

**AVES DISPERSORAS DE SEMILLAS EN TRES COBERTURAS VEGETALES
EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA, CAUCA**

NATALIA PÉREZ LOBATO

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA - PROGRAMA DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2023**

**AVES DISPERSORAS DE SEMILLAS EN TRES COBERTURAS VEGETALES
EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA, CAUCA**

NATALIA PÉREZ LOBATO

Trabajo de grado como requisito parcial para optar al título de bióloga

DIRECTOR

CRISTIAN CAMILO VIDAL MALDONADO, MSc.

CODIRECTOR

MARIA CRISTINA GALLEGU ROPERO, PhD.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA - PROGRAMA DE BIOLOGÍA

POPAYÁN

2023

Nota de Aceptación

Aprobado

Director Cristian C. Vidal M.
MSc. Cristian Camilo Vidal Maldonado

Co-directora [Signature]
PhD. María Cristina Gallego Roperó

Jurado Sergio Prado Losada C.
PhD. Sergio Prado Losada

Jurado [Signature]
PhD. Leonardo Rivera Pedroza

Fecha de sustentación: Popayán, 8 de agosto de 2023

RESUMEN.....	vi
1. INTRODUCCIÓN	7
2. JUSTIFICACIÓN.....	8
3. OBJETIVOS.....	9
3.1. Objetivo general.....	9
3.2. Objetivos específicos.....	9
4. MARCO TEÓRICO	10
4.1 Aves frugívoras.....	10
4.2 Dispersión de semillas.....	10
4.3 Efectividad del dispersor.....	11
4.4 Fragmentación de bosques y sus consecuencias ecológicas sobre la dispersión de semillas	12
4.5 Redes de interacción	13
4.5.1 Redes mutualistas.....	13
4.5.2 Métricas de interpretación.	14
5. ANTECEDENTES.....	16
5.1. Riqueza de aves.....	16
5.2. Dispersión de semillas.....	16
5.3. Efecto de la ingestión de semillas por aves frugívoras	17
5.4. Redes de interacción	19
6. METODOLOGÍA	21
6.1. Área de estudio.....	21
6.2. Fase de campo.....	22
6.2.1. Caracterización de la comunidad de aves frugívoras.....	22

6.2.2. Composición de semillas encontradas en las excretas de las aves.	23
6.2.3. Capacidad de germinación de las semillas.	24
6.3. Análisis de la información	24
6.3.1 Composición de la avifauna frugívora.	24
6.3.2 Semillas dispersadas por las aves frugívoras.	26
6.3.3 Capacidad de germinación de las semillas.	26
6.3.4 Redes de interacción.....	27
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
7.1 Composición de la avifauna frugívora.....	28
7.2 Cantidad de área estimada por cobertura vegetal	32
7.3 Modelos Lineales Generalizados (MLG).....	33
7.3.1 MLG elaborados para coberturas de bosque denso, bosque fragmentado y pastos arbolados en el contexto de paisaje.....	37
7.4 Especies de aves con frecuencia de ocurrencia inferior a cinco capturas....	39
7.5 Semillas dispersadas por las aves frugívoras.....	40
7.5.1 Características de las semillas encontradas en las excretas de las aves	46
7.6 índice del valor de importancia del dispersor (IID).....	57
7.7 Red de interacción planta-ave en las coberturas bosque denso, bosque fragmentado y pastos arbolados.	58
7.8 Viabilidad de semillas encontradas en las excretas de las aves	76
8. CONCLUSIONES	84
9. RECOMENDACIONES.....	86
10. BIBLIOGRAFÍA.....	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio en el municipio de Santa Rosa, Cauca ..	22
Figura 2. Cuantificación de la cantidad de área por tipo de cobertura para las tres localidades de muestreo elegidas.....	25
Figura 3. Número de aves frugívoras capturadas por tipo de cobertura vegetal...	28
Figura 4. Número de especies de aves frugívoras capturadas por familia.....	29
Figura 5. Número de especies de aves frugívoras capturadas por tipo de cobertura vegetal.....	30
Figura 6. Curvas de rango-abundancia elaboradas para las especies de aves frugívoras reportadas por cobertura vegetal.	32
Figura 7. Proporción de semillas encontradas por morfotipo.	54
Figura 8. Red de interacción planta-ave en las coberturas bosque denso, bosque fragmentado y pastos arbolados.....	61
Figura 9. Red de interacción planta-ave en la cobertura bosque denso.	68
Figura 10. Red de interacción planta-ave en la cobertura bosque fragmentado...	71
Figura 11. Red de interacción planta-ave en la cobertura pastos arbolados	74
Figura 12. Capacidad de germinación de las semillas del morfotipo 1	78
Figura 13. Comparación de la velocidad de germinación del morfotipo 1 (<i>Miconia</i> sp.) entre las diferentes especies de aves dispersoras.	82

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estimaciones porcentuales obtenidas por cobertura vegetal y localidad de muestreo.....	33
Tabla 2. Modelos Lineales Generalizados con distribución de Poisson para frugívoros capturados utilizando redes de niebla.....	33
Tabla 3. Morfotipos de semillas encontrados en las excretas de las aves capturadas utilizando redes de niebla.	41
Tabla 4. Cantidad de semillas encontradas por localidad y cobertura vegetal.	43
Tabla 5. Cantidad de semillas reportadas para los morfotipos que se encontraron en las tres localidades muestreadas.....	45
Tabla 6. Modelos Lineales Generalizados con distribución de Poisson obtenidas para los morfotipos presentes en las tres localidades muestreadas.....	45
Tabla 7. Descripción de los morfotipos de semillas encontrados en las muestras fecales obtenidas.	46
Tabla 8. Índice de importancia de dispersor (IID) por tipo de cobertura vegetal. ..	58
Tabla 9. Métricas de interpretación para las especies de aves y morfotipos de semillas en la cobertura de bosque denso.....	62
Tabla 10. Métricas de interpretación para las especies de aves y morfotipos de semillas en la cobertura de bosque fragmentado	69
Tabla 11. Métricas de interpretación para las especies de aves y morfotipos de semillas en la cobertura pastos arbolados.....	72
Tabla 12. Especies dispersoras del morfotipo 1 (<i>Miconia</i> sp) con sus respectivas pruebas de germinación	76

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Tipos de formas de semillas.	100
Anexo 2. Tipo de textura de la testa de semillas.....	100
Anexo 3. Guía de colores de Faber-Castell.	101
Anexo 4. Número de individuos capturados utilizando redes de niebla durante siete jornadas de campo (sep-19, mar-22).....	102
Anexo 5. Especies de aves frugívoras capturadas en las coberturas vegetales estudiadas: Bosque denso, bosque fragmentado y pastos arbolados.....	104
Anexo 6. Cantidad de semillas obtenidas por morfotipo y cobertura vegetal.	106
Anexo 7. Ensayos de germinación instalados para las semillas del morfotipo 1 (<i>Miconia</i> sp).....	107

RESUMEN

La dispersión de semillas es un proceso fundamental en el éxito reproductivo de las plantas. En los bosques Neotropicales, la zoocoria representa uno de los mecanismos ecosistémicos más relevantes, debido a que el 80% de las especies leñosas dependen de animales frugívoros para la dispersión de sus semillas. Las aves, gracias a su capacidad de vuelo, mejoran la tasa de supervivencia de las semillas al transportarlas lejos de su árbol progenitor, evitando el ataque de depredadores y patógenos cercanos. Aunque las aves desempeñan un rol fundamental en el transporte de las semillas, en ocasiones dicha dispersión no es efectiva, dado que el tracto digestivo de las aves puede afectar negativamente el embrión de la semilla y por tanto, la germinación. Entre septiembre de 2019 y marzo de 2022 se utilizaron 18 redes de niebla y se capturaron especies de aves de hábitos frugívoros en tres coberturas vegetales en el municipio de Santa Rosa, Cauca. En total, se registraron 508 individuos de 45 especies de aves, de las que *Mionectes striaticollis* y *Myadestes ralloides* fueron las aves con mayor frecuencia de ocurrencia con 183 y 68 capturas respectivamente. Para todos los individuos capturados se colectaron las semillas presentes en las muestras fecales y posteriormente, se caracterizaron, cuantificaron y se fotografiaron utilizando un estereoscopio. Se obtuvieron 325 muestras fecales y 30576 semillas. Así, en 154 muestras fecales se identificaron 46 morfotipos, de los cuales el morfotipo 1 (*Miconia* sp) fue el más abundante con 26.595 semillas. Para evaluar el efecto de la ingesta de semillas se instalaron ensayos de germinación para el morfotipo más abundante (morfotipo 1). Se determinó que las 22 especies de aves que consumieron el morfotipo 1 fueron dispersoras efectivas, pues ninguna dejó semillas inviables. Del total de semillas sembradas germinó el 83% y *Mydestes ralloides* fue la especie que dispersó la mayor cantidad de semillas (13675), que a su vez, fueron las más rápidas en germinar (10 días). Teniendo en cuenta la cantidad de semillas dispersadas por las aves frugívoras del género *Miconia* y también que se han descrito como plantas pioneras, se sugiere a *Miconia* como una planta apropiada para procesos de restauración y/o recuperación ecológica.

1. INTRODUCCIÓN

La dispersión de semillas representa uno de los procesos más importantes en la ecología funcional de los bosques tropicales (Howe y Smallwood, 1982). Las especies de hábitos frugívoros como las aves y los murciélagos suelen contribuir a la reproducción de las plantas por medio de la dispersión de semillas; así, al desplazarse entre diferentes ambientes, movilizan las semillas producidas desde un árbol parental hacia nuevos y diferentes hábitats, lo que promueve la colonización, reduce la competencia intraespecífica, y en algunos casos, reduce la probabilidad de ataques a propágulos por parte de enemigos naturales como herbívoros y patógenos (Galindo-González, 1998).

Las aves, gracias a la capacidad de vuelo, ecología y hábitos alimenticios, son consideradas importantes dispersoras de semillas (Galindo-González, 1998). En la ecología funcional, se ha documentado que el consumo y el paso de las semillas por el tracto digestivo de las aves contribuye a disminuir el tiempo de activación de las semillas para su germinación; no obstante, en algunas ocasiones, los jugos gástricos de determinadas especies de aves o de algunos individuos, pueden afectar la viabilidad de las semillas al generar daños en el embrión (Domínguez-Domínguez *et al.*, 2006). De acuerdo a lo anterior, los individuos que contribuyen a la germinación de las semillas son considerados dispersores efectivos, por lo que resulta fundamental, documentar el proceso de la dispersión efectiva de semillas mediada por aves, a fin de favorecer la proposición de estrategias de conservación y la elección de especies vegetales con potencial de restauración ecológica (Aguilar-Garavito, 2005). A partir de lo anterior, el objetivo de este estudio consistió en identificar las especies de aves dispersoras efectivas de semillas, en tres coberturas vegetales en el municipio de Santa Rosa, Cauca.

2. JUSTIFICACIÓN

Los Andes tropicales se han descrito como uno de los principales centros de biodiversidad y especiación en el mundo (Alvear *et al.*, 2010); no obstante, los elevados niveles de deforestación y pérdida de hábitat los convierten en un área de importancia crítica para la conservación (Quintero-Vallejo *et al.*, 2017). A pesar de la elevada riqueza de aves y endemismos, los Andes colombianos han sido fuertemente afectados por diferentes procesos de fragmentación y transformación del paisaje, al punto que, actualmente, solo permanece el 10% de los bosques andinos originales (Alvear *et al.*, 2010). Considerando la alarmante reducción de los bosques naturales y los vacíos de información científica sobre la ecología funcional, resulta fundamental comprender cuáles son los procesos ecológicos implícitos en la existencia de las comunidades biológicas y sus dinámicas asociadas, espacialmente, entre aves y plantas, a partir de la dispersión de semillas, regeneración de bosques y existencia de continuos de hábitat (Quintero-Vallejo *et al.*, 2017).

Por otra parte, los estudios realizados en los bosques andinos del departamento del Cauca se han enfocado en caracterizar la estructura y composición de las comunidades de aves (Casas, 2006), aunque en años recientes, se han implementado enfoques ecológicos (Angulo, 2016). Aun así, en el departamento del Cauca y especialmente, en la región de la Bota Caucana, existe un desconocimiento histórico generalizado sobre la composición de las comunidades biológicas y su ecología funcional, por lo que resulta fundamental desarrollar estudios sobre la composición de las comunidades de aves frugívoras y su papel como dispersoras efectivas de semillas, a fin de contribuir a la proposición de estrategias de conservación efectivas que garanticen la supervivencia de la biota.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Identificar las especies de aves dispersoras efectivas de semillas en tres coberturas vegetales en el municipio de Santa Rosa, Cauca.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar la composición de especies de aves frugívoras presentes en el municipio de Santa Rosa, Cauca.
- Caracterizar y evaluar la viabilidad de las semillas encontradas en las excretas de las aves frugívoras.
- Establecer las redes de interacción ave-planta en las tres coberturas vegetales en el municipio de Santa Rosa, Cauca.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Aves frugívoras

Las aves frugívoras son aquellas cuya dieta principal está basada en la ingestión de frutos. Por lo general, estas aves no dependen exclusivamente de los frutos, ya que complementan su dieta con insectos cuando los frutos son escasos y durante la época de anidación, donde los requerimientos proteicos son más elevados (Soto y Bert, 2011). La frugivoría se presenta en grupos de torcazas y palomas (Columbidae), pavas y afines (Cracidae), tucanes (Ramphastidae), quetzales y trogones (Trogonidae), cotingas (Cotingidae), tángaras y afines (Thraupidae) y eufonias (Fringillidae). Generalmente, las aves frugívoras presentan picos fuertes y suelen presentar una curvatura en la parte superior (maxila), que les permite abrir el fruto y extraer la pulpa de su interior (Navarro y Benítez, 1995). Considerando el procesamiento de los frutos y las potenciales consecuencias para la dispersión de semillas, existen tres tipos de aves frugívoras: *dispersoras legítimas*: ingieren el fruto entero, *depredadoras de pulpa*: aprovechan solo la parte carnosa del fruto, descartan las semillas y si bien no las dañan, tampoco las dispersan, porque caen debajo de la planta madre, y *depredadoras de semillas*: extraen las semillas del fruto y las trituran para ingerirlas (Montaldo, 2005).

4.2 Dispersión de semillas

La dispersión de semillas es un proceso ecológico que consiste en el movimiento de una semilla de la planta madre a sitios que favorecen la germinación y el posible establecimiento de las plántulas (Howe y Smallwood, 1982)..

Para favorecer la dispersión de semillas, algunas especies de plantas emplean factores abióticos como el agua (hidrocoria) o el viento (anemocoria) y otras emplean dispersores biológicos como los animales (zoocoria) (Howe y Smallwood, 1982). Estas estrategias de dispersión mejoran la tasa de supervivencia de la descendencia al disminuir la competencia de la semilla con su árbol progenitor y escapar de depredadores y patógenos cercanos (Dalling, 2002); además,

propician la colonización de sitios favorables para la germinación de las semillas y el establecimiento de las plántulas, lo que disminuye la endogamia y favorece el intercambio genético entre poblaciones de especies vegetales (Galindo-González, 1998).

Cabe resaltar que en los bosques Neotropicales, la zoocoria constituye un mecanismo de dispersión clave, ya que aproximadamente el 80% de las especies leñosas dependen de animales frugívoros para la dispersión de sus semillas (Howe y Smallwood, 1982). Para tal fin, las plantas producen frutos carnosos que resultan atractivos para diferentes animales, esto corresponde a un tipo de relación mutualista donde las plantas se ven beneficiadas por la dispersión de sus semillas y como recompensa por este servicio, los animales reciben alimento, usualmente en forma de pulpa (Amico y Aizen, 2005).

4.3 Efectividad del dispersor

El concepto de efectividad del dispersor se introdujo hace 30 años y se define como la contribución que hace un dispersor a la futura reproducción de una planta (Schupp, 1993), por lo que la dispersión de semillas se considera efectiva cuando da como resultado el establecimiento exitoso de nuevos individuos (Schupp *et al.*, 2010).

Usualmente, la dispersión de semillas por medio de animales vertebrados implica la ingesta de frutos y la regurgitación y/o defecación de las semillas. Cuando las semillas pasan por el tracto digestivo del dispersor, los jugos gástricos pueden afectar positivamente la semilla, al remover la capa inhibidora y aumentar la tasa de germinación (Galindo-González, 1998), o, por el contrario, pueden provocar daños en el embrión. Cuando los animales influyen positivamente en la germinación, se consideran dispersores efectivos de semillas (Schupp, 1993). Del grupo de animales de hábitos frugívoros, las aves y los murciélagos son considerados dispersores efectivos, ya que la tasa de germinación de las plantas suele tener un efecto positivo cuando las semillas pasan por el tracto digestivo de estos vertebrados (Traveset, 1998).

4.4 Fragmentación de bosques y sus consecuencias ecológicas sobre la dispersión de semillas

La deforestación y fragmentación de los ecosistemas naturales como consecuencia de las actividades humanas, representan las amenazas más fuertes sobre la diversidad biológica (Aguilar *et al.*, 2000; Laborde *et al.*, 2016). La fragmentación de hábitat se define como la división progresiva de un hábitat continuo en un conjunto de fragmentos aislados y de menor tamaño, rodeados de un hábitat diferente al original (Reyes-Lara, 2016); cuando este proceso se intensifica en el tiempo, el número de los fragmentos aumenta, sus tamaños se reducen y las distancias entre ellos incrementan (Cayuela, 2006; Santos y Tellería, 2006).

La separación de los fragmentos trae consecuencias usualmente negativas sobre la movilidad de los organismos y por tanto, pone en riesgo la existencia de algunos procesos ecológicos como la dispersión de semillas (Laborde *et al.*, 2016). En general, algunos animales dispersores efectivos de semillas suelen evitar zonas desprovistas de vegetación y prefieren permanecer al interior de coberturas vegetales continuas (Laborde *et al.*, 2016). Si la dispersión de semillas se ve limitada, las semillas caerán mayoritariamente alrededor de los árboles parentales, provocando mortalidad por ataque de patógenos e insectos herbívoros, los cuales responden positivamente a la abundancia de propágulos cerca del árbol parental (Janzen, 1970; Norden, 2014).

Además, las semillas estarán rodeadas por conoespecíficos con mayor frecuencia que por heteroespecíficos, por lo que la competencia intraespecífica será más fuerte que la heteroespecífica (Norden, 2014). Algunos estudios han demostrado que la competencia conoespecífica puede ser más grave que la heteroespecífica, debido a que los patrones de uso de recursos de los individuos de una misma especie son similares. Una limitación en la dispersión de semillas puede traer consecuencias ecológicas para la dinámica de poblaciones y las comunidades vegetales a nivel local y regional (Willson y Traveset, 2000).

4.5 Redes de interacción

En años recientes, la ecología de las interacciones ha incorporado una nueva forma de estudio a través de la construcción de redes que relacionan grupos interactuantes como un todo y no de forma aislada (Jordano *et al.*, 2009). Dichas redes de interacción se pueden realizar mediante estudios fitocéntricos (enfocados en las plantas y los animales que las visitan) o zoocéntricos (enfocada en los animales y la oferta de plantas para los mismos). Estos dos enfoques se pueden vectorizar a partir de matrices de adyacencia, las cuales pueden representarse gráficamente a través de una red (Jordano *et al.*, 2009).

Una red es un conjunto de dos tipos de elementos: nodos o vértices y los enlaces entre ellos. Existen dos tipos de redes: redes unipartitas o uni-modales, que son aquellas donde los enlaces se pueden establecer entre cualquiera de los nodos de la red, y redes bipartitas o bi-modales, que ilustran las conexiones entre nodos de dos grupos distintos, de tal modo que no existen conexiones entre nodos del mismo grupo (Bascompte y Jordano, 2008; Jordano *et al.*, 2009).

4.5.1 Redes mutualistas. Las interacciones mutualistas son relaciones establecidas entre dos o más organismos donde los interactuantes obtienen beneficios (Amico y Aizen, 2005). Un ejemplo de esta interacción es la dispersión de semillas, donde los animales utilizan el recurso alimenticio del fruto y las plantas aprovechan la capacidad de movilidad de los animales para dispersar sus semillas, hacia sitios con mayor posibilidad de sobrevivencia y establecimiento de las plántulas (Bascompte y Jordano, 2008).

Desde una perspectiva matemática, las redes de interacción planta-animal son redes bipartitas o bi-modales que consisten en dos conjuntos distintos de nodos (especies): plantas y animales. Estas interacciones se pueden representar por medio de una matriz de adyacencia donde los vectores columna, están representados por las especies de animales, en este caso, de hábitos frugívoros, y los vectores fila, representados por las especies de plantas con frutos carnosos. La interacción entre una especie animal con una planta se registra con un valor de 1,

mientras que para interacciones no registradas tienen un valor de 0; sin embargo, estas matrices también pueden contener información cuantitativa, acerca del número de interacciones (Jordano *et al.*, 2009).

