropia* sp., P Sp1 Q *Clidemia* sp. R *Ilex* sp.