El análisis de redes mutualistas ayuda a determinar estrategias de conservación a nivel de comunidad, ya que por medio de este enfoque, es posible identificar las especies clave para el funcionamiento del ecosistema y también permite conocer el efecto que tiene la desaparición de las especies más conectadas en la red, como consecuencia de una perturbación en particular (Montoya *et al.*, 2001). Por ejemplo, si la especie que deja de existir presta servicios ecosistémicos clave como la dispersión de semillas, al dejar de existir, las poblaciones vegetales podrían estar condenadas a desaparecer, ya que no pueden llevar con éxito su reproducción (Ortiz-Pulido *et al.*, 2000).

4.5.2 Métricas de interpretación. Las redes de interacción pueden analizarse gracias a las métricas, las cuales proporcionan información para describir la estructura de las redes mutualistas:

A) *Conectancia* (C): Es la proporción de interacciones que se establecen en la red en relación con el número de interacciones posibles. Es un parámetro que está estrechamente ligado a la riqueza de especies en cada comunidad y, por lo tanto, al tamaño de la red. Cuanto más grande es la red, la conectancia suele ser menor, debido a que incrementa la probabilidad de no encontrar asociaciones entre diferentes elementos (por ejemplo, aves y plantas). El valor de la conectancia puede estar entre cero (0) y uno (1); los valores bajos indican poca interconectividad entre las especies, por lo que bajas conectancias se asocian a redes más especializadas (Blüthgen *et al.*, 2006).

B) *Especialización* (H_2): Este índice se refiere a la especialidad de las interacciones o al grado de generalización. Los valores van desde cero (0) a uno (1); cero indica no especialización y ocurre cuando todas las especies interactúan con todos los recursos disponibles (plantas) y uno (1) para especialización completa, cuando una especie interactúa con un subgrupo particular de recursos o

plantas. Cuanto más selectiva es una especie, mayor es H_2 para la red (Blüthgen *et al.*, 2006).

C) *Anidamiento* (NODF): Llamado nodo de anidamiento o encajamiento, indica un patrón prevalente cuando las especies generalistas (especies con muchas interacciones) interactúan con un amplio conjunto de especies de plantas y las más especialistas (con pocas interacciones con otras especies) interactúan con las especies generalistas dentro de la red de interacciones. Este valor va desde cero (0) cuando no hay anidamiento, a cien (100) cuando hay anidamiento perfecto. El anidamiento en redes mutualistas es importante, puesto que permite entender los patrones coevolutivos en comunidades ricas en especies, siendo útil en ecología de comunidades y ecología de la conservación (Ramírez, 2013).

D) *Centralidad por grados*: Mide el número de enlaces o conexiones que tiene un nodo con los demás nodos pertenecientes a un grafo (Rodríguez, 2018).

E) *Centralidad por intermediación*: Describe la importancia de un nodo como conector entre diferentes partes de la red, de tal manera que nodos con valores mayores a cero conectan áreas de la red que de otra manera estarían esparcidos o totalmente desconectados. Muestra la importancia de las especies para la cohesividad de la red (Ramírez, 2013).

5. ANTECEDENTES

5.1. Riqueza de aves

Entre los años 1998 y 2000, en el marco de dos expediciones anglo-colombianas realizadas en la Bota Caucana, Salaman y colaboradores determinaron por medio de observaciones y el uso de redes de niebla, la riqueza y la abundancia relativa de la comunidad de aves de la Serranía de los Churumbelos, un área protegida que abarca los municipios de Santa Rosa y Piamonte en el departamento del Cauca. El estudio se desarrolló en siete localidades de muestreo distribuidas a lo largo de un transecto altitudinal entre 300 - 2500m. En total registraron 462 especies: 12 amenazadas de extinción, cinco restringidas al área de endemismo de los Andes Orientales de Ecuador-Perú y cuatro restringidas al área de endemismo de las Vertientes Interandinas de Colombia. Los resultados evidenciaron una gran diversidad de aves que convierten a la Serranía en un “hotspot” ornitológico de importancia para la conservación nacional.

5.2. Dispersión de semillas

Amico y Aizen (2005) estudiaron las interacciones entre plantas y aves dispersoras de semillas en un bosque dominado por *Nothofagus dombeyi* en la Reserva Municipal de Llao-Llao, Argentina. Los autores registraron 12 especies de aves y sólo en dos de ellas: *Elaenia albiceps*, una especie migratoria y *Turdus falcklandii* una especie residente, encontraron restos de frutos carnosos y semillas. Los frutos consumidos pertenecieron a ocho de las nueve especies de plantas leñosas productoras de frutos carnosos identificadas en el bosque estudiado.

Hernández-Ladrón y colaboradores (2012) analizaron la ingesta y la dispersión de semillas mediada por aves frugívoras en la restauración de un bosque montano mesófilo en el centro de Veracruz, México. Analizaron 93 excretas de 23 especies de aves y encontraron 17 especies de plantas. La planta más abundante fue la del arbusto *Conostegia xalapensis* (Familia Melastomataceae). Además, realizaron medidas de diversidad funcional y encontraron una asociación

significativa entre el tamaño de las semillas con la longitud de la base del pico y las narinas. Del total de las especies de semillas encontradas germinó el 59 %.

Segura (2017), estudió la dispersión de semillas mediada por aves y murciélagos en tres zonas de un gradiente altitudinal (alta, media y baja) en el cinturón árido del cañón del Chicamocha, Santander, Colombia. Determinó la abundancia y diversidad de semillas dispersadas utilizando colectores de semillas y uso del recurso frutal. Adicionalmente, evaluó la capacidad y velocidad de germinación de las semillas de las especies de plantas *Cecropia peltata* y *Piper aduncum* mediante los índices de capacidad de germinación y de velocidad de germinación. La autora encontró que las aves frugívoras fueron los animales que dispersaron la mayor cantidad de semillas de diferentes especies de plantas, así como una cantidad de semillas más equitativa por especie. Respecto a la germinación, encontró que las semillas consumidas por las aves presentaron una mayor capacidad de germinación en comparación a las semillas consumidas por los murciélagos frugívoros. Para las semillas dispersadas por murciélagos frugívoros, encontró que las semillas de *Piper aduncum* tuvieron una mayor capacidad de germinación que las semillas de *Cecropia peltata*. Por otro lado, las semillas de *Cecropia peltata* tuvieron una mayor capacidad de germinación cuando fueron consumidas por aves frugívoras.

5.3. Efecto de la ingestión de semillas por aves frugívoras

Alves *et al.* (2008), realizaron ensayos para comparar el tiempo de germinación y el número de semillas germinadas de *Miconia prasina*, a partir de la ingesta realizada por dos especies de aves: *Turdus albicollis* y *T. amaurochalinus*, y a partir de la siembra de semillas extraídas directamente del fruto (control). Los autores encontraron que las semillas control tuvieron una mayor frecuencia de germinación respecto a las semillas ingeridas por *T. albicollis*. Por otra parte, los tiempos de germinación reportados para las semillas ingeridas por *T. amaurochalinus* así como para las semillas control fueron similares, en tanto que,

las semillas ingeridas por *T. albicollis*, tardaron más en germinar que las semillas control.

Moreno (2010) evaluó mediante pruebas de germinación la efectividad de la dispersión de semillas mediada por aves, a través de la captura de aves y la obtención de muestras fecales en un remanente de bosque seco tropical en el departamento de Córdoba, Colombia. El autor registró 53 especies de aves de las cuales 15 fueron dispersoras de 18 morfotipos de semillas y encontró que de todos los morfotipos, el dos (2) (Familia Melastomataceae) fue el más común. En cuanto a las aves, encontró que *Manacus manacus* (frugívoro) y *Tyrannus melancholicus* (frugívoro-Insectívoro) fueron los mejores dispersores.

Pérez-Cadavid *et al.* (2018) evaluaron si la ingesta de semillas realizada por dos especies de aves frugívoras: *Arremon brunneinucha* y *Chlorospingus flavopectus*, favorecía el porcentaje y la velocidad de germinación de tres especies leñosas de sotobosque en un bosque mesófilo montano: *Conostegia xalapensis*, *Miconia glaberrima* y *M. mexicana*. Estos datos fueron comparados con los resultados obtenidos para la germinación de semillas extraídas directamente de los frutos. Los autores encontraron que las semillas ingeridas por las aves tuvieron un porcentaje de germinación significativamente mayor y lo hicieron en menos tiempo que las semillas no ingeridas.

Serna (2019) estudió la diversidad de aves dispersoras de semillas en un fragmento de bosque seco premontano en Bochalema, Norte de Santander y mediante una prueba de Tetrazolio, evaluó la viabilidad de germinación de tres especies de plantas: *Ficus* sp., *Miconia prasina* y *Acnistus arborescens*. La autora registró 25 especies de aves dispersoras de semillas de las cuales *Tangara gyrola* y *Tangara cyanicollis* fueron las dos especies de mayor frecuencia de ocurrencia. Así mismo, encontró 24 especies de semillas en las excretas de las aves, de las que *Ficus* sp. fue la más abundante. En cuanto a las pruebas de viabilidad, las semillas de *Ficus* sp. tuvieron la mayor probabilidad de germinación.

5.4. Redes de interacción

En el año 2014, Palacio caracterizó la estructura de la red de interacciones entre plantas y aves frugívoras en el bosque nublado de San Antonio - Km18, una Reserva Forestal ubicada en la ciudad de Cali. Para registrar las interacciones realizó un muestreo por trayectos y anotó las interacciones frugívoras mediante observaciones puntuales. El autor registró 75 especies de aves y 60 especies de plantas para una red de 135 especies. Las aves con el mayor número de interacciones fueron especies de gran tamaño y masa corporal como: *Aulacorhynchus haematopygus*, *A. prasinus*, *Ortalis columbiana*, *Chamaepetes goudotii* y *Pipreola riefferii* que establecieron asociaciones con plantas pioneras intermedias como *Miconia*, *Cecropia telealba*, *Ficus andicola* y *Guettarda crispifolia*.

A partir del método de observación directa, Acevedo y González (2019) documentaron las interacciones entre especies de aves del género *Tangara* y la flora del Parque Natural Los Tunos en Cundinamarca, Colombia. Las autoras registraron siete especies de tángaras y 10 especies de plantas, de las cuales la familia Melastomataceae tuvo la mayor cantidad de especies. En total, reportaron 129 eventos de interacción y concluyeron que las plantas del género *Miconia* fueron las conectoras importantes dentro de la red de interacciones, ya que fueron las que presentaron mayor centralidad.

Ospina y Cortés (2020) construyeron una red de interacciones entre plantas y aves frugívoras en un bosque muy húmedo premontano localizado en la Universidad del Quindío, Armenia, a partir de información obtenida mediante transectos de 265 m y 70 días de muestreo. Los autores registraron 402 interacciones que incluyeron 27 especies de aves y 10 especies de plantas, y determinaron que *Brunellia comocladifolia* fue la planta más importante en la dieta de las aves y que *Turdus ignobilis* fue uno de los principales dispersores.

En cuanto a interacciones de aves frugívoras con especies específicas de plantas, Cabrejo (2012) realizó un trabajo cuyo objetivo fue identificar las especies de aves que se alimentan de los frutos de *Miconia floribunda* en un sector del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes (Santander, Colombia). El autor registró

176 eventos de frugivoría en los que participaron 13 especies de aves pertenecientes a cuatro familias, de las cuales, Thraupidae tuvo la mayor riqueza con 10 especies. Las especies *Tangara nigroviridis* y *Anisognathus somptuosus* fueron las que presentaron el mayor número de visitas con 53 y 28 visitas respectivamente.

Por medio de observaciones directas, Medina y Lopez (2021) caracterizaron la comunidad de aves frugívoras que consumieron frutos de *Miconia resima* y *Miconia prasina* en la Reserva Natural Los Tunos (Cundinamarca, Colombia). Ambas especies vegetales se han documentado como un importante recurso alimenticio para muchas especies de vertebrados de diferentes ecosistemas. Respecto a los resultados, los autores encontraron que *Tangara vassorii*, *Tangara nigroviridis* y *Penelope montagnii*, fueron las especies más representativas por su frecuencia de interacción con ambas especies de *Miconia* y por la cantidad de frutos consumidos.

6. METODOLOGÍA

6.1. Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Santa Rosa, departamento del Cauca. Políticamente, Santa Rosa limita al Norte con el municipio de San Sebastián, al Oriente con los departamentos del Huila y Caquetá, al Sur con el municipio de Piamonte, el departamento del Putumayo y la Serranía de los Churumbelos y al Occidente, con los municipios de San Sebastián, Bolívar y el departamento de Nariño (Alcaldía Municipal de Santa Rosa, 2018). En conjunto con el municipio de Piamonte, conforman la denominada Bota Caucana en el Macizo Colombiano (Figura 1).

Santa Rosa cuenta con una extensión de 319.800 hectáreas, una temperatura promedio de 19°C y una precipitación media anual entre 2000-3000 mm (Alcaldía Municipal de Santa Rosa, 2018). De acuerdo con Holdridge (1967), este municipio se ubica en la zona de vida de bosque húmedo montano (bh-M) y presenta diferentes tipos de coberturas vegetales; el bosque denso, por ejemplo, alcanza la mayor representatividad con un 85% (IDEAM, 2012). Para la presente investigación realizada en los alrededores de la Cabecera Municipal, se seleccionaron nueve unidades de muestreo en las localidades de El Placer, Serranía La Vieja y La Cocha. Cada localidad estuvo representada por tres tipos de coberturas vegetales: bosque denso, bosque fragmentado y pastos arbolados.

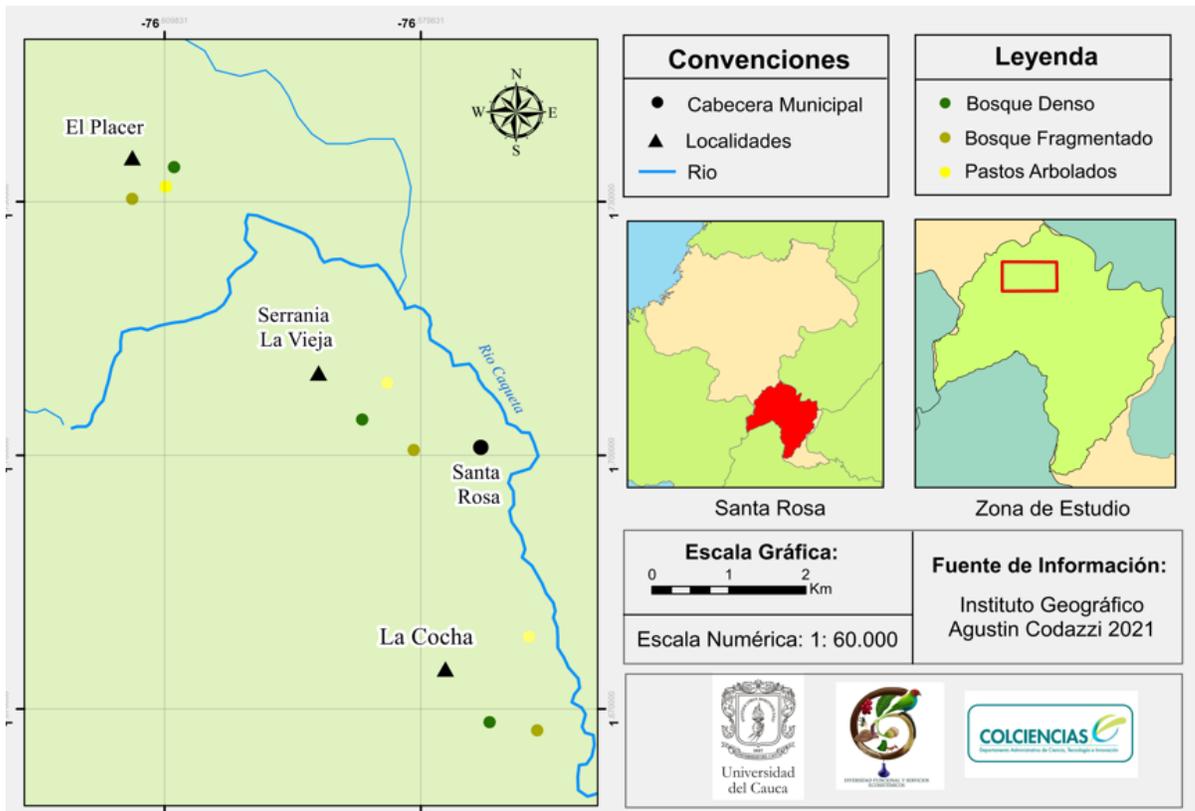


Figura 1. Ubicación del área de estudio en el municipio de Santa Rosa, Cauca. En el mapa se señalan las tres localidades de muestreo: El Placer, Serranía La Vieja y La Cocha, las coberturas vegetales de bosque denso, bosque fragmentado y pastos arbolados y la cabecera municipal. Fuente: Elaboración propia.

6.2. Fase de campo

6.2.1. Caracterización de la comunidad de aves frugívoras. Para caracterizar la composición de la avifauna asociada a cada una de las nueve unidades seleccionadas, representadas por tres coberturas vegetales: bosque denso, bosque fragmentado y pastos arbolados, ubicadas en las localidades de El Placer, Serranía La Vieja y La Cocha, se instalaron 18 redes de niebla de medidas: 12 m de largo x 2.5 m de alto y un ojo de malla de 16 mm. Las redes se abrieron entre 06:00 – 12:00 h y fueron revisadas cada 15 minutos. Los individuos de hábitos frugívoros capturados fueron anillados según el tamaño del tarso-metatarso (Pinilla, 2000) y

se depositaron en una bolsa de tela donde permanecieron de cinco a 10 minutos para tratar de obtener una muestra fecal (Moreno, 2010). Los individuos capturados fueron identificados a nivel de especie utilizando la guía de campo de aves de Colombia (Ayerbe-Quiñones, 2018). Después de obtener las excretas, las aves fueron fotografiadas y liberadas. Los muestreos se realizaron durante nueve días consecutivos entre septiembre de 2019 y marzo de 2022: agosto (2019), noviembre (2019), febrero (2020), septiembre (2021), octubre (2021), diciembre (2021) y febrero de (2022), destinando un día de muestreo a cada cobertura vegetal (bosque denso, bosque fragmentado, pastos arbolados) por localidad de muestreo (El Placer, Serranía La Vieja, La Cocha).

6.2.2. Composición de semillas encontradas en las excretas de las aves. Las excretas recolectadas en las bolsas de tela se depositaron en frascos plásticos marcados con la combinación del anillo, individuo y especie capturada. Posteriormente, se examinó el contenido de cada muestra utilizando un estereoscopio en el laboratorio. A cada morfotipo de semilla se le asignó un número y se realizó la cuantificación de semillas obtenidas a partir de las muestras fecales colectadas. Para el registro fotográfico de las semillas se utilizó un estereoscopio Stemi DV4-Zeiss del laboratorio de la Universidad del Cauca. Las fotos se realizaron en diferentes niveles de aumento dependiendo del tamaño de la semilla.

La forma de las semillas se determinó de acuerdo a Torres *et al.* (2013) (Anexo 1) y la textura de las semillas se caracterizó siguiendo a Mendoza y Ramírez (2006) (Anexo 2). Por otra parte, la caracterización del color de las semillas se realizó siguiendo la guía de acceso gratuito de Faber-Castell (Wendel, 2015; Muñoz, 2019). Esta guía presenta una gama de tonalidades que van desde colores claros como el blanco y marfil, hasta colores más oscuros como el gris y el negro (Anexo 3). La identificación taxonómica de las semillas se realizó a través del uso de guías de semillas (Ríos *et al.*, 2004) y la asesoría de especialistas.

6.2.3. Capacidad de germinación de las semillas. Para determinar la viabilidad de las semillas encontradas en las excretas de las aves se realizaron ensayos de germinación. Los ensayos consistieron en colocar las semillas en recipientes plásticos transparentes sobre papel absorbente humedecido con agua (Moreno, 2010; Ríos, 2010). El número de semillas sembradas en cada recipiente se determinó de acuerdo al morfotipo y tamaño de la muestra. Para mantener la humedad, los recipientes se conservaron tapados y las semillas se rociaron con agua cada dos días. Las semillas se revisaron semanalmente, cada dos o tres días durante 130 días. La emergencia de la radícula indicó germinación (Pita y Pérez, 1998).

6.3. Análisis de la información

6.3.1 Composición de la avifauna frugívora. A través del programa GraphPad Prism v.8.0.1., se construyeron curvas de rango-abundancia para observar y comparar los patrones de riqueza y abundancia relativa obtenidos para las especies de aves frugívoras capturadas en los tres tipos de cobertura vegetal. Este análisis permitió identificar visualmente las especies dominantes y raras en función de sus abundancias (Buenrostro-Silva *et al.*, 2013).

Para determinar las diferencias significativas entre la frecuencia de ocurrencia registrada para las especies de aves frugívoras por coberturas y localidades de muestreo, se construyeron Modelos Lineales Generalizados (MLG) en el programa R Studio (Muñoz, 2011; Venegas *et al.*, 2009), utilizando los paquetes estadísticos: "nlme", "lme4", "car", "multcomp", "lsmeans", "AER", "emmeans", "multcomp" y "multcompView".

Con el fin de cuantificar el área ocupada por las redes de niebla extendidas en cada uno de los sitios de muestreo, se descargaron imágenes Landsat georreferenciadas de la plataforma SAS Planet (<http://www.sasgis.org/download>). Posteriormente, para cada localidad de muestreo se establecieron ventanas de estudio de medidas 1.7 km de largo por 1.35 km de ancho. La ventana de estudio presentó este tamaño ya que con esas medidas se alcanzaron a cubrir las tres

coberturas para cada localidad de muestreo. Después, se generó un círculo de 100 metros de diámetro en las imágenes georreferenciadas, este diámetro se determinó para 8 redes de niebla extendidas en línea recta y no para las 18 redes ya que por las condiciones del terreno algunas de ellas se colocaron lateralmente. Y por último a través del software Global Mapper v18, se delimitaron manualmente las coberturas vegetales presentes en cada círculo (Figura 2).

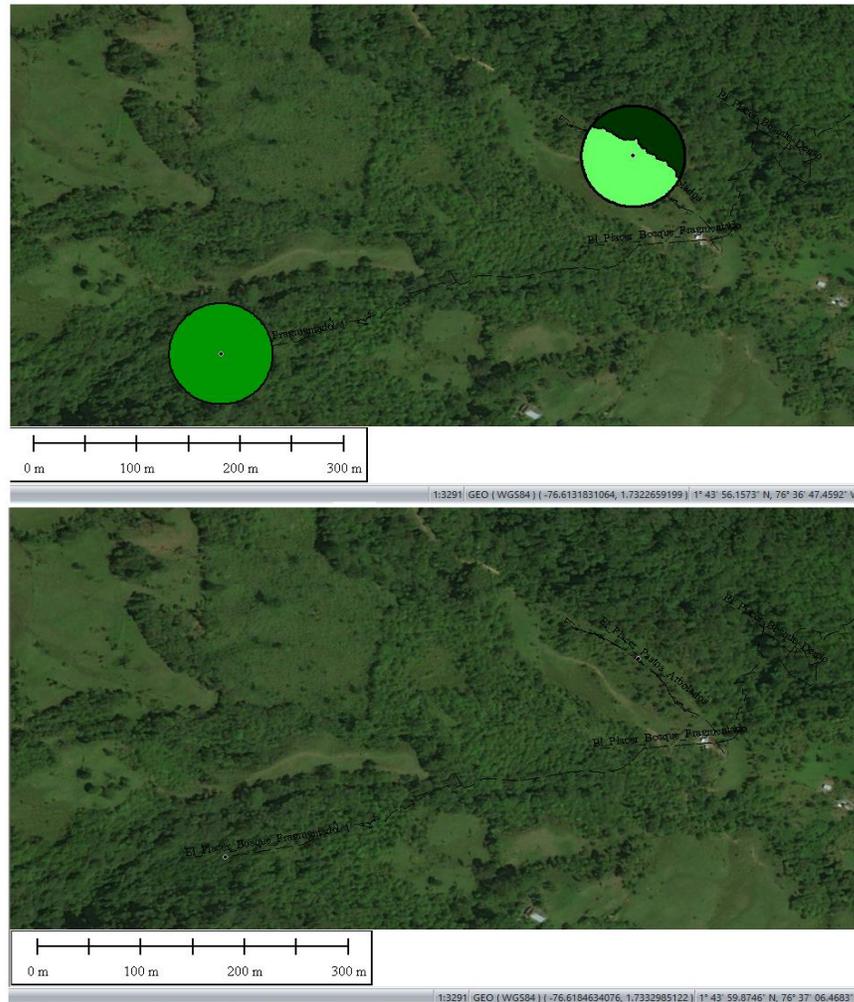


Figura 2. Cuantificación de la cantidad de área por tipo de cobertura para las tres localidades de muestreo elegidas. En la imagen superior se aprecian las coberturas de bosque denso (verde oscuro), bosque fragmentado (verde claro) y pastos arbolados (verde pálido) y en la imagen inferior, la cartografía base descargada de la plataforma SAS Planet.

6.3.2 Semillas dispersadas por las aves frugívoras. Para calcular la importancia de cada ave frugívora como agente dispersor, se utilizó el “Índice de Importancia del Dispersor” (IID) propuesto por Galindo-González *et al.* (2000). Este índice está basado en la abundancia relativa de las especies de aves capturadas y el porcentaje de muestras fecales con presencia de semillas. La abundancia relativa se determinó a partir de la proporción entre el número de individuos capturados por especie sobre el número total de individuos capturados por cobertura vegetal. El índice de Importancia del Dispersor varía entre valores de 0 y 10; así, Cero hace referencia a que no hubo semillas en las heces de una especie de ave, de modo que los valores cercanos a cero indican que la especie de ave dispersa pocas semillas. Por el contrario, el número 10 representa especies de aves que dispersan la mayoría o todas las semillas encontradas en un hábitat.

La fórmula es la siguiente:

$$IID = (S \times B) / 1000$$

Donde:

S = Porcentaje de las muestras fecales con semillas obtenidas por especie de ave.

B = Abundancia relativa de la especie de ave.

6.3.3 Capacidad de germinación de las semillas. La viabilidad de las semillas ingeridas por las aves frugívoras se determinó mediante el índice de capacidad de germinación, y se expresa como el porcentaje de semillas germinadas al finalizar el ensayo (Gaitán, 2009). La fórmula es la siguiente:

$$ICG = (SG/SS) \times 100$$

Donde:

SG = Número total de semillas germinadas al final del ensayo

SS = Número de semillas sembradas

6.3.4 Redes de interacción. A fin de visualizar las relaciones de las aves frugívoras con las especies de plantas dispersadas, se construyeron cuatro redes de interacción: una red por cada tipo de cobertura vegetal y una red general (Jordano *et al.*, 2009). Las interacciones ave-planta se representaron por medio de una matriz de adyacencia bipartita, donde la presencia de interacción entre ave y planta estuvo determinada por el número 1 y la ausencia de interacción se indicó con 0. En la matriz, las filas representaron las especies de plantas y las columnas las especies de aves (Acevedo y Gonzáles, 2019; Palacio, 2014). Las redes se graficaron utilizando el software estadístico de distribución libre RStudio versión 4.2.1 (R Core Team, 2021) y el programa Pajek64 versión 5.16, y se realizó el análisis de las métricas: conectancia, especialización y anidamiento, a través de los paquetes Bipartite y Networklevel en Rstudio (Dormann *et al.*, 2008, 2009) y de las métricas: centralidad por grados y centralidad por intermediación en Pajek64 5.16.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Composición de la avifauna frugívora

En total se capturaron 508 individuos de hábitos frugívoros pertenecientes a cinco órdenes, 15 familias y 45 especies de aves (Anexo 4-5); del total registrado, 201 individuos se capturaron en bosque fragmentado, 185 en bosque denso y 122 en pastos arbolados (Figura 3). Las dos familias con mayor riqueza de aves fueron Thraupidae y Tyrannidae con 16 y nueve especies respectivamente, lo que coincidió con otros estudios, por ejemplo: Rios *et al.*, 2007; Gomez *et al.*, 2008 y Yañez-Dukon *et al.*, 2021. Posiblemente, los resultados obtenidos presentaron ese patrón porque la mayoría de especies de Thraupidae y Tyrannidae son de hábitos generalistas, oportunistas y capaces de aprovechar una gran variedad de recursos (frutos e insectos), usualmente abundantes en casi cualquier ecosistema. Además, algunas especies pueden habitar zonas boscosas bien conservadas y áreas intervenidas antropogénicamente (Ávila-Campos, 2016). Por otra parte, y para otros grupos taxonómicos de hábitos frugívoros: Columbidae, Trogonidae, Momotidae, Ramphastidae, Pipridae, Tityridae, Vireonidae, Icteridae y Cardinalidae, sólo se registró una especie (Figura 4).

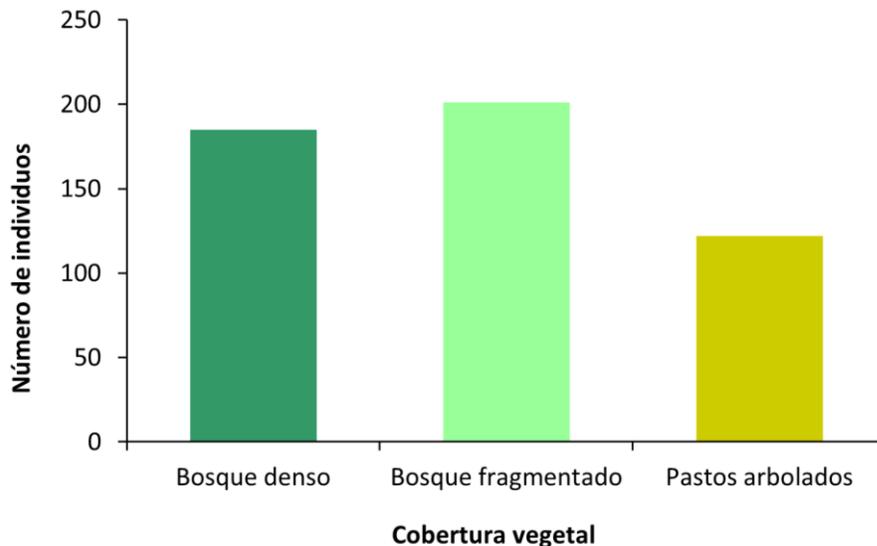


Figura 3. Número de aves frugívoras capturadas por tipo de cobertura vegetal.

Para el grupo de aves de las familias Thraupidae y Tyrannidae, las especies con mayor frecuencia de ocurrencia fueron *Mionectes striaticollis* con 183 individuos y *Myadestes ralloides* con 68. Estos resultados coincidieron con algunos estudios donde también han reportado a ambas especies como las más abundantes (Restrepo *et al.*, 1998; Parra y Uribe, 2019).

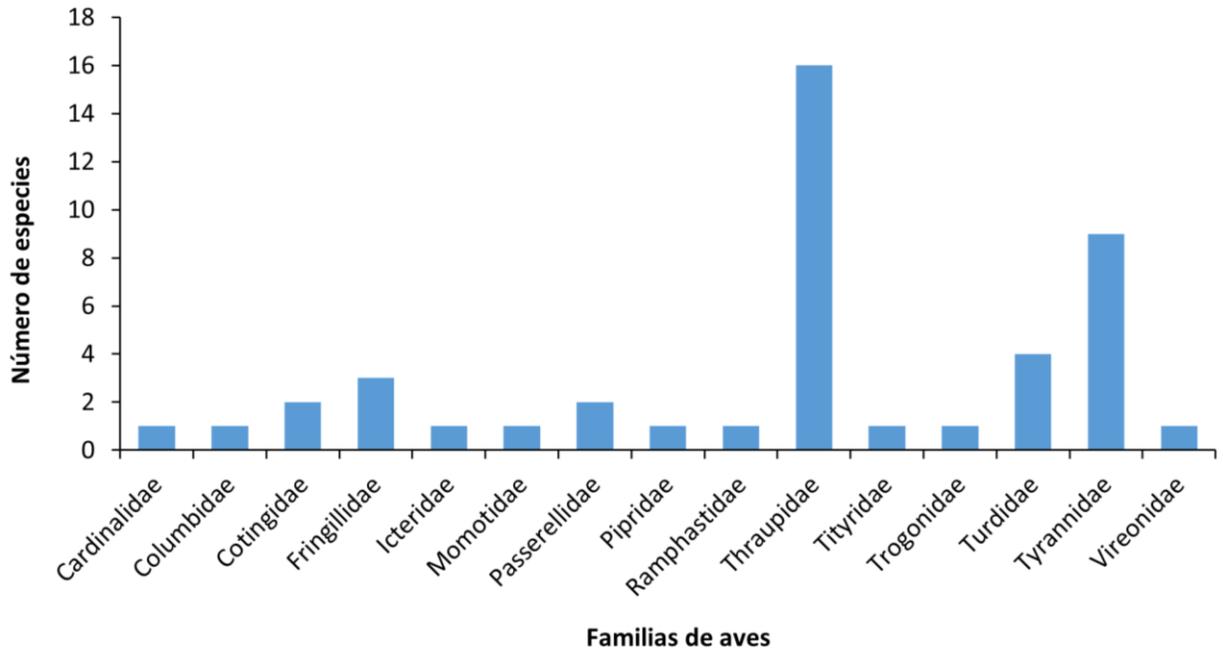


Figura 4. Número de especies de aves frugívoras capturadas por familia.

En cuanto a la riqueza de aves, en el bosque fragmentado se registraron 35 especies, en pastos arbolados hubo 29 y en bosque denso 25 especies (Figura 5). El patrón de resultados obtenidos coincidió con otros estudios realizados por Marín *et al.* (2007) y Castelblanco y Silva (2018), en los que se evidenció que las coberturas de bosque secundario y pastos arbolados tuvieron una mayor riqueza de aves respecto al bosque denso; lo anterior, se puede atribuir a factores como la proximidad de los bosques estudiados a extensos continuos de hábitat (Gilroy *et al.*, 2014). En el contexto de paisaje, las localidades muestreadas colindaron con siete áreas protegidas: PNN Complejo Volcánico Doña Juana-Cascabel, PNN Serranía de los Churumbelos, PNN Cueva de los Guácharos, PNN Puracé, PNR El Aletón,

Reserva Forestal Protectora Serranía La Vieja y Reserva Forestal Protectora Oxígeno Verdeyaco, áreas que aún mantienen continuos de hábitat primario, según lo reportado por los análisis de integridad ecológica realizados por las autoridades ambientales (Muñoz, 2018).

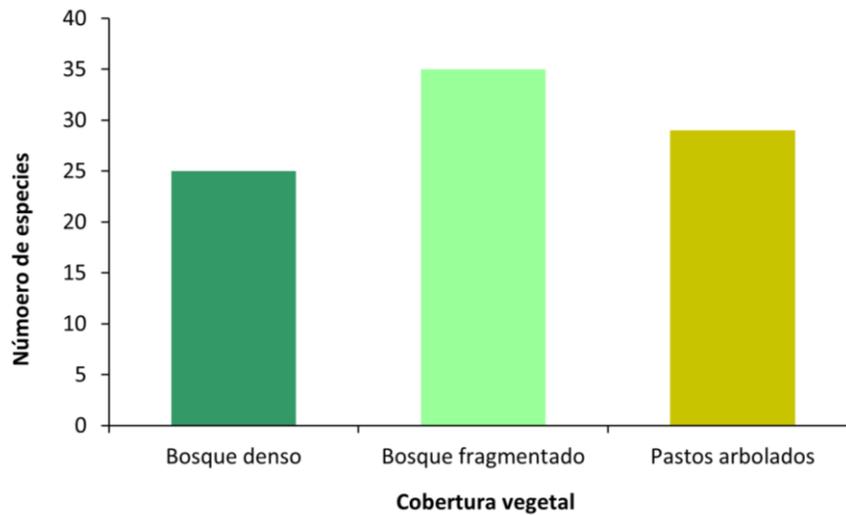
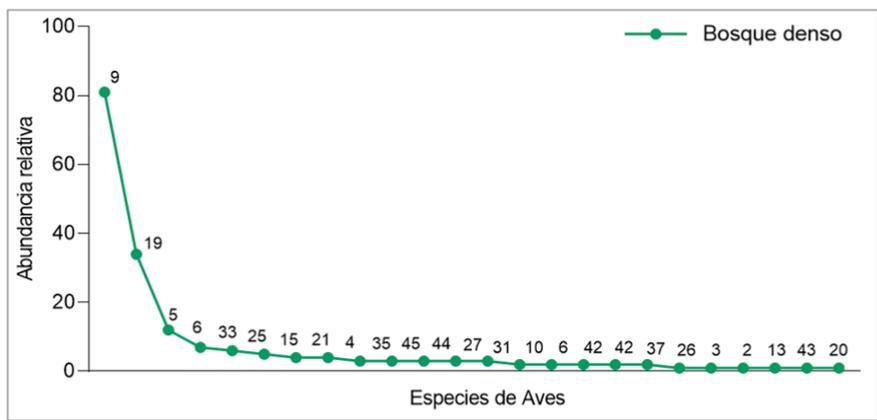


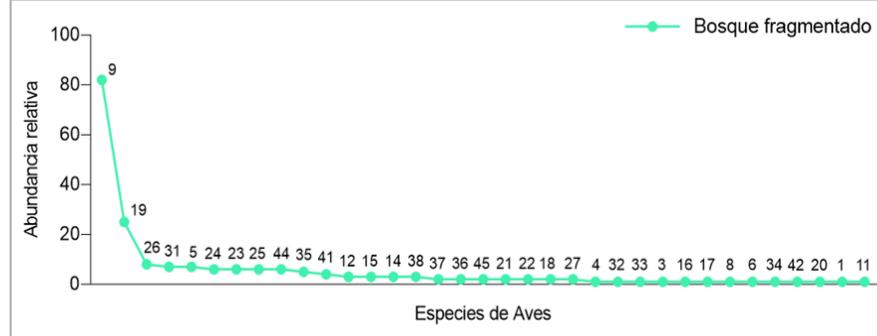
Figura 5. Número de especies de aves frugívoras capturadas por tipo de cobertura vegetal.

Respecto a la riqueza de aves, para la familia Thraupidae se registró la mayor cantidad de especies con 16, posiblemente, porque las tángaras representan uno de los grupos de aves ecológicas más biodiversos del mundo. Así, las tángaras se pueden encontrar en gran variedad de hábitats como bosques, bosques riparios, vegetación secundaria, bordes de bosque, zonas arboladas, cultivos, pastizales y jardines (Hilty y Brown, 2001; Ayerbe, 2018; McMullan *et al.*, 2021). Con relación a Tyrannidae se registró la mayor cantidad de individuos con 212, posiblemente, porque esta familia es la más diversa del Neotrópico (Traylor, 1977), y también, la más diversa del país (Quesada-Acuña *et al.*, 2018; McMullan *et al.*, 2021), debido a que se encuentran en todo tipo de hábitats, tanto conservados como intervenidos (Vergara *et al.*, 2017; Carrillo y Vergara, 2020). Los atrapamoscas (Tyrannidae) son de hábitos insectívoros y permanecen perchados para salir a capturar insectos al

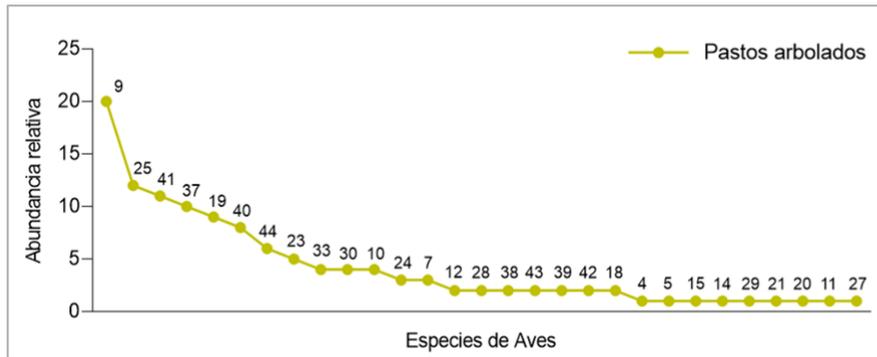
vuelo; sin embargo, algunas especies consumen frutos, por lo que sus dietas son mixtas (Winkler *et al.*, 2020). En el área de estudio, *Mionectes striaticollis* fue la especie con la mayor frecuencia de ocurrencia con 183 individuos, posiblemente, porque se encuentra distribuida a lo largo de la región andina de Colombia (Fitzpatrick, 1980). Aunque no se ha cuantificado su densidad poblacional, esta especie está catalogada como “común” (Stotz *et al.*, 1996) y sobresale como un atrapamoscas altamente frugívoro. En las curvas de rango-abundancia, se puede apreciar su dominancia en los tres tipos de cobertura (Figura 6).



<i>Mionectes striaticollis</i>	81
<i>Myadestes ralloides</i>	34
<i>Masius chrysopterus</i>	12
<i>Pipreola riefferii</i>	7
<i>Diglossa cyanea</i>	6
<i>Euphonia xanthogaster</i>	5



<i>Mionectes striaticollis</i>	82
<i>Myadestes ralloides</i>	25
<i>Arremon brunneinucha</i>	8
<i>Diglossa glauca</i>	7
<i>Masius chrysopterus</i>	7
<i>Chlorophonia cyanea</i>	6



<i>Mionectes striaticollis</i>	20
<i>Euphonia xanthogaster</i>	12
<i>Tangara nigroviridis</i>	11
<i>Anisognathus somptuos</i>	10
<i>Myadestes ralloides</i>	9
<i>Tangara vassorii</i>	8

Figura 6. Curvas de rango-abundancia elaboradas para las especies de aves frugívoras reportadas por cobertura vegetal. Los números empleados en los gráficos corresponden a las especies reportadas en el Anexo 4. A la derecha de cada gráfico se presentan las seis especies más abundantes por tipo de cobertura vegetal con su respectiva abundancia relativa.

En general, los resultados obtenidos evidenciaron que la riqueza y composición de aves fue diferente entre coberturas vegetales (Anexo 4); en ese sentido, las coberturas de bosque denso y de bosque fragmentado se caracterizaron por favorecer la presencia de aves vulnerables a la pérdida de hábitat y con dependencia por bosques naturales bien conservados, entre ellas: *Pharomachrus auriceps*, *Pipreola riefferii*, *Pachyramphus versicolor* y *Chlorochrysa calliparaea*. De igual forma, durante los muestreos con redes de niebla se evidenció la presencia de otras especies de aves frugívoras como: *Nothocercus bonapartei* (Tinamidae), *Chamaepetes goudotii* y *Aburria aburri* (Cracidae), *Odontophorus hyperythrus* (Odontophoridae), *Andigena hypoglauca* y *Andigena nigrirostris* (Ramphastidae), *Pharomachrus antisianus* (Trogonidae), *Trogon personatus* (Trogonidae) e *Hypopyrrhus pyrohypogaster* (Icteridae), que aunque no se capturaron utilizando redes de niebla, si evidenciaron el potencial de las coberturas boscosas de Santa Rosa, como un área clave para el mantenimiento de dinámicas ecológicas como la dispersión de semillas y la presencia de continuos de hábitat.

7.2 Cantidad de área estimada por cobertura vegetal

Después de realizar la delimitación manual de las coberturas vegetales, se calculó la cantidad de área presente por punto de muestreo (redes de niebla) presente en las tres localidades elegidas. Inicialmente, para cada círculo digital de 100 metros de diámetro ubicado sobre la cartografía georreferenciada, se obtuvo un área de 0.79 hectáreas, equivalentes al 100% del área de interés. De este modo, para las coberturas bosque denso y bosque fragmentado de El Placer, Serranía La Vieja y La Cocha, se obtuvo una cantidad de bosque equivalente al 100% al área

de interés (Tabla 1); no obstante, para los pastos arbolados de El Placer, se calculó una cantidad 0.50 ha de pastos arbolados (63%) y 0.29 ha de bosque denso (37%). Así mismo, para los pastos arbolados de Serranía La Vieja, se obtuvo un área de 0.54 ha de bosque fragmentado (68%) y de 0.25 ha de pastos arbolados (32%), y para los pastos arbolados de La Cocha, hubo 0.58 ha de bosque fragmentado (74%) y 0.21 ha de pastos arbolados (26%) (Tabla 1).

Tabla 1. Estimaciones porcentuales obtenidas por cobertura vegetal y localidad de muestreo.

Localidad	Altitud	Cobertura	Porcentaje de hábitat por estación de muestreo		
			Bosque denso	Bosque fragmentado	Pastos arbolados
El Placer	1974	Bosque denso	100	0	0
	2067	Bosque fragmentado	0	100	0
	1980	Pastos arbolados	37	0	63
Serranía La Vieja	2042	Bosque denso	100	0	0
	1805	Bosque fragmentado	0	100	0
	1862	Pastos arbolados	0	68	32
La Cocha	1842	Bosque denso	100	0	0
	1769	Bosque fragmentado	0	100	0
	1690	Pastos arbolados	0	74	26

7.3 Modelos Lineales Generalizados (MLG)

A fin de profundizar en las asociaciones de paisaje entre las aves frugívoras reportadas y las coberturas vegetales elegidas, se elaboraron Modelos Lineales Generalizados (MLG) con distribución de Poisson (Tabla 2).

Tabla 2. Modelos Lineales Generalizados con distribución de Poisson para frugívoros capturados utilizando redes de niebla. Los valores de significancia de p fueron significativos si $p \leq 0.05$.

Especie	Covariable	X^2	P	Sector		Mes	
				X^2	p	X^2	p
<i>Anisognathus somptuosus</i>	Altitud	0.03	0.86	7.31	0.02		
	Bosque denso	1.15	0.28	15.36	4.62×10^{-4}	19.27	3.73×10^{-3}
	Bosque fragmentado	1.06	0.30	12.03	2.45×10^{-3}		

	Pastos arbolados	10.51	1.19x10 ⁻³	5.58	0.06		
	Altitud	2.19	0.14	2.74	0.25		
<i>Arremon brunneinucha</i>	Bosque denso	2.82	0.09	2.06	0.36	1.02	0.98
	Bosque fragmentado	7.53	6.08x10 ⁻³	2.02	0.36		
	Pastos arbolados	NA	NA	NA	NA		
	Altitud	0.53	0.46	7.68	0.02		
<i>Aulacorhynchus alvibitta</i>	Bosque denso	1.36	0.24	10.30	5.79x10 ⁻³	3.36	0.76
	Bosque fragmentado	0.44	0.51	9.23	9.90x10 ⁻³		
	Pastos arbolados	0.44	0.51	11.41	3.32x10 ⁻³		
	Altitud	4.43	0.03	7.32	0.02		
<i>Chlorophonia cyanea</i>	Bosque denso	7.33	6.79x10 ⁻³	23.82	6.73x10 ⁻⁶	22.72	8.96x10 ⁻⁴
	Bosque fragmentado	4.16	0.04	22.53	1.28x10 ⁻⁵		
	Pastos arbolados	0.00	1.00	18.77	8.40x10 ⁻⁵		
	Altitud	2.37	0.12	9.78	7.51x10 ⁻³		
<i>Chlorophonia cyanocephala</i>	Bosque denso	6.34	0.01	27.94	8.56x10 ⁻⁷	17.24	8.44x10 ⁻³
	Bosque fragmentado	2.08	0.15	26.09	2.16x10 ⁻⁶		
	Pastos arbolados	0.69	0.40	20.31	3.89x10 ⁻⁵		
	Altitud	0.05	0.83	1.63	0.44		
	Bosque denso	4.01	0.04	4.57	0.10		
<i>Diglossa cyanea</i>	Bosque fragmentado	7.07	7.83x10 ⁻³	2.46	0.29	23.33	6.94x10 ⁻⁴
	Pastos arbolados	0.56	0.45	3.93	0.14		
	Altitud	0.34	0.56	6.51	0.04		
	Bosque denso	0.54	0.46	9.68	7.89x10 ⁻³		
<i>Diglossa glauca</i>	Bosque fragmentado	2.35	0.12	8.64	0.01	11.43	0.07
	Pastos arbolados	NA	NA	NA	NA		
	Altitud	0.05	0.82	4.11	0.13		
	Bosque denso	NA	NA	NA	NA		
<i>Elaenia frantzii</i>	Bosque fragmentado	5.65	0.02	5.02	0.08	8.91	0.18
	Pastos arbolados	0.30	0.59	4.44	0.11		
	Altitud	5.80	0.01	8.20	0.02		
	Bosque denso	0.74	0.39	2.72	0.26		
<i>Euphonia xanthogaster</i>	Bosque fragmentado	0.01	0.91	2.18	0.34	32.42	1.35x10 ⁻⁵
	Pastos arbolados	3.20	0.07	0.77	0.68		
	Altitud	1.02	0.31	2.26	0.32		
	Bosque denso	4.80	0.03	1.42	0.49		
<i>Masius chrysopterus</i>	Bosque fragmentado	1.44	0.23	1.58	0.45	3.92	0.69
	Pastos arbolados	9.76	1.78x10 ⁻³	1.08	0.58		
	Altitud	0.20	0.65	0.30	0.86		
	Bosque denso	0.89	0.34	0.75	0.69		
<i>Mecocerculus minor</i>	Bosque fragmentado	0.24	0.62	0.65	0.72	11.04	0.09
	Pastos arbolados	0.95	0.33	1.25	0.53		
	Altitud	2.04	0.15	50.35	1.16x10 ⁻¹¹		
	Bosque denso	7.00	8.15x10 ⁻³	49.96	1.42x10 ⁻¹¹		
<i>Mionectes striaticollis</i>	Bosque fragmentado	0.05	0.83	48.44	3.03x10 ⁻¹¹	32.82	1.13x10 ⁻⁵
	Pastos arbolados	42.92	5.71x10 ⁻¹¹	47.70	4.39x10 ⁻¹¹		
	Altitud	0.00	0.98	5.18	0.07		
	Bosque denso	7.85	5.09x10 ⁻³	6.62	0.04		
<i>Myadestes ralloides</i>	Bosque fragmentado	2.89	0.09	6.57	0.04	27.10	1.39x10 ⁻⁴
	Pastos arbolados	8.29	3.99x10 ⁻³	7.31	0.02		
	Altitud	2.48	0.11	14.95	5.66x10 ⁻⁴		
	Bosque denso	8.65	3.27x10 ⁻³	16.60	2.48x10 ⁻⁴		
<i>Pipreola riefferii</i>	Bosque fragmentado	1.84	0.17	13.60	1.11x10 ⁻³	15.54	0.02
	Pastos arbolados	NA	NA	NA	NA		

	Altitud	0.29	0.58	7.07	0.03		
<i>Pyrrhomyias cinnameus</i>	Bosque denso	0.05	0.83	7.81	0.02	7.39	0.28
	Bosque fragmentado	1.10	0.29	8.19	0.02		
	Pastos arbolados	3.34	0.07	9.25	9.81x10 ⁻³		
	Altitud	10.99	9.10x10 ⁻⁴	12.50	1.93x10 ⁻³		
<i>Rupicola peruvianus</i>	Bosque denso	0.01	0.93	4.25	0.12	6.13	0.41
	Bosque fragmentado	0.03	0.85	4.24	0.12		
	Pastos arbolados	0.04	0.83	4.25	0.12		
	Altitud	0.10	0.76	11.01	4.07x10 ⁻³		
<i>Sphenopsis frontalis</i>	Bosque denso	0.02	0.87	11.57	3.07x10 ⁻³	3.41	0.76
	Bosque fragmentado	0.40	0.53	11.23	3.64x10 ⁻³		
	Pastos arbolados	NA	NA	NA	NA		
	Altitud	0.36	0.55	1.47	0.48		
<i>Stilpnia heinei</i>	Bosque denso	NA	NA	NA	NA	9.96	0.13
	Bosque fragmentado	5.18	0.02	5.24	0.07		
	Pastos arbolados	0.14	0.71	4.39	0.11		
	Altitud	2.03	0.15	2.03	0.36		
<i>Tangara labradorides</i>	Bosque denso	0.20	0.65	4.23	0.12	6.14	0.41
	Bosque fragmentado	0.47	0.49	4.13	0.13		
	Pastos arbolados	0.17	0.68	4.11	0.13		
	Altitud	0.74	0.39	7.05	0.03		
<i>Tangara nigroviridis</i>	Bosque denso	0.98	0.32	22.36	1.39x10 ⁻⁵	24.20	4.80x10 ⁻⁴
	Bosque fragmentado	0.80	0.37	18.34	1.04x10 ⁻⁴		
	Pastos arbolados	8.02	4.63x10 ⁻³	11.10	3.88x10 ⁻³		
	Altitud	2.06	0.15	0.81	0.67		
<i>Tangara parzudakii</i>	Bosque denso	0.76	0.38	5.58	0.06	9.96	0.13
	Bosque fragmentado	0.01	0.92	5.79	0.05		
	Pastos arbolados	NA	NA	NA	NA		
	Altitud	4.46	0.03	17.58	1.52x10 ⁻⁴		
<i>Tangara vassorii</i>	Bosque denso	0.36	0.55	17.94	1.27x10 ⁻⁴	31.13	2.39x10 ⁻⁵
	Bosque fragmentado	NA	NA	NA	NA		
	Pastos arbolados	17.58	2.76x10 ⁻⁵	0.00	1.00		
	Altitud	7.02	8.04x10 ⁻⁴	2.23	0.33		
<i>Tangara xanthocephala</i>	Bosque denso	0.60	0.44	18.50	9.61x10 ⁻⁵	9.86	0.13
	Bosque fragmentado	0.03	0.86	17.37	1.69x10 ⁻⁴		
	Pastos arbolados	0.75	0.39	14.84	5.97x10 ⁻⁴		
	Altitud	0.00	0.95	0.27	0.87		
<i>Turdus fulviventris</i>	Bosque denso	1.31	0.25	0.34	0.84	5.54	0.48
	Bosque fragmentado	0.52	0.47	0.39	0.82		
	Pastos arbolados	1.59	0.21	0.25	0.88		
	Altitud	7.77	5.30x10 ⁻³	0.91	0.63		
<i>Zonotrichia capensis</i>	Bosque denso	0.81	0.37	4.71	0.09	15.03	0.20
	Bosque fragmentado	0.40	0.53	4.53	0.10		
	Pastos arbolados	0.33	0.56	5.07	0.08		

Altitud: Los resultados obtenidos a través de los Modelos Lineales Generalizados revelaron que la altitud tuvo una asociación significativa con la abundancia relativa reportada para 11 especies de hábitos frugívoros (Tabla 2); sin embargo, para algunas especies, se registró una mayor cantidad de individuos en determinados rangos altitudinales. Así, para la localidad de El Placer, ubicada entre

1974-2067m, cinco especies tuvieron abundancias relativas significativamente mayores respecto a lo obtenido en la Serranía La Vieja y La Cocha. De esa forma, para *Euphonia xanthogaster* ($X^2=5.80$, $p=0.01$) se capturaron 11 individuos (48%) de 17, mientras que, para *Anisognathus somptuosus* ($X^2=7.31$, $p=0.02$) se capturaron 10 individuos (77%) de 17. Con relación a las tres especies restantes, para *Tangara nigroviridis* ($X^2=11.01$, $p=4.07 \times 10^{-3}$) se reportaron 14 individuos (82%) de 17, para *Pipreola riefferii* ($X^2=14.95$, $p=5.66 \times 10^{-4}$) se registraron ocho individuos (100%) y para *Tangara vassorii* ($X^2=17.58$, $p=1.52 \times 10^{-4}$) también hubo ocho individuos (100%), lo que evidenció una preferencia de estas especies por las coberturas vegetales más elevadas dentro del gradiente estudiado.

Para la Serranía La Vieja se registraron cinco especies de hábitos frugívoros que tuvieron abundancias relativas significativamente mayores respecto a lo obtenido en las localidades de El Placer y La Cocha; así, para *Mionectes striaticollis* ($X^2=50.35$, $p=1.16 \times 10^{-11}$) se capturaron 106 individuos (58%) de 183, mientras que, para *Myadestes ralloides* ($X^2=5.18$, $p=0.07$), hubo 31 individuos (45%) de 68. Igualmente, para *Pyrrhomyias cinnamomeus* ($X^2=7.07$, $p=0.03$) se registraron cinco individuos (83%) de seis, mientras que para *Sphenopsis frontalis* ($X^2=11.01$, $p=4.07 \times 10^{-3}$) se capturaron siete individuos (87.5%) de ocho. Para *Zonotrichia capensis* ($X^2=7.77$, $p=5.30 \times 10^{-3}$) hubo seis capturas (100%), lo que evidenció una mayor frecuencia de ocurrencia de esas cinco especies a elevaciones medias (1805-2042m).

Por último, para la localidad de La Cocha, ubicada entre 1690-1842m, dos especies tuvieron una abundancia relativa significativamente mayor en las coberturas localizadas hacia la franja inferior. Para *Rupicola peruvianus* ($X^2=10.99$, $p=9.10 \times 10^{-4}$) se reportaron tres individuos de cinco (60%), mientras que para *Diglossa glauca* ($X^2=6.51$, $p=0.04$), se capturaron siete individuos de nueve (78%).

Coberturas vegetales: Con relación a las coberturas vegetales elegidas, tres especies de aves tuvieron una abundancia relativa significativamente mayor en la cobertura de bosque denso. Así, para *Anisognathus somptuosus* ($X^2=15.36$,

$p=4.62 \times 10^{-4}$) se capturaron nueve individuos de 13, mientras que, para *Diglossa cyanea* ($X^2=4.01$, $p=0.04$) hubo 10 individuos de 11 y para *Masius chrysopterus* ($X^2=4.80$, $p=0.03$) 12 individuos de 20, lo que evidenció una preferencia de esas tres especies por coberturas boscosas bien conservadas (Tabla 2). Por otra parte, del total de aves frugívoras reportadas, cinco especies tuvieron una abundancia relativa significativamente mayor en la cobertura de bosque fragmentado; así, para *Diglossa glauca* ($X^2=8.64$, $p=0.01$), se registraron siete individuos de nueve, en tanto que, para *Arremon brunneinucha* ($X^2=7.53$, $p=6.08 \times 10^{-3}$), se capturaron ocho individuos de nueve en los bosques fragmentados de la Serranía La Vieja.

Con relación a las especies del género *Tangara*, el 60% de los individuos (nueve de 15) de *T. xanthocephala* ($X^2=17.37$, $p=1.69 \times 10^{-4}$) y el 80% de individuos (cuatro de cinco) de *Stilpnia heinei* ($X^2=5.18$, $p=0.02$), se capturaron en bosques fragmentados, lo que demostró una preferencia de las tångaras por coberturas conservadas con leves intervenciones antropogénicas. Los cinco individuos capturados de *Elaenia frantzii* ($X^2=5.65$, $p=0.02$) también presentaron una asociación significativa con la cobertura de bosque fragmentado.

En la cobertura de pastos arbolados se reportaron cinco especies de aves con abundancias relativas significativamente mayores respecto a lo obtenido en coberturas boscosas. Así, para *Euphonia xanthogaster* ($X^2=3.20$, $p=0.07$), 12 individuos (52%) de 23 se asociaron a los pastos arbolados, mientras que, para *Tangara nigroviridis* ($X^2=11.10$, $p=3.88 \times 10^{-3}$), se capturaron 11 individuos (65%) de 17. Para *Pyrrhomyias cinammomeus* ($X^2=9.25$, $p=9.81 \times 10^{-3}$) se registraron cuatro individuos (67%) de seis, en tanto que, para *Anisognathus somptuosus* se capturaron 10 individuos (77%) de 13. De igual manera, para *Tangara vassorii* ($X^2=17.58$, $p=2.76 \times 10^{-5}$) se registraron ocho individuos (100%) en los pastos arbolados de El Placer.

7.3.1 MLG elaborados para coberturas de bosque denso, bosque fragmentado y pastos arbolados en el contexto de paisaje. Cinco especies de hábitos frugívoros se registraron exclusivamente en la localidad de El Placer: *Chlorophonia*

cianocephala (11 individuos), *C. cyanea* (nueve individuos), *Pipreola riefferii* (ocho individuos), *Tangara vassorii* (ocho individuos) y *Aulacorhynchus albivitta* (cinco individuos), lo que evidenció una asociación significativa entre la avifauna reportada en esa localidad y los diferentes elementos del paisaje. Para *A. albivitta*, por ejemplo, se reportaron cuatro individuos (80%) en la cobertura de bosque denso, por lo que los Modelos Lineales Generalizados revelaron una asociación significativa entre *A. albivitta* y bosques conservados ($X^2=10.30$, $p=5.79 \times 10^{-3}$). Así mismo, en el contexto de paisaje, las coberturas de pastos arbolados estuvieron combinadas con continuos de bosque denso, lo que favoreció la movilidad de algunas especies y posiblemente, proporcionó una variada oferta de recursos frutales para individuos de *C. cianocephala* ($X^2=20.31$, $p=3.89 \times 10^{-5}$), *C. cyanea* ($X^2=18.77$, $p=8.40 \times 10^{-5}$), *T. vassorii* ($X^2=17.94$, $p=1.27 \times 10^{-4}$) y *A. albivitta* ($X^2=11.41$, $p=3.32 \times 10^{-3}$). Por otra parte, los ocho individuos (100%) registrados para *Pipreola riefferii*, una especie de frutero residente en coberturas boscosas bien conservadas, también tuvieron una asociación significativa con los continuos de hábitat representados por combinaciones de bosque denso ($X^2=16.60$, $p=2.48 \times 10^{-4}$) y bosque fragmentado ($X^2=13.60$, $p=1.11 \times 10^{-3}$).

Dentro del gradiente altitudinal estudiado, algunas especies respondieron significativamente a los continuos de hábitat conformados por asociaciones entre las coberturas de bosque denso y bosque fragmentado. Por ejemplo, para *Mionectes striaticollis*, se capturaron 183 individuos, 82 en bosque fragmentado ($X^2=48.44$, $p=3.03 \times 10^{-11}$) y 81 en bosque denso ($X^2=49.96$, $p=1.42 \times 10^{-11}$), evidenciando una notable preferencia por continuos de bosques, especialmente, de la Serranía La Vieja, donde se capturaron 106 individuos. Para *Myadestes ralloides*, de un total de 68 capturas, 34 tuvieron una asociación significativa con la cobertura de bosque denso ($X^2=7.85$, $p=5.09 \times 10^{-3}$), mientras que 25 individuos se asociaron al bosque fragmentado ($X^2=6.57$, $p=0.04$). Por otra parte, para *Sphenopsis frontalis* (ocho individuos), se registraron cinco individuos en el bosque fragmentado ($X^2=11.23$, $p=3.64 \times 10^{-3}$) y tres en el bosque denso ($X^2=11.57$, $p=3.07 \times 10^{-3}$) y para

Tangara parzudakii (cinco individuos) hubo tres capturas en el bosque denso ($X^2=5.58$, $p=0.06$) y dos en el bosque fragmentado ($X^2=5.79$, $p=0.05$).

Mes: Los Modelos Lineales Generalizados revelaron diferencias significativas para las abundancias relativas registradas entre meses para nueve especies frugívoras: *Anisognathus somptuosus* ($X^2=19.27$, $p=3.73 \times 10^{-3}$), *Chlorophonia cyanea* ($X^2=22.72$, $p=8.96 \times 10^{-4}$), *C. cyanocephala* ($X^2=17.24$, $p=8.44 \times 10^{-3}$), *Diglossa cyanea* ($X^2=23.33$, $p=6.94 \times 10^{-4}$), *Euphonia xanthogaster* ($X^2=32.42$, $p=1.35 \times 10^{-5}$), *Mionectes striaticollis* ($X^2=32.82$, $p=1.13 \times 10^{-5}$), *Myadestes ralloides* ($X^2=27.10$, $p=1.39 \times 10^{-4}$), *Tangara nigroviridis* ($X^2=24.20$, $p=4.80 \times 10^{-4}$) y *T. vassorii* ($X^2=31.13$, $p=2.39 \times 10^{-5}$). Del total de capturas obtenidas, cinco especies fueron significativamente más abundantes en el primer mes, este fue el caso de *Euphonia xanthogaster* (13 individuos), *Tangara nigroviridis* (nueve individuos), *Tangara vassorii* (ocho individuos) y *Anisognathus somptuosus* (seis individuos). En el tercer mes, se registró la mayor abundancia relativa para *Mionectes striaticollis* con 47 individuos, mientras que, en el cuarto mes, se registró la mayor cantidad de capturas para *Myadestes ralloides* con 23. En el quinto mes, se capturó el mayor número de individuos para *C. cyanea* con cinco, mientras que, en los meses sexto y séptimo, se reportó la abundancia relativa más alta para *C. cyanocephala* y *Pipreola riefferii*, con cuatro individuos para ambas especies.

7.4 Especies de aves con una frecuencia de ocurrencia inferior a cinco capturas

De las 45 especies de aves frugívoras capturadas, 20 especies tuvieron una frecuencia de ocurrencia inferior a cinco individuos. De ese total, 19 especies se asociaron a las coberturas de bosque denso y bosque fragmentado; así, *Pharomachrus auriceps* se registró en la cobertura de bosque denso de El Placer, mientras que *Phyllomyias nigrocapillus* se capturó en el bosque denso de la Serranía La Vieja. Por otra parte, para la cobertura de bosque fragmentado, *Myiophobus phoenicomitra*, *Myiarchus cephalotes*, *Chlorochrysa calliparaea* y

Diglossa caerulescens, se reportaron en El Placer, *Tachyphonus rufus* y *Turdus serranus* se registraron la Serranía La Vieja y *Pachyramphus versicolor* y *Zentrygon frenata* se capturaron en la localidad de La Cocha.

Por otra parte, para la cobertura de pastos arbolados solamente se registraron cuatro especies exclusivas: tres en La Cocha: *Psarocolius angustifrons*, *Iridophanes pulcherrimus* y *Tangara cyanicollis*, y una en El Placer: *Piranga rubra*. Si bien estas especies se capturaron exclusivamente en áreas de pastizales con árboles dispersos, es importante señalar que los pastos arbolados siempre estuvieron rodeados por remanentes de bosque fragmentado, lo cual pudo diversificar la disponibilidad de recursos y favorecer tanto la movilidad como la presencia de esas especies. De igual forma, cuatro especies más se asociaron a dos tipos de cobertura y a dos localidades diferentes. Por ejemplo, *Mecocerculus poecilocercus* se reportó en la cobertura de bosque fragmentado de El Placer y a la cobertura de pastos arbolados de la Serranía La Vieja, en tanto que, *Momotus aequatorialis* se registró en los bosques fragmentados de El Placer y en el bosque denso de La Cocha. Por otra parte, *Tangara chrysotis* y *Turdus leucops* se capturaron en el bosque denso de la Serranía La Vieja y en los pastos arbolados de La Cocha.

7.5 Semillas dispersadas por las aves frugívoras

A través del uso de redes de niebla se capturaron 508 individuos de 45 especies de aves; de ese total, se obtuvieron 337 excretas en las que se colectaron 30576 semillas. Del total de semillas obtenidas, se lograron reconocer 45 morfotipos, de los que cinco se identificaron hasta nivel de familia, 10 hasta género y uno hasta especie. Las especies de aves para las que se obtuvo una mayor cantidad de muestras fecales fueron *Myadestes ralloides* con 41 (26,11%) y *Mionectes striaticolis* con 27 (17,20%) (Tabla 3).

Tabla 3. Morfotipos de semillas encontrados en las excretas de las aves capturadas utilizando redes de niebla. Para cada morfotipo se indica la cantidad de semillas obtenidas en las excretas **T.SEM**, cantidad de semillas obtenidas por especie de ave **TSA**, semillas en el total de excretas recogidas **TES** y total de excretas en donde se encontró el morfotipo **TEM**.

Morfotipo	T.SEM	TSA	Especie de ave	TES	TEM
1	26595	13675	<i>Myadestes ralloides</i>	41	31
		2064	<i>Tangara xanthocephala</i>	7	6
		1998	<i>Turdus fulviventris</i>	4	2
		1788	<i>Anisognathus somptuosus</i>	9	8
		1538	<i>Tangara nigroviridis</i>	8	8
		1234	<i>Euphonia xanthogaster</i>	12	7
		843	<i>Tangara vassorii</i>	2	2
		662	<i>Chlorophonia cyanea</i>	4	2
		572	<i>Tangara labradorides</i>	5	2
		549	<i>Chlorochrysa calliparaea</i>	2	2
		363	<i>Pipreola riefferii</i>	1	1
		327	<i>Turdus serranus</i>	2	2
		268	<i>Stilpnia heinei</i>	1	1
		241	<i>Mionectes striaticollis</i>	27	3
		150	<i>Masius chrysopterus</i>	6	5
		133	<i>Tangara parzudakii</i>	5	1
		64	<i>Myiophobus phoenicomitra</i>	1	1
		41	<i>Elaenia frantzii</i>	2	1
		30	<i>Turdus leucops</i>	1	1
		28	<i>Tangara chrysotis</i>	3	2
22	<i>Diglossa caerulescens</i>	1	1		
5	<i>Rupicola peruvianus</i>	3	1		
2	10	10	<i>Myadestes ralloides</i>	41	1
3	8	8	<i>Euphonia xanthogaster</i>	12	1
4	355	249	<i>Euphonia xanthogaster</i>	12	3
		63	<i>Myadestes ralloides</i>	41	4
		37	<i>Tangara labradorides</i>	5	
		4	<i>Masius chrysopterus</i>	6	1
		2	<i>Tangara parzudakii</i>	5	1
5	5	5	<i>Mionectes striaticollis</i>	27	2
6	40	40	<i>Euphonia xanthogaster</i>	12	1
7	97	16	<i>Chlorophonia cyanea</i>	4	3
		67	<i>Chlorophonia cyanocephala</i>	4	4
		14	<i>Euphonia xanthogaster</i>	12	2
8	3	3	<i>Rupicola peruvianus</i>	3	1
9	3	3	<i>Mionectes striaticollis</i>	26	1
10	87	66	<i>Momotus aequatorialis</i>	1	1

		17	<i>Myadestes ralloides</i>	41	4
		3	<i>Elaenia frantzii</i>	2	1
		1	<i>Tangara chrysotis</i>	3	1
11	1157	1157	<i>Myadestes ralloides</i>	41	1
12	1	1	<i>Euphonia xanthogaster</i>	12	1
13	1	1	<i>Mionectes striaticollis</i>	27	1
14	3	3	<i>Rupicola peruvianus</i>	3	1
15	316	316	<i>Myadestes ralloides</i>	41	3
16	21	21	<i>Mionectes striaticollis</i>	27	2
17	6	2	<i>Mionectes striaticollis</i>	27	1
		4	<i>Myadestes ralloides</i>	41	2
18	118	108	<i>Mionectes striaticollis</i>	27	5
		10	<i>Mecocerculus minor</i>	1	1
19	305	284	<i>Aulacorhynchus albivitta</i>	2	1
		21	<i>Tangara cyanicollis</i>	2	1
20	5	5	<i>Aulacorhynchus albivitta</i>	2	1
21	295	247	<i>Mionectes striaticollis</i>	27	11
		22	<i>Tangara chrysotis</i>	3	1
		14	<i>Tangara labradorides</i>	5	2
		6	<i>Mecocerculus minor</i>	1	1
		5	<i>Tangara cyanicollis</i>	2	2
		1	<i>Diglossa caerulescens</i>	1	1
22	3	3	<i>Mionectes striaticollis</i>	27	1
23	113	53	<i>Tangara xanthocephala</i>	7	1
		50	<i>Tangara parzudakii</i>	5	1
		10	<i>Tangara labradorides</i>	5	1
24	37	37	<i>Tangara parzudakii</i>	5	1
25	20	20	<i>Mionectes striaticollis</i>	27	3
26	757	700	<i>Anisognathus somptuosus</i>	9	1
		57	<i>Tangara parzudakii</i>	5	1
27	17	12	<i>Tangara parzudakii</i>	5	2
		5	<i>Masius chrysopterus</i>	6	1
28	5	5	<i>Tangara parzudakii</i>	5	1
29	2	2	<i>Turdus fulviventris</i>	4	1
30	4	4	<i>Mionectes striaticollis</i>	27	1
31	11	11	<i>Mionectes striaticollis</i>	27	2
32	3	3	<i>Myadestes ralloides</i>	41	2
33	3	3	<i>Mionectes striaticollis</i>	27	2
34	11	11	<i>Tangara parzudakii</i>	5	1
35	7	7	<i>Stilpnia heinei</i>	1	1
36	11	9	<i>Myadestes ralloides</i>	41	2
		2	<i>Turdus fulviventris</i>	4	1
37	63	32	<i>Chlorophonia cyanocephala</i>	4	2
		17	<i>Chlorophonia cyanea</i>	4	1
		14	<i>Euphonia xanthogaster</i>	12	2
		1	<i>Elaenia frantzii</i>	2	1
38	1	1	<i>Rupicola peruvianus</i>	3	1

39	2	2	<i>Mionectes striaticollis</i>	27	1
40	7	6	<i>Mionectes striaticollis</i>	27	1
		1	<i>Tangara labradorides</i>	5	1
41	52	52	<i>Tangara parzudakii</i>	5	1
42	6	6	<i>Anisognathus somptuosus</i>	9	1
43	1	1	<i>Aulacorhynchus albivitta</i>	2	1
44	3	2	<i>Myadestes ralloides</i>	41	1
		1	<i>Turdus fulviventris</i>	4	1
45	6	6	<i>Myadestes ralloides</i>	41	1
Total:	30576				

Para las tres localidades de muestreo se colectaron 30576 semillas; de este total, la mayor cantidad de semillas se registró en El Placer con 16574 semillas (Tabla 4). Así, la cantidad de semillas colectadas en El Placer fue casi 1.5 veces mayor respecto a lo colectado en la Serranía La Vieja (11176 semillas) y casi seis veces mayor a lo obtenido en La Cocha (2826 semillas). De la misma manera, el total de semillas registradas en la Serranía La Vieja fue casi cuatro veces mayor a lo colectado en La Cocha, lo que evidenció una clara tendencia de que a menores elevaciones (1690-1842m) hubo menos semillas.

Tabla 4. Cantidad de semillas encontradas por localidad y cobertura vegetal.

Cobertura vegetal	Sectores			Total
	El Placer	Serranía La Vieja	La Cocha	
Bosque denso	7483	4314	327	12124
Bosque fragmentado	2692	5771	2392	10855
Pastos arbolados	6399	1091	107	7597
Total	16574	11176	2826	30576

En cuanto a coberturas vegetales, para el continuo de bosque denso localizado en El Placer, se recogieron 7483 semillas, lo que representó el 61.72% del total de semillas colectadas para esa cobertura entre las tres localidades de muestreo; no obstante, la cantidad de semillas obtenidas fue 1.7 veces mayor con relación a lo colectado en Serranía La Vieja (4314 semillas) y casi 23 veces mayor a lo colectado en La Cocha (327). Para la cobertura de bosque fragmentado, el mayor número de semillas se registró en la Serranía La Vieja con 5771 semillas, lo

que representó alrededor del 53% de semillas obtenidas para esa cobertura entre las tres localidades de muestreo. Así, la cantidad de semillas obtenidas en la Serranía La Vieja fue el doble de lo registrado en El Placer (2692) y 2.4 veces lo recogido en La Cocha.

Finalmente, para la cobertura de pastos arbolados, se colectaron 7597 semillas, equivalentes al 25% del total de semillas obtenidas. De esta manera, en El Placer se reportaron 6399 semillas, es decir, el 84% del total de semillas recogidas para esa cobertura; a su vez, eso representó casi seis veces lo obtenido para Serranía La Vieja, y 60 veces lo colectado para La Cocha (Tabla 4).

De los 45 morfotipos identificados, solo seis se registraron en al menos cuatro unidades de muestreo diferentes (Tabla 5), por lo que, a fin de explorar asociaciones significativas para la cantidad de semillas colectadas entre localidades y coberturas, se elaboraron Modelos Lineales Generalizados para los morfotipos M1, M4, M7, M10, M18 y M21 (Tabla 5). Así, para el morfotipo 1, se colectaron 26595 semillas, lo que representó el 87% del total de semillas obtenidas para los 45 morfotipos. Los Modelos Lineales Generalizados revelaron diferencias significativas para la cantidad de semillas registradas en la cobertura de bosque denso ($X^2= 10183$, $p=2.2 \times 10^{-16}$), debido a que en El Placer se obtuvieron 7109 semillas, lo equivalente al 69% del total colectado para las tres coberturas de bosque denso estudiadas.

En cuanto al bosque fragmentado, también se evidenciaron diferencias significativas respecto a la cantidad de semillas registradas para el morfotipo 1 ($X^2= 9383$, $p=2.2 \times 10^{-16}$), debido a que la mayor cantidad de semillas (5446 semillas) se obtuvieron en la Serranía La Vieja (59%). Finalmente, para el morfotipo 1, también se presentaron diferencias significativas en el total de semillas colectadas en la cobertura de pastos arbolados ($X^2= 10470$, $p=2.2 \times 10^{-16}$), dado que, del total registrado, 6028 semillas (85%) se obtuvieron en El Placer (Tabla 5).

Para los cinco morfotipos restantes (M4, M7, M10, M18 y M21), la cantidad de semillas obtenidas para los morfotipos M4 y M21 en la cobertura de bosque denso fue significativamente mayor en la localidad de El Placer: M4 ($X^2= 21.97$, $p=1.69 \times 10^{-5}$), M21: ($X^2= 22.66$, $p=1.20 \times 10^{-5}$), mientras que, para los morfotipos 10

y 18, fue significativamente mayor en La Cocha: M10 ($X^2= 80$, $p=2.2 \times 10^{-16}$), M18: ($X^2= 147.60$, $p=2.2 \times 10^{-16}$) (Tabla 5). Así mismo, la cantidad de semillas obtenidas para la cobertura de bosque fragmentado para los morfos M7 ($X^2= 145.83$, $p=2.2 \times 10^{-16}$) y M10 ($X^2= 95.80$, $p=2.2 \times 10^{-16}$), fue significativamente mayor en El Placer, mientras que, para los morfos M4 ($X^2= 27.73$, $p=9.54 \times 10^{-7}$), M18 ($X^2= 137.67$, $p=2.2 \times 10^{-16}$) y M21 ($X^2= 14.60$, $p=6.75 \times 10^{-4}$), fue significativamente mayor en La Cocha. Finalmente, el número de semillas colectadas para la cobertura de pastos arbolados para los morfos M4 ($X^2= 21.97$, $p=1.69 \times 10^{-5}$), M21 ($X^2= 26.40$, $p=1.83 \times 10^{-6}$), fue significativamente mayor en La Cocha.

Tabla 5. Cantidad de semillas reportadas para los morfotipos que se encontraron en las tres localidades muestreadas. **EP:** El Placer, **SLV:** Serranía La Vieja; **LC:** La Cocha.

Morfotipo	Cantidad de semillas obtenidas por morfotipo y cobertura vegetal									Total
	Bosque denso			Bosque fragmentado			Pastos arbolados			
	EP	SLV	LC	EP	SLV	LC	EP	SLV	LC	
M1	7109	3003	212	1757	5446	1944	6028	1076	20	26595
M4	54	-	7	37	19	200	8	-	30	355
M7	-	-	-	70	6	8	13	-	-	97
M10	9	2	66	9	1	-	-	-	-	87
M18	-	5	10	2	2	94	-	5	-	118
M21	44	2	6	13	99	104	-	-	27	295

Tabla 6. Modelos Lineales Generalizados con distribución de Poisson obtenidas para los morfotipos presentes en las tres localidades muestreadas.

Especie	Covariable	X^2	p	Sector		Mes	
				X^2	P	X^2	p
Morfo 1	Altitud	1522	2.2×10^{-16}	9111	2.2×10^{-16}	22170	2.2×10^{-16}
	Bosque denso	652.3	2.2×10^{-16}	10183.9	2.2×10^{-16}		
	Bosque fragmentado	528.0	2.2×10^{-16}	9383.4	2.2×10^{-16}		
	Pastos arbolados	22.1	2.58×10^{-6}	10470.5	2.2×10^{-16}		
Morfo 4	Altitud	21.97	2.77×10^{-6}	23.58	7.59×10^{-6}	38.92	7.43×10^{-7}
	Bosque denso	21.97	2.77×10^{-6}	21.97	1.69×10^{-5}		
	Bosque fragmentado	21.97	2.77×10^{-6}	27.73	9.54×10^{-7}		

	Pastos arbolados	8.11	4.40×10^{-3}	21.97	1.69×10^{-5}		
	Altitud	43.09	5.23×10^{-11}	42.25	6.68×10^{-10}		
Morfo7	Bosque denso	120.33	2.2×10^{-16}	166.84	2.2×10^{-16}	118.39	2.2×10^{-16}
	Bosque fragmentado	110.5	2.2×10^{-16}	145.83	2.2×10^{-16}		
	Pastos arbolados	17.083	3.58×10^{-5}	124.89	2.2×10^{-16}		
	Altitud	108.27	2.2×10^{-16}	185.54	2.2×10^{-16}		
Morfo 10	Bosque denso	111.80	2.2×10^{-16}	80.00	2.2×10^{-16}	306.14	2.2×10^{-16}
	Bosque fragmentado	85.42	2.2×10^{-16}	95.80	2.2×10^{-16}		
	Pastos arbolados	70.55	2.2×10^{-16}	77.78	2.2×10^{-16}		
	Altitud	3.45	6.30×10^{-2}	88.82	2×10^{-16}		
Morfo 18	Bosque denso	27.30	1.74×10^{-7}	147.60	2.2×10^{-16}	330.53	2.2×10^{-16}
	Bosque fragmentado	67.17	2.50×10^{-16}	137.67	2.2×10^{-16}		
	Pastos arbolados	56.61	5.32×10^{-14}	155.94	2.2×10^{-16}		
	Altitud	92.82	2.2×10^{-16}	23.80	6.79×10^{-6}		
Morfo 21	Bosque denso	51.69	6.50×10^{-13}	22.66	1.20×10^{-5}	494.36	2.2×10^{-16}
	Bosque fragmentado	132.97	2.2×10^{-16}	14.60	6.75×10^{-4}		
	Pastos arbolados	112.60	2.2×10^{-16}	26.43	1.83×10^{-6}		

7.5.1 Características de las semillas encontradas en las excretas de las aves:

La caracterización de los 45 morfotipos de semillas encontrados en las 157 muestras fecales obtenidas se presenta en la tabla 7. Así, la forma de las semillas se determinó de acuerdo a Torres *et al.* (2013) (Anexo 1) y la textura de las semillas se caracterizó siguiendo a Mendoza y Ramírez (2006) (Anexo 2). Posteriormente, la caracterización del color de las semillas se realizó siguiendo la guía de colores de Faber-Castell (Wendel, 2015) (Anexo 3).

Tabla 7. Descripción de los morfotipos de semillas encontrados en las muestras fecales obtenidas.

MORFOTIPO 1 (<i>Miconia</i> sp.)	MORFOTIPO 2
<p>Semillas entre 1 - 1.3 mm de largo, de color ocre amarillo claro, de forma ovoide y superficie granulada. Tuvo un lado curvo y otro plano, con una cicatriz de color café.</p> 	<p>Semilla en forma de media luna con un tamaño entre 2 – 2.5 mm de largo y de color amarillo transparente.</p> 

MORFOTIPO 3 (*Anthurium* sp.)

Semilla con tamaños entre 3.2 - 3.7 mm de largo, de color verde de mayo, de forma oblonga y superficie lisa, envuelta en una sustancia viscosa y traslúcida.



3,4 mm

MORFOTIPO 4 (*Sphyrospermum* sp.)

Semilla ovoide entre 1.9 – 2.2 mm de largo, de color verde claro y con textura irregular.



1,98 mm

MORFOTIPO 5 (*Rubus* sp)

Semilla ovalada de color sepia oscuro, entre 4.6 – 4.9 mm de largo y con la superficie agrietada.



4,7 mm

MORFOTIPO 6

Semilla en forma de medialuna de 3 – 3.3 mm de largo y de color amarillo claro transparente y con textura irregular.



3,1 mm

MORFOTIPO 7

Semilla plana de forma obovada con medidas entre 3 - 3.5 mm de largo, color verde hierba y cubierta por un mucílago transparente.



3,2 mm

MORFOTIPO 9

Semilla ovoide entre 1 – 1.3 mm de largo, de color amarillo de Nápoles y comprimida en el centro, de textura reticulada.



1 mm

MORFOTIPO 8 (*Myrsine* sp.)

Semilla esférica entre 5.8 - 6 mm de largo, color siena tostada, con una punta prominente en la base y en el ápice y con fibras



5,9 mm



MORFOTIPO 10

Semilla elíptica de color ocre amarillo claro, de tamaño entre 2.8 - 3.2 mm de largo, con superficie lisa y una prominencia en el ápice de color café.



2,98 mm

MORFOTIPO 11

Semilla alargada de color siena tostada, de 0.6 a 0.8 mm de largo y con unas líneas delgadas perpendiculares en toda su superficie.



0,7 mm

MORFOTIPO 12 (*Anthurium* sp.)

Semilla oval entre 6 – 6.3 mm de largo, de color amarillo cadmio limón y superficie lisa.



6,2 mm

MORFOTIPO 13

Semilla obovada entre 1.6 – 1.9 mm de largo, de color amarillo claro transparente y superficie irregular.



1,8 mm

MORFOTIPO 14

Semilla ovoide entre 4.9 - 5.1 mm de largo, superficie lisa, de color rojo indio, con el ápice prominente y con una cicatriz longitudinal de color claro.



5,1 mm

MORFOTIPO 15

Semilla irregular con medidas entre 0.4 - 0.6 mm de largo, color siena tostada y superficie reticulada.



0,4 mm

MORFOTIPO 16 (Ericaceae)

Semilla oblonga con tamaños entre 4.8 – 5 mm de largo, color amarillo de cromo y textura irregular.



4,8 mm

MORFOTIPO 18 (Ericaceae)

Semilla oblonga de textura granulada, con tamaños entre 4 – 4.3 mm de longitud y color amarillo cadmio.



4,1 mm

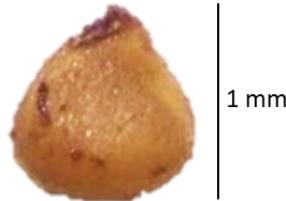
MORFOTIPO 17

Semilla esférica de 6.6 mm de color amarillo cadmio con superficie lisa y una hendidura longitudinal.



MORFOTIPO 19 (*Ficus* sp.)

Semilla ovoide de color crema y aproximadamente 1 mm de largo, con la superficie sutilmente granulada.



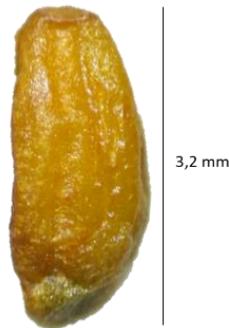
MORFOTIPO 20

Semilla esférica de color ocre tostado entre 1.9 - 2.1 mm de largo, con la superficie lisa y con el ápice pronunciado.



MORFOTIPO 21

Semilla oblonga con tamaños entre 3 – 3.4 mm de largo, color amarillo cadmio con una marca verde en la base y textura suave con depresiones ligeramente marcadas.



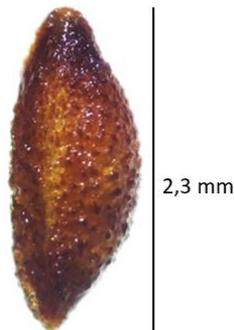
MORFOTIPO 22

Semilla con forma globosa a elipsoide de 5.1 a 5.4 mm de largo, color negro, textura lisa y con una prominencia en forma de punta en el ápice.



MORFOTIPO 23 (*Cecropia* sp.)

Semilla elíptica entre 2.1 – 2.4 mm de largo, color siena tostada y textura granulada.



MORFOTIPO 24

Semilla alargada entre 2 – 2.3 mm de largo, color sombra tostada y textura irregular.



MORFOTIPO 25

Semilla ovalada entre 5.1 – 5.4 mm de largo, color verde óxido de cromo y textura ligeramente granulada.

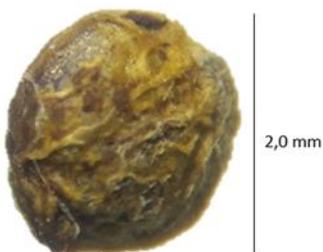
**MORFOTIPO 26 (Melastomataceae)**

Semilla piramidal entre 0.7 – 0.9 mm de largo, color marrón ocre y textura irregular.



MORFOTIPO 27

Semilla esférica entre 2 – 2.3 mm de largo, color amarillo de cadmio oscuro y textura rugosa.

**MORFOTIPO 28**

Semilla ovalada entre 3.0 – 3.3 mm de largo, color tierra y textura rugosa.



MORFOTIPO 29

Semilla esférica entre 2.8 – 3.1 mm de largo, color amarillo cadmio oscuro y textura reticulada.



MORFOTIPO 30 (Asteraceae)

Semilla oblonga con tamaños entre 5.3 - 5.7 mm de largo, color ocre tostado, con un lado plano y otro con surcos longitudinales.

**MORFOTIPO 31**

Semilla esférica de color gris, de 5 – 5.3 mm de largo y con la superficie agrietada.



MORFOTIPO 32

Semilla ovalada de 3.5 – 3.7 mm de largo, color marrón y textura irregular.



3,6 mm

MORFOTIPO 33

Semilla ovalada de color amarillo cadmio, de 0.8 – 1.1 mm de largo y con la superficie lisa.



MORFOTIPO 34

Semilla ovoide de color amarillo claro transparente con tamaños entre 2.2 - 2.4 mm de largo y con surcos muy sutiles.



2,3 mm

MORFOTIPO 35

Semilla acorazonada de color siena tostada y rojo indio, con tamaños entre 2.2 - 2.4 mm de largo y con textura agrieteada.



2,3 mm

MORFOTIPO 36 (*Palicourea* sp.)

Semilla ovoide entre 4.2 – 4.4 mm de largo, color amarillo cadmio oscuro, con un lado convexo de textura lisa y el otro plano.



4,2 mm

MORFOTIPO 37 (*Phoradendron* sp.)

Semilla redondeada de 3.2 – 3.4 mm de largo, color verde de mayo y textura lisa.



3,2 mm

MORFOTIPO 38 (*Geonoma* sp.)

Semilla circular de 5.6 – 5.8 mm de largo, color rojo indio y textura lisa.



5,6 mm

MORFOTIPO 39 (*Myrsine* sp)

Semilla globosa con tamaños entre 3.3 y 3.6 mm de largo, color siena tostada y con marcas longitudinales de color crema.



MORFOTIPO 40

Semilla oblonga de 2.4 – 2.7 mm de largo, color amarillo cadmio claro, con uno de los lados comprimidos y textura ligeramente granulada.



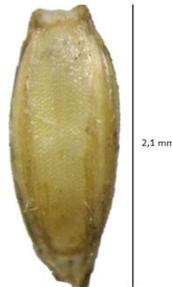
MORFOTIPO 41

Semilla alargada de 0.6 – 0.8 mm de largo, color rojo indio y con unas líneas perpendiculares muy delgadas en toda la superficie.



MORFOTIPO 42

Semilla ovalada de 2.1 – 2.4 mm de largo, color amarillo claro transparente y textura ligeramente granulada.



MORFOTIPO 43

Semilla esférica de 6.2 – 6.4 mm de largo, color rojo indio, con un lado plano y textura lisa.



MORFOTIPO 44 (*Hedyosmum bonplandianum*)

Semilla elipsoide con tamaños entre 3.2 – 3.7 mm de largo y color siena tostada.



MORFOTIPO 45

Semilla obovada de 6.1 – 6.3 mm de largo, color amarillo de Nápoles y de superficie rugosa con surcos marcados.



Las semillas clasificadas bajo la denominación del morfotipo 1 correspondieron al género *Miconia*; para el morfotipo 1, se colectaron 26.595 semillas equivalentes al 86,98% del total colectado (30.595) (Figura 7). El género *Miconia* se ha documentado como el más diverso de la familia Melastomataceae y el de mayor número de especies dentro de las angiospermas, con alrededor de 1000 especies descritas (Cabrejo, 2012). En diversos estudios, las plantas de la familia Melastomataceae y del género *Miconia* se han reportado como la principal fuente de alimento para la avifauna de la región andina (Cabrejo, 2012; Acevedo y González, 2019). Del grupo de aves capturadas, las muestras fecales obtenidas para 22 especies tuvieron semillas del género *Miconia*; de ese total, 10 especies fueron tángaras (Thraupidae), lo que coincidió con los resultados obtenidos en otras investigaciones (Borges y Melo, 2012; Botero-Delgadillo, 2012; Medina y Lopez, 2021), y evidenció el importante papel que desempeñan las aves en la dispersión de semillas de las Melastomataceas.

Las 13 especies de aves restantes que consumieron frutos de *Miconia* fueron *Masius chrysopterus* (Pipridae), *Rupicola peruvianus* y *Pipreola riefferii* (Cotingidae), *Mionectes striaticollis*, *Elaenia frantzii* y *Myiophobus phoenicomitra* (Tyrannidae), *Myadestes ralloides*, *Turdus leucops*, *Turdus fulviventris* y *Turdus serranus* (Turdidae) y finalmente *Chlorophonia cyanea* y *Euphonia xanthogaster* (Fringillidae) (Tabla 3).

Usualmente, los frutos de la familia Melastomataceae tienen características que favorecen la dispersión de las semillas: un tamaño relativamente grande (5-50 mm de diámetro), pulpa carnosa, ubicación en lugares de fácil acceso y coloración vistosa (Ricklefs, 1977; Mendoza y Ramírez, 2006). Las especies del género *Miconia* se han descrito como plantas pioneras por su capacidad de desarrollo en hábitats perturbados y por contribuir a la creación de condiciones ambientales para la presencia de especies vegetales primarias (Sardi *et al.*, 2018); en general, desempeñan un papel fundamental en la restauración y en el mantenimiento de los bosques (Zuluaga y Espinosa, 2005).

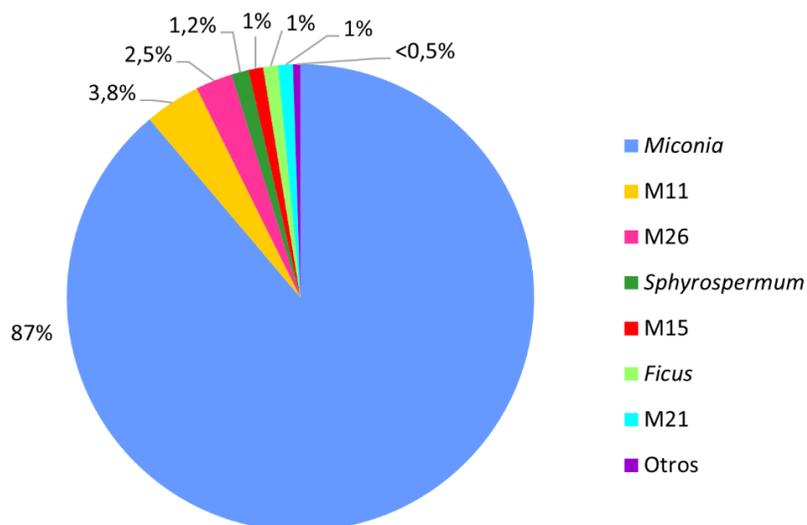


Figura 7. Proporción de semillas encontradas por morfotipo.

Por otra parte, para el género *Ficus* (Moraceae) se han identificado aproximadamente 850 especies de plantas (Janzen, 1979), que se han descrito como organismos que usualmente crecen y se desarrollan en lugares abiertos (Janzen, 1979). Los resultados obtenidos para el morfotipo 19 coincidieron con lo reportado en la literatura, debido a que este tipo de semilla se reportó únicamente en la cobertura de pastos arbolados.

Los árboles del género *Ficus* suelen producir una gran cantidad de frutos atractivos para muchos animales, tanto de dieta especializada como generalistas (Domínguez, 2005). Comúnmente, se ha estimado que el total de frutos disponibles por árbol de *Ficus* es de 50000 y 60000 (van Dorp, 1985). Diferentes autores han reportado la importancia de los árboles del género *Ficus* en la dieta de las aves frugívoras, debido a que lo consumen alrededor del 55% de las aves del orden Passeriformes (Shanahan *et al.*, 2001). A pesar de que esta planta se ha reportado como una fuente de alimento para diferentes especies de aves (Niles, 2015), en esta investigación se encontró únicamente en las excretas de *Aulacorhynchus albivitta* y *Tangara cyanicollis*.

Otra semilla encontrada en las excretas de las aves fue *Phoradendron* sp., una planta conocida comúnmente como muérdago y que pertenece a las angiospermas de la familia Santalaceae, exclusiva del continente americano (Gómez-Sánchez *et al.*, 2011). Esta familia incluye plantas hemiparásitas que se asocian a los tallos de plantas hospederas o anfitrionas (Correoso, 2022), y que se caracterizan por presentar una raíz modificada que al establecer contacto con los hospederos, penetran la planta para proveerse de agua y sales minerales (Correoso, 2022). De acuerdo con la literatura disponible, esta planta es consumida por aves de tamaños corporales pequeños (<25 cm) y de intestinos cortos como *Euphonias* y *Chlorophonias* (Restrepo, 1987). Lo anterior, coincidió con los resultados obtenidos, ya que esta semilla fue encontrada en las excretas de las especies *Chlorophonia cyanea*, *Chlorophonia cyanocephala* y *Euphonia xanthogaster*.

Cecropia sp. fue otra planta que se reportó en las semillas colectadas a través de las excretas; usualmente, los Yarumos atraen una gran cantidad de aves que llegan a consumir los frutos ofertados o los insectos asociados a los frutos (Ríos, 2005). En general, el Yarumo es un árbol pionero y muy abundante en claros de bosque y bosques secundarios (Estrada *et al.*, 1984). Por ejemplo, Ríos (2005) registró 33 especies de aves que consumieron frutos de Yarumo en el Santuario de Fauna y Flora Otún-Quimbaya, en el departamento de Risaralda, y encontró que el grupo mejor representado fue el de las tángaras (Thraupidae) con 17 especies. Lo anterior, coincidió con los resultados obtenidos durante los muestreos, debido a que se reportaron semillas de *Cecropia* en las muestras fecales de *Tangara labradorides*, *T. parzudakii* y *T. xanthocephala*. Probablemente, la baja interacción del Yarumo con otras especies de aves por fuera del grupo de las tángaras, se debió a que durante los muestreos hubo una poca producción de frutos.

Por otra parte, las semillas de las plantas de los géneros *Anthurium* sp., *Rubus* sp., *Myrsine* sp. y *Hedyosmum bonplandianum* se encontraron en una baja proporción (Tabla 7).

En cuanto a la ingesta de semillas, 18 especies de aves consumieron más de un morfotipo. Así, *Mionectes striaticollis* fue la especie con el mayor número de morfotipos consumidos con 15, seguida por *Myadestes ralloides* con 11, *Tangara parzudakii* con nueve y *Euphonia xantogaster* con siete. En contraste, para *Momotus aequatorialis*, *Pipreola riefferii*, *Myiophobus phoenicomitra*, *Turdus leucops*, *T. serranus*, *Chlorochrysa calliparaea*, *Tangara vassorii* y *T. nigroviridis* se encontró un solo morfotipo (Tabla 3).

Algunas semillas encontradas en las excretas de las aves estuvieron representadas por 10 unidades o menos, por lo que se podría hipotetizar que pocas especies de aves las consumieron, las consumen, o se encuentran en una escasa proporción en las coberturas estudiadas. Lo anterior, sucedió con el morfotipo 14, que se encontró únicamente en las excretas de *Rupicola peruvianus*, con el morfotipo 15, que solo estuvo presente en muestras procedentes de *Myadestes ralloides*, y el morfotipo 16, que se asoció a las excretas de *Mionectes striaticollis* (Tabla 3).

Las semillas de los morfotipos 1, 11 y 26 tuvieron tamaños inferiores a 1.1 mm y presentaron la mayor cantidad de semillas por excreta, con más de 700 semillas por muestra. Por el contrario, los morfotipos 12, 14, 17 y 22 tuvieron tamaños superiores a 4 mm y presentaron menos de tres semillas por morfotipo. Lo anterior, evidenció las diferentes estrategias R y K que tienen las plantas para dispersar las semillas. En el primer caso (R), hay una elevada producción de descendientes, por lo que las plantas que siguen la estrategia R, suelen ser plantas pioneras que ocupan áreas con facilidad, se desarrollan con rapidez y son las primeras en aparecer en una sucesión ecológica (Moreno, 2010; Badii *et al.*, 2013). En la estrategia K, el tamaño de las semillas es grande, las plantas producen pocos descendientes y suelen contener suficiente reserva para germinar cuando las condiciones ambientales son adecuadas (Moreno, 2010; Badii *et al.*, 2013).

Por otra parte, en algunas excretas se encontró más de un contenido vegetal (frutal), es decir, se detectaron restos animales como antenas, patas, alas, mandíbulas y otras partes vegetales como restos de frutos y hojas. Lo anterior,

ocurrió debido a que algunas aves de hábitos frugívoros complementan su dieta con invertebrados, principalmente insectos, los cuales representan una elevada fuente de proteína, especialmente, en épocas reproductivas (Greeney *et al.*, 2006; Soto y Bert, 2011). Por ejemplo, en las excretas de *Diglossa glauca* se encontraron partes de insectos.

También, durante las colectas de semillas se encontró que en una misma muestra fecal, hubo más de un morfotipo de semilla; esto ocurrió con diferentes especies e individuos, entre ellas, *Mionectes striaticollis* con los morfotipos 18, 31, 39 y 40, *Myadestes ralloides* con los morfotipos 4, 10 y 15 y *Euphonia xanthogaster* con los morfotipos 1, 4, 6 y 7. Esto ocurrió debido a que las aves interactúan con diferentes especies de plantas y no son dependientes estrictas de una sola especie vegetal (Bascompte *et al.*, 2006).

7.6 índice del valor de importancia del dispersor (IID)

De acuerdo al índice del valor de importancia del dispersor (IID) calculado, se evidenció un patrón de respuesta similar al reportado en otros estudios (Ríos, 2010; Naranjo, 2013; Casallas-Pabón *et al.*, 2017; Serna, 2019), debido a que el valor de ese índice estuvo determinado por la abundancia relativa de las especies de aves; así, los valores de importancia más altos se obtuvieron para *Myadestes ralloides* en bosque denso, *Mionectes striaticollis* en bosque fragmentado y *Euphonia xanthogaster* en pastos arbolados (Tabla 8).

Los registros evidenciaron que *Myadestes ralloides* fue la especie que tuvo el mayor número de excretas con semillas en la cobertura de bosque denso, ya que, de las 26 muestras colectadas, 22 contenían semillas, lo que representó el 41.5% de las excretas totales obtenidas para esa cobertura. Por otro lado, *Mionectes striaticollis* fue la especie con el mayor número de excretas con semillas en bosque fragmentado, debido a que de las 58 muestras colectadas, 16 presentaron semillas, lo que representó el 26.2% del total de excretas. Finalmente, *Euphonia xanthogaster* fue la especie que presentó la mayor cantidad de excretas con semillas en pastos

arbolados, debido a que de las nueve muestras colectadas para esa especie, en ocho hubo semillas.

Tabla 8. Índice de importancia de dispersor (IID) por tipo de cobertura vegetal. **B** representa la abundancia relativa de cada especie y **S** el porcentaje de muestras fecales con semillas. B= Bird (Ave), S= Sample (Muestra).

Cobertura vegetal	Especie	Familia	B	S	IID
Bosque denso	<i>Myadestes ralloides</i>	Turdidae	18.28	41.51	0.759
	<i>Mionectes striaticollis</i>	Tyrannidae	43.55	13.21	0.575
	<i>Masius chrysopterus</i>	Pipridae	6.45	7.55	0.049
Bosque fragmentado	<i>Mionectes striaticollis</i>	Tyrannidae	40.80	26.23	1.070
	<i>Myadestes ralloides</i>	Turdidae	12.44	26.23	0.326
	<i>Chlorophonia cyanocephala</i>	Fringillidae	2.99	4.92	0.015
Pastos arbolados	<i>Euphonia xanthogaster</i>	Fringillidae	9.84	18.60	0.183
	<i>Mionectes striaticollis</i>	Tyrannidae	16.39	9.30	0.152
	<i>Anisognathus somptuosus</i>	Thraupidae	8.20	16.28	0.133

Cabe resaltar que los dispersores con mayor índice de importancia (IID) no sólo correspondieron a las especies con mayores abundancias relativas, sino también a aquellas que dispersaron una mayor diversidad de semillas. Por lo tanto, estas especies al ser generalistas suelen frecuentar zonas abiertas donde depositan las semillas y enriquecen el banco de semillas del suelo, contribuyendo a la regeneración natural de bosques alterados o fragmentados (Carlo y Morales, 2016).

7.7 Red de interacción planta-ave en las coberturas bosque denso, bosque fragmentado y pastos arbolados.

La red de interacción planta-ave estuvo representada por 27 especies de aves y 45 morfotipos de semillas, para un tamaño de red de 72 especies. Las interacciones registradas entre cada especie de ave y morfotipo de semilla tuvieron una frecuencia variable, por lo tanto, no todas las especies vegetales fueron visitadas o aprovechadas en la misma proporción. Por medio de la representación gráfica obtenida se pudo evidenciar que *Mionectes striaticollis* y *Myadestes ralloides*

presentaron el mayor número de interacciones con 15 y 11 morfotipos respectivamente, lo cual se evidenció a través del tamaño del rectángulo que representó cada especie (Figura 8). Por otra parte, *Chlorochrysa calliparaea*, *Momotus aequatorialis*, *Myiophobus phoenicomitra*, *Pipreola riefferii*, *Tangara nigroviridis*, *Tangara vassorii*, *Turdus leucops* y *Turdus serranus* fueron las especies que presentaron el menor grado de interacción, debido a que según lo encontrado en las excretas, se asociaron a un sólo morfotipo de semilla. Respecto a las semillas, el morfotipo 1 (*Miconia* sp) fue el que tuvo la mayor cantidad de interacciones, con 22 especies de aves, y de los 45 morfotipos de semillas encontrados, 10 morfos fueron consumidos exclusivamente por *Mionectes striaticollis*.

Respecto a las métricas elegidas, la conectancia (C) tuvo un valor de 0.04, un valor categorizado como “bajo”, debido a que hubo pocas interacciones entre las especies involucradas. Lo anterior, se evidenció debido a que de las 1215 interacciones posibles, solo se registraron 94, es decir un 8%; posiblemente, esto estuvo relacionado al proceso de selección de frutos que hacen los animales frugívoros, ya que algunos autores sugieren que factores como el tamaño del fruto y de la semilla, características de la pulpa, color, características nutritivas y abundancia del recurso, influyen en el proceso de selección (Snow, 1970; Herrera, 1982; Flores-Martínez *et al.*, 1999; Aguilar-Garavito, 2005). De acuerdo a lo anterior, se explica el por qué no ocurren todas las interacciones entre plantas y aves.

Por otra parte, el valor de anidamiento obtenido (NODF = 44.94) fue característico de otras redes (Bascompte *et al.*, 2003; Palacio, 2014). Esto implica que especies especialistas interactuaron con las más generalistas. Por ejemplo, *Pipreola riefferi* fue una especie especialista en la red, dado que consumió frutos de *Miconia*, el género con el mayor número de interacciones para todos los morfotipos de semillas encontrados en las excretas. En cuanto a la métrica de Especialización (H_2), el valor obtenido fue de 0.29, lo que indica que la mayoría de especies fueron generalistas (Blüthgen *et al.* 2006). Por ejemplo, las especies *Myadestes ralloides* y

Mionectes straticollis interactuaron con nueve y seis morfotipos de los 45 morfotipos encontrados.

Centralidad por grados

La red de interacción planta-ave obtenida en la cobertura bosque denso estuvo compuesta por 15 especies de aves y 24 morfotipos de semillas, por lo que se formó una red de 41 interacciones de 360 posibles (Figura 9). La centralidad por grados o frecuencia de visitas en esa cobertura de bosque denso estuvo representada por *Myadestes ralloides*, *Mionectes striaticollis* y *Tangara Parzudakii* con nueve, seis y cinco interacciones respectivamente (Tabla 9). Por el contrario, *Momotus aequatorialis*, *Pipreola riefferii*, *Euphonia xanthogaster*, *Anisognathus somptuosus* y *Tangara nigroviridis*, fueron las especies de aves que presentaron menor interacción, debido a que en esta cobertura, sólo se encontró un morfotipo de semilla en sus excretas.

Para plantas, los morfotipos con mayor cantidad de interacciones fueron el morfotipo 1 (*Miconia* sp), que fue consumido por siete especies de aves, seguido por los morfotipos 4, 10 y 21, que interactuaron con tres especies de aves cada uno. Por otro lado, de los 24 morfotipos de semillas encontrados en bosque denso, 15 fueron consumidos por una sola especie de ave (Tabla 9).

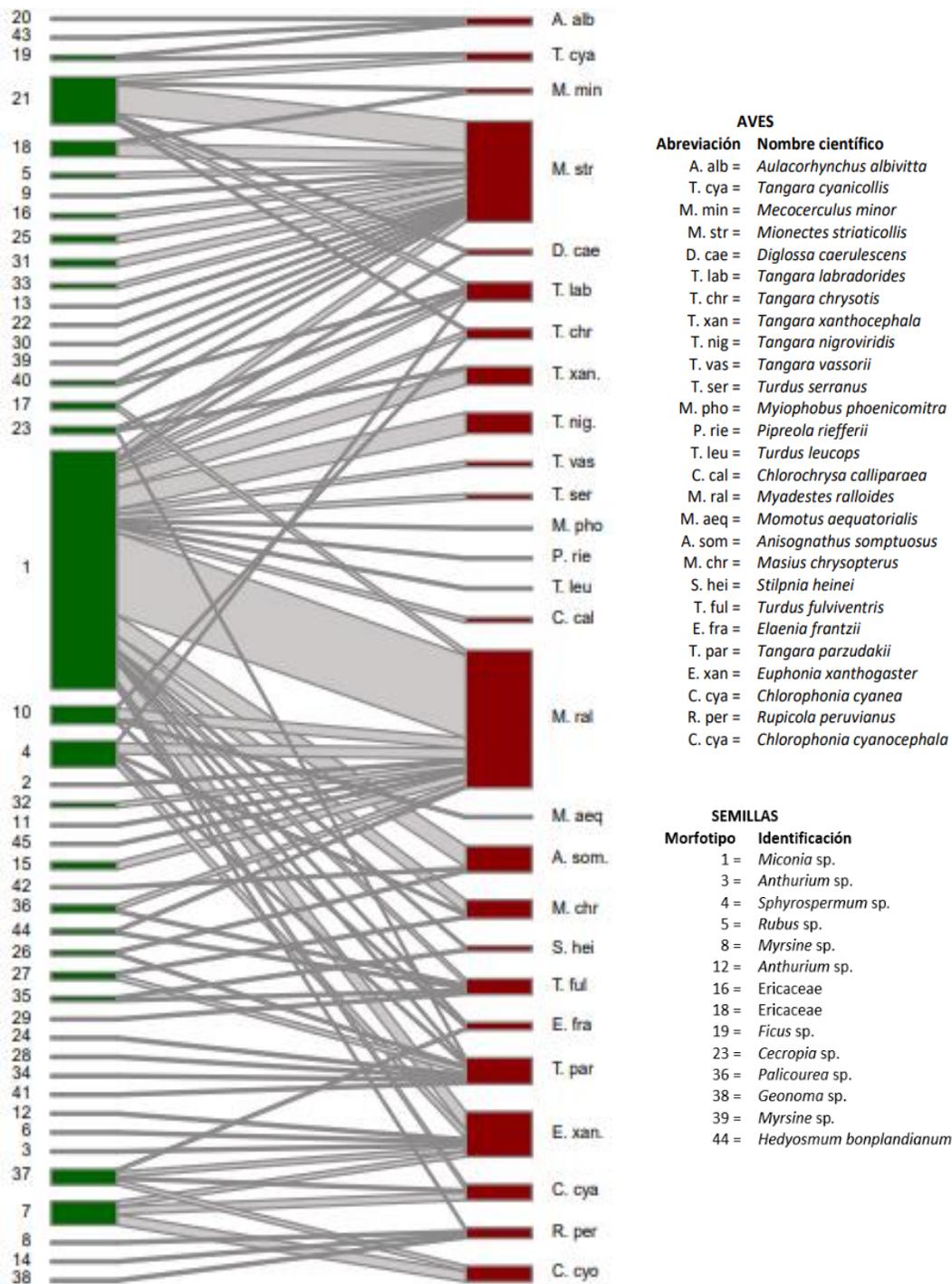


Figura 8. Red de interacción planta-ave en las coberturas bosque denso, bosque fragmentado y pastos arbolados.

Tabla 9. Métricas de interpretación para las especies de aves y morfotipos de semillas en la cobertura de bosque denso.

Especies de ave	Vector	Centralidad por grados	Centralidad por intermediación
<i>Myadestes ralloides</i>	v31	9	0.3717
<i>Mionectes striaticollis</i>	v29	6	0.1927
<i>Tangara parzudakii</i>	v37	5	0.1375
<i>Masius chrysopterus</i>	v27	3	0.1100
<i>Tangara labradorides</i>	v35	3	0.3186
<i>Mecocerculus minor</i>	v28	2	0.0192
<i>Rupicola peruvianus</i>	v33	2	0.0014
<i>Tangara chrysotis</i>	v34	2	0.0244
<i>Tangara xanthocephala</i>	v38	2	0.3442
<i>Turdus fulviventris</i>	v39	2	7,11E+09
<i>Momotus aequatorialis</i>	v30	1	0
<i>Pipreola riefferii</i>	v32	1	0
<i>Tangara nigroviridis</i>	v36	1	0
<i>Anisognathus somptuosus</i>	v25	1	0
<i>Euphonia xanthogaster</i>	v26	1	0
Morfotipos de semilla	Vector	Centralidad por grados	Centralidad por nodos
1	v1	7	0.466098000
4	v3	3	0.140350877
10	v5	3	0.053105737
21	v11	3	0.262446657
18	v10	2	0.003556188
23	v12	2	0.327169275
27	v15	2	0.034613561
36	v18	2	0.022048364
44	v23	2	0.022048364
2	v2	1	0
5	v4	1	0
11	v6	1	0
14	v7	1	0
15	v8	1	0
16	v9	1	0
25	v13	1	0
26	v14	1	0
28	v16	1	0
31	v17	1	0
38	v19	1	0

40	v20	1	0
41	v21	1	0
42	v22	1	0
45	v24	1	0

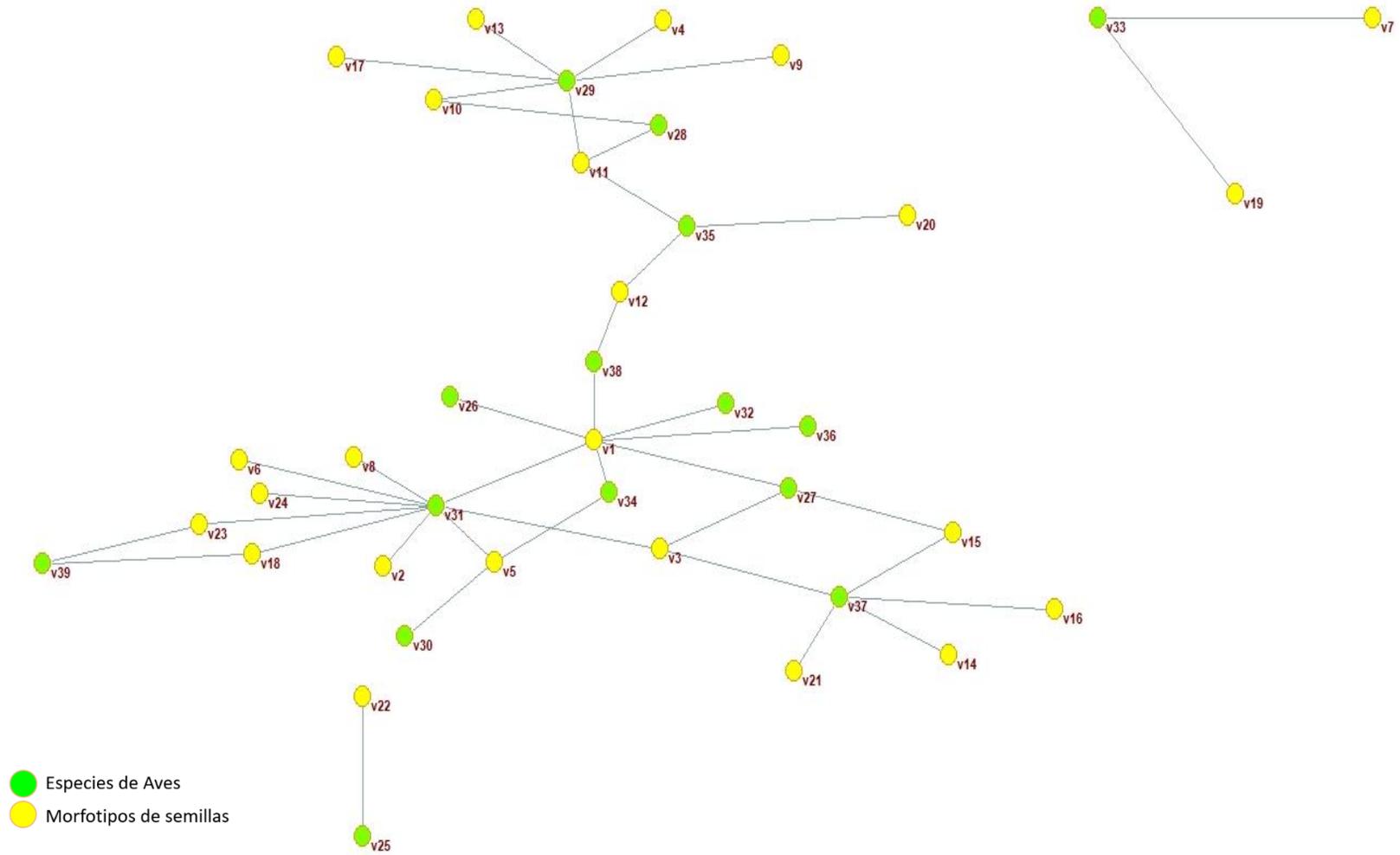


Figura 9. Red de interacción planta-ave en la cobertura bosque denso.

La red de interacción planta-ave en la cobertura bosque fragmentado estuvo representada por 19 especies de aves y 27 morfotipos de semillas, por lo que se obtuvo una red de 50 interacciones de 513 posibles (Figura 10). En el gráfico obtenido se pudo evidenciar que *Mionectes striaticollis* presentó el mayor número de interacciones con 13, seguida por *Myadestes ralloides* y *Euphonia xanthogaster*, con cinco morfotipos cada una. Por otra parte, las especies *Aulacorhynchus albivitta*, *Masius chrysopterus*, *Myiophobus phoenicomitra*, *Turdus leucops*, *T. serranus*, *Chlorochrysa calliparaea*, *Tangara nigroviridis* y *T. xanthocephala* presentaron menor grado de interacción, debido a que sólo se encontró un morfotipo de semillas en sus excretas.

Para las plantas, al igual que ocurrió en la cobertura de bosque denso, el morfotipo 1 (*Miconia* sp) fue el que interactuó con la mayor cantidad de aves con 16. De los 27 morfotipos colectados en la cobertura de bosque fragmentado, 20 fueron consumidos por una sola especie de ave; de ese total, 10 fueron consumidos únicamente por *Mionectes striaticollis* (Tabla 10).

Tabla 10. Métricas de interpretación para las especies de aves y morfotipos de semillas en la cobertura de bosque fragmentado.

Especies de ave	Vector	Centralidad por grados	Centralidad por intermediación
<i>Mionectes striaticollis</i>	v37	13	0.4161
<i>Euphonia xanthogaster</i>	v35	5	0.1540
<i>Myadestes ralloides</i>	v38	5	0.1181
<i>Tangara parzudakii</i>	v42	4	0.1242
<i>Elaenia frantzii</i>	v34	3	0.0665
<i>Anisognathus somptuosus</i>	v28	2	0.0424
<i>Chlorophonia cyanea</i>	v31	2	0.0281
<i>Chlorophonia cyanocephala</i>	v32	2	0.0043
<i>Diglossa caerulescens</i>	v33	2	0.0201
<i>Tangara labradorides</i>	v40	2	0.0088
<i>Turdus fulviventris</i>	v44	2	0.0424
<i>Aulacorhynchus albivitta</i>	v29	1	0
<i>Chlorochrysa calliparaea</i>	v30	1	0
<i>Masius chrysopterus</i>	v36	1	0

<i>Myiophobus phoenicomitra</i>	v39	1	0
<i>Tangara nigroviridis</i>	v41	1	0
<i>Tangara xanthocephala</i>	v43	1	0
<i>Turdus leucops</i>	v45	1	0
<i>Turdus serranus</i>	v46	1	0
Morfotipos de semilla	Vector	Centralidad por grados	Centralidad por nodos
1	v1	16	0.7306
7	v6	3	0
21	v13	3	0.0139
4	v3	2	0
10	v8	2	0
17	v11	2	0.0319
37	v24	2	0
3	v2	1	0.0044
5	v4	1	0
6	v5	1	0
9	v7	1	0.0215
15	v9	1	0
16	v10	1	0.0397
18	v12	1	0
22	v14	1	0
23	v15	1	0
24	v16	1	0
25	v17	1	0
26	v18	1	0
29	v19	1	0
30	v20	1	0
31	v21	1	0
32	v22	1	0
34	v23	1	0
35	v25	1	0.0139
39	v26	1	0
40	v27	1	0
43	V28	1	0

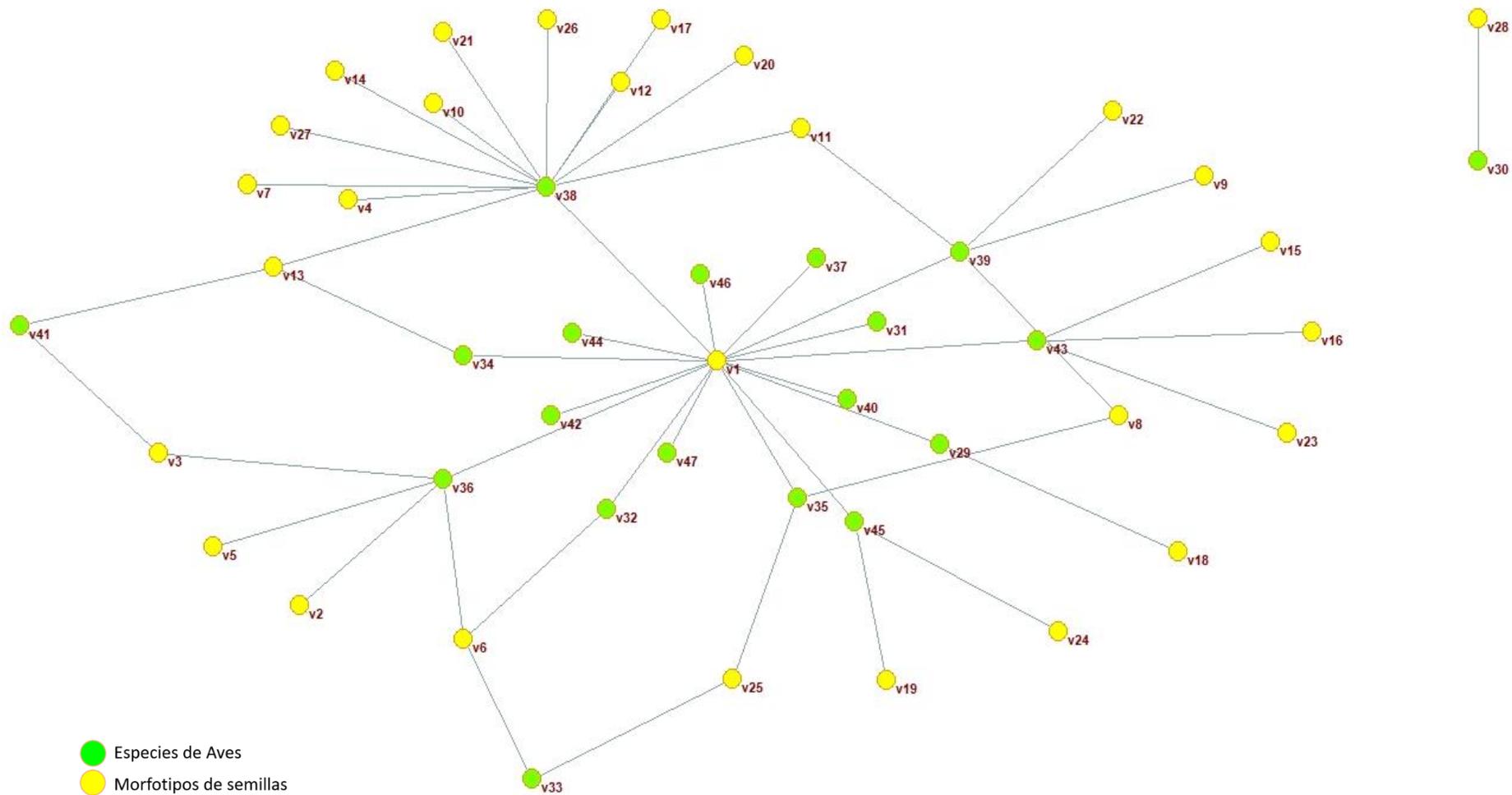


Figura 10. Red de interacción planta-ave en la cobertura bosque fragmentado.

La red de interacción planta-ave en la cobertura de pastos arbolados estuvo representada por 16 especies de aves y 15 morfotipos de semillas. Estos registros formaron una red de 32 interacciones de 256 posibles (Figura 11). Las especies de aves que presentaron la mayor cantidad de interacciones fueron *Euphonia xanthogaster* y *Myadestes ralloides* con cuatro morfotipos cada una, en tanto que, *Tangara labradorides*, *T. vassorii*, *T. xanthocephala*, *T. nigroviridis*, *Anisognathus somptuosus* y *Turdus fulviventris* presentaron el menor número de interacciones con un sólo morfotipo de semilla.

Al igual que las coberturas de bosque denso y bosque fragmentado, el morfotipo 1 (*Miconia* sp) tuvo la mayor cantidad de interacciones con especies de aves con 12, y del total de morfotipos, nueve de ellos interactuaron solamente con una especie de ave (Figura 11).

Tabla 11. Métricas de interpretación para las especies de aves y morfotipos de semillas en la cobertura pastos arbolados.

Especies de ave	Vector	Centralidad por grados	Centralidad por intermediación
<i>Euphonia xanthogaster</i>	v20	4	0.1255
<i>Myadestes ralloides</i>	v22	4	0.1335
<i>Chlorophonia cyanea</i>	v18	3	0.1032
<i>Mionectes striaticollis</i>	v21	3	0.0068
<i>Aulacorhynchus albivitta</i>	v17	2	0.0575
<i>Chlorophonia cyanocephala</i>	v19	2	0.0032
<i>Rupicola peruvianus</i>	v23	2	0.0575
<i>Stilpnia heinei</i>	v24	2	0.0575
<i>Tangara chrysotis</i>	v25	2	0.2414
<i>Tangara cyanicollis</i>	v26	2	0.1586
<i>Anisognathus somptuosus</i>	v16	1	0
<i>Tangara labradorides</i>	v27	1	0
<i>Tangara nigroviridis</i>	v28	1	0
<i>Tangara vassorii</i>	v29	1	0
<i>Tangara xanthocephala</i>	v30	1	0
<i>Turdus fulviventris</i>	v31	1	0
Morfotipos de semilla	Vector	Centralidad por grados	Centralidad por nodos
1	v1	12	0.6416

37	v15	3	0.0465
4	v2	2	0.0109
7	v3	2	0.0159
19	v9	2	0.1103
21	v11	2	0.2022
8	v4	1	0
12	v5	1	0
13	v6	1	0
17	v7	1	0
18	v8	1	0
20	v10	1	0
33	v12	1	0
35	v13	1	0
36	v14	1	0

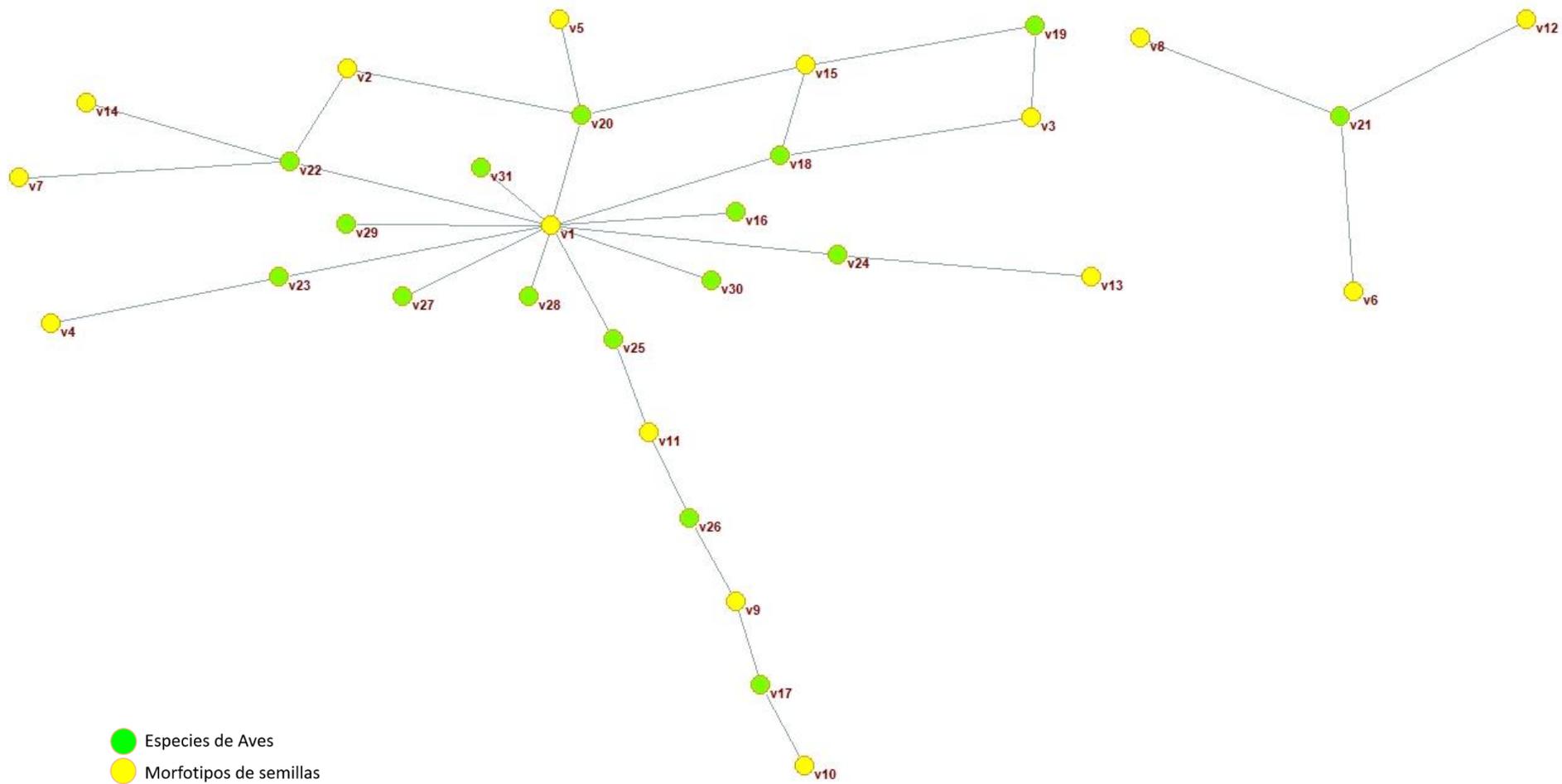


Figura 11. Red de interacción planta-ave en la cobertura pastos arbolados

Las aves con los mayores valores de centralidad en las tres coberturas fueron *Mionectes straticollis*, *Myadestes ralloides* y *Euphonia xanthogaster*. Los resultados coincidieron con lo encontrado por Parra y Uribe (2019), quienes señalaron que *M. ralloides* y *M. straticollis* fueron las dos especies que presentaron el valor de centralidad más alto. Con relación a las semillas, el morfotipo 1 (*Miconia* sp) fue el que presentó el mayor valor de centralidad en las tres coberturas. Debido a su alto valor de centralidad, se podría pensar que estas cuatro especies (tres aves y una planta) son claves en la estructura de la red de interacción de dispersión de semillas, por lo que en un eventual caso de disminución o remoción de alguna especie, habrían consecuencias negativas en el funcionamiento del ecosistema (Dáttilo *et al.*, 2016).

Centralidad por nodos (Intermediación)

El índice de centralidad intermedia brindó información sobre especies clave para las redes evaluadas, debido a que *Myadestes ralloides* (0.3717), *Mionectes straticollis* (0.4161) y *Euphonia xanthogaster* (0.1255) fueron las especies de aves con mayores valores de centralidad en las coberturas bosque denso, bosque fragmentado y pastos arbolados respectivamente. Esta medida representa un indicador de nodos que conectan áreas de la red que de otra forma estarían esparcidas o no conectadas, por lo que se asume, que éstas especies son las más importantes para la conectividad de cada red.

Según Montoya *et al.*, (2001), la extinción local de algunas especies muy conectadas o la pérdida de interacciones puntuales, podría provocar la fragmentación de las redes a nivel de comunidad (Melián y Bascompte, 2002). Estos resultados indican que estas especies son claves para el mantenimiento de las redes mutualistas planta-ave en cada red estudiada. Si estas especies se extinguieran o sufrieran una disminución poblacional, las redes podrían desestabilizarse al eliminarse o reducirse la dispersión de semillas que realizan esas tres especies de aves.

La aproximación de redes mutualistas puede utilizarse para investigar la fragilidad de las interacciones ecológicas ante la pérdida de especies (Bascompte *et al.*, 2003; Bascompte y Jordano, 2006; Rico-Gray, 2006; Bascompte *et al.*, 2006). En este sentido, el análisis de las redes mutualistas permite determinar estrategias de conservación a nivel de comunidad, facilitando ubicar especies relevantes para conservar o proteger (Lara-Rodríguez *et al.*, 2012).

7.8 Viabilidad de semillas encontradas en las excretas de las aves

Los ensayos de germinación se realizaron con semillas del morfotipo 1 *Miconia* sp. (Anexo 7) debido a que fue la semilla más común en las excretas y la que presentó la mayor abundancia registrada, con 26.595 semillas (86,98%). Este morfotipo se encontró en las excretas de 22 especies de aves (Tabla 12).

Tabla 12. Especies dispersoras del morfotipo 1 (*Miconia* sp) con sus respectivas pruebas de germinación. Las especies de aves están organizadas de acuerdo al número de semillas que se encontraron en las excretas. Tamaño corporal (**TC**), Total de semillas (**TS**), cantidad de semillas sembradas (**SS**), total de semillas germinadas (**SG**), cantidad de días que tardó en germinar la primera semilla (**CDG**) y por último, el índice de capacidad de germinación (**ICG**).

Nro	Especie	TC (cm)	TS	SS	SG	CDG	ICG
1	<i>Myadestes ralloides</i>	17,5	13675	637	517	10	81,16
2	<i>Tangara xanthocephala</i>	13	2064	83	79	23	95,18
3	<i>Turdus fulviventris</i>	24	1998	110	88	25	80,00
4	<i>Anisognathus somptuosus</i>	16,5	1788	40	23	22	57,50
5	<i>Tangara nigroviridis</i>	12	1538	241	209	11	86,72
6	<i>Euphonia xanthogaster</i>	10	1234	40	35	16	87,50
7	<i>Tangara vassorii</i>	13	843	50	45	22	90,00
8	<i>Chlorophonia cyanea</i>	11	662	92	84	17	91,30
9	<i>Tangara labradorides</i>	12	572	50	47	25	94,00
10	<i>Chlorochrysa calliparaea</i>	12	549	50	41	11	82,00
11	<i>Pipreola riefferii</i>	18,5	363	64	47	17	73,44
12	<i>Turdus serranus</i>	24	327	56	42	19	75,00
13	<i>Stilpnia heinei</i>	13	268	40	35	14	87,50
14	<i>Mionectes striaticollis</i>	13,5	241	69	42	23	60,87
15	<i>Masius chrysopterus</i>	11	150	86	79	17	91,86

16	<i>Tangara parzudakii</i>	14	133	40	37	17	92,50
17	<i>Myiophobus phoenicomitra</i>	12	64	43	40	13	93,02
18	<i>Elaenia frantzii</i>	14	41	30	14	24	46,67
19	<i>Turdus leucops</i>	20,5	30	30	24	28	80,00
20	<i>Tangara chrysotis</i>	14	28	28	21	19	75,00
21	<i>Diglossa caerulescens</i>	13,5	22	15	15	12	100,00
22	<i>Rupicola peruvianus</i>	30,5	5	5	5	20	100,00

Los resultados evidenciaron que de 1867 semillas sembradas germinó el 83%, lo que sugiere que las aves capturadas fueron principalmente dispersoras y no depredadoras de semillas. Todas las especies capturadas y que se alimentaron de frutos de *Miconia* sp. fueron dispersoras efectivas, debido a que superaron el 0% de germinación y ninguna dejó semillas inviables. Por otra parte, para *Rupicola peruvianus* y *Diglossa caerulescens*, se registró una germinación del 100%, pero hay que tener presente que para ambas especies se colectó la menor cantidad de semillas (Figura 12). Por el contrario, para *Elaenia frantzii* se registró el menor porcentaje de germinación con un 46,67%, lo que coincidió con los resultados reportados por Serna (2019) para una especie del género *Miconia*, donde encontró que de las nueve especies que consumieron dicho fruto, *Elaenia frantzii* fue la que presentó el menor porcentaje de viabilidad.

En décadas recientes se han realizado diversos estudios para determinar la efectividad que tienen las aves en la germinación de las semillas y los resultados son variables, por ejemplo algunos experimentos han demostrado que las semillas ingeridas por aves frugívoras tienen un mayor éxito de germinación en comparación con las semillas no ingeridas (Traveset, 1998; Paulsen y Högstedt, 2002; Jordaan *et al.*, 2011; Fricke *et al.*, 2013) mientras que otros autores han encontrado una disminución en la germinación de las semillas (Alves *et al.*, 2008; Mota *et al.*, 2008), otros autores no encontraron diferencias significativas en la germinación de semillas ingeridas por aves frugívoras y semillas extraídas directamente del fruto (Lieberman y Lieberman, 1986; Willson y Traveset, 2000; Domínguez, 2005; Artavia, 2006) y algunos investigadores como Noble (1975) han reportado que algunas especies de plantas dependen completamente de la ingestión mediada por frugívoros, para la

germinación de sus semillas; por el contrario, y estudios como el realizado por Thabethe *et al.* (2015), han documentado que algunas aves frugívoras son depredadores absolutos o dispersores ilegítimos de semillas.

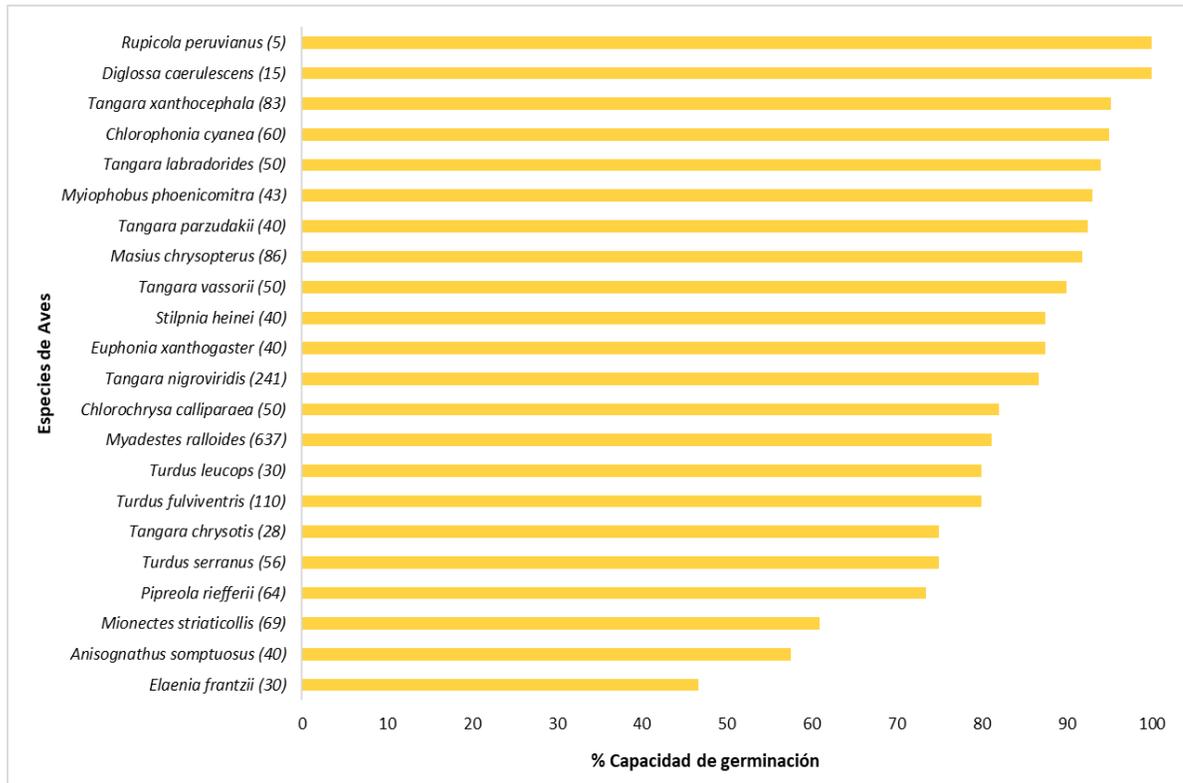


Figura 12. Capacidad de germinación de las semillas del morfotipo 1. En paréntesis se indica el número de semillas sembradas por especie de ave.

En cuanto a los resultados obtenidos, el alto porcentaje de germinación (83%) reportado para las semillas de *Miconia* sp., luego de ser ingeridas por aves frugívoras, indicó que las semillas no se vieron afectadas negativamente luego de pasar por el tracto digestivo de las especies (Tabla 12). Recientemente, se ha demostrado que los efectos del paso intestinal de las semillas de las plantas de la familia Melastomataceae son muy variables (Silveira *et al.*, 2012, 2013), debido a que en diversas investigaciones, se ha reportado que la endozoocoria favorece la capacidad de germinación de las semillas del género *Miconia*.

Por ejemplo, en un estudio realizado en 2018 por Pérez-Cadavid y colaboradores, se encontró que el porcentaje y la velocidad de germinación de *Miconia glaberrima* y *Miconia mexicana*, fue mayor para semillas ingeridas por siete especies de aves, en comparación con semillas extraídas directamente del fruto. Moreno (2010) también encontró por medio de ensayos de germinación que las semillas de un fruto de Melastomataceae ingerido por 11 especies de aves, superó el 0% de germinación, evidenciando que ninguna de las especies dejó inviable las semillas.

En otras investigaciones no se han reportado diferencias en la germinación de las semillas cuando son ingeridas por aves; por ejemplo, Artavia (2006) encontró que el paso de las semillas por el tracto digestivo de las aves no tuvo efectos sobre la germinación de *Miconia calvescens* al compararla con un grupo control, ya que ambos tratamientos alcanzaron un 90% de germinación.

Traveset (1998) sugiere que el paso de las semillas a través del tracto digestivo puede mejorar la capacidad de germinación, como consecuencia de la eliminación de la pulpa, dado que según los reportes de algunos autores, la pulpa suele contener inhibidores germinales (Barnea *et al.*, 1991). Una mejora en la capacidad de germinación se puede atribuir también a las modificaciones estructurales de las semillas a causa de la endozoocoria, entre ellas, el incremento de la porosidad, ya que el paso de las semillas por el tracto digestivo de las aves debilita la capa externa de las mismas (Traveset *et al.*, 2008). Este proceso se conoce como escarificación y facilita que el agua ingrese a la semilla (imbibición), lo que representa la etapa inicial de la germinación (Pita y Pérez, 1998).

Por otro lado, Silveira *et al.* (2013) señalan que posiblemente las semillas de *Miconia* y en general, de la familia Melastomataceae, no requieren de la ingestión de aves frugívoras para su germinación, pues en varias de las investigaciones que se han realizado con estas plantas, los autores no han reportado diferencias entre el porcentaje de germinación de las semillas ingeridas, con aquellas obtenidas directamente del fruto (Alves *et al.*, 2008; Silveira *et al.*, 2012). De esa manera, las plantas no experimentan un efecto negativo cuando son ingeridas por aves y

además, reciben beneficios al ser consumidas, dado que se favorece el movimiento de las semillas lejos del árbol parental, evitando la muerte de las semillas por depredación de herbívoros o agentes patógenos.

De acuerdo a los resultados obtenidos el inicio de la germinación de las semillas de *Miconia* sp., difiere entre las 22 especies de aves que las consumieron; por ejemplo, para *Myadestes ralloides*, el proceso de germinación inició a los 10 días, seguido por *Chlorochrysa calliparea* y *Tangara nigroviridis* a los 11 días (Figura 13). Dubois y Cheptou (2012) señalan que una germinación temprana puede acelerar el establecimiento de las plántulas y una ventaja en la adquisición de luz y nutrientes; además, una rápida germinación reduce el tiempo de exposición de las semillas a depredadores y patógenos (Parsons, 2012).

Algunos autores sugieren que la velocidad de germinación puede estar relacionada con el tamaño corporal de las aves (Schupp *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2016), debido a que aves de mayor tamaño tienen intestinos más largos, lo que ocasiona un incremento en los tiempos de retención de las semillas. Esta condición genera aumentos en la abrasión de las semillas y por consiguiente, un efecto más fuerte de escarificación, adelgazando la cubierta de las semillas y volviéndolas más permeables al agua. Así, semillas con cubiertas más delgadas germinarán antes debido a una imbibición más rápida; sin embargo, los resultados de este estudio difieren con lo planteado anteriormente, ya que las semillas que germinaron más rápido no fueron las consumidas por las aves de mayor tamaño corporal (Tabla 12).

Godínez-Álvarez *et al.* (2020) sugieren que si bien la longitud del intestino es un factor significativo que influye en el tiempo de retención de las semillas, hay otros factores que también pueden estar asociados con el grado de abrasión que sufren las semillas, como por ejemplo: alimento ingerido junto con el fruto (Traveset, 1998), tamaño de las semillas, grosor de la cubierta y forma de vida de las plantas. Así, las semillas pequeñas suelen permanecer más tiempo en el intestino de los frugívoros a comparación de las semillas grandes (Stanley y Lill, 2002) y las semillas de los árboles, generalmente presentan un espesor mayor en la cubierta que las semillas de arbustos y hierbas.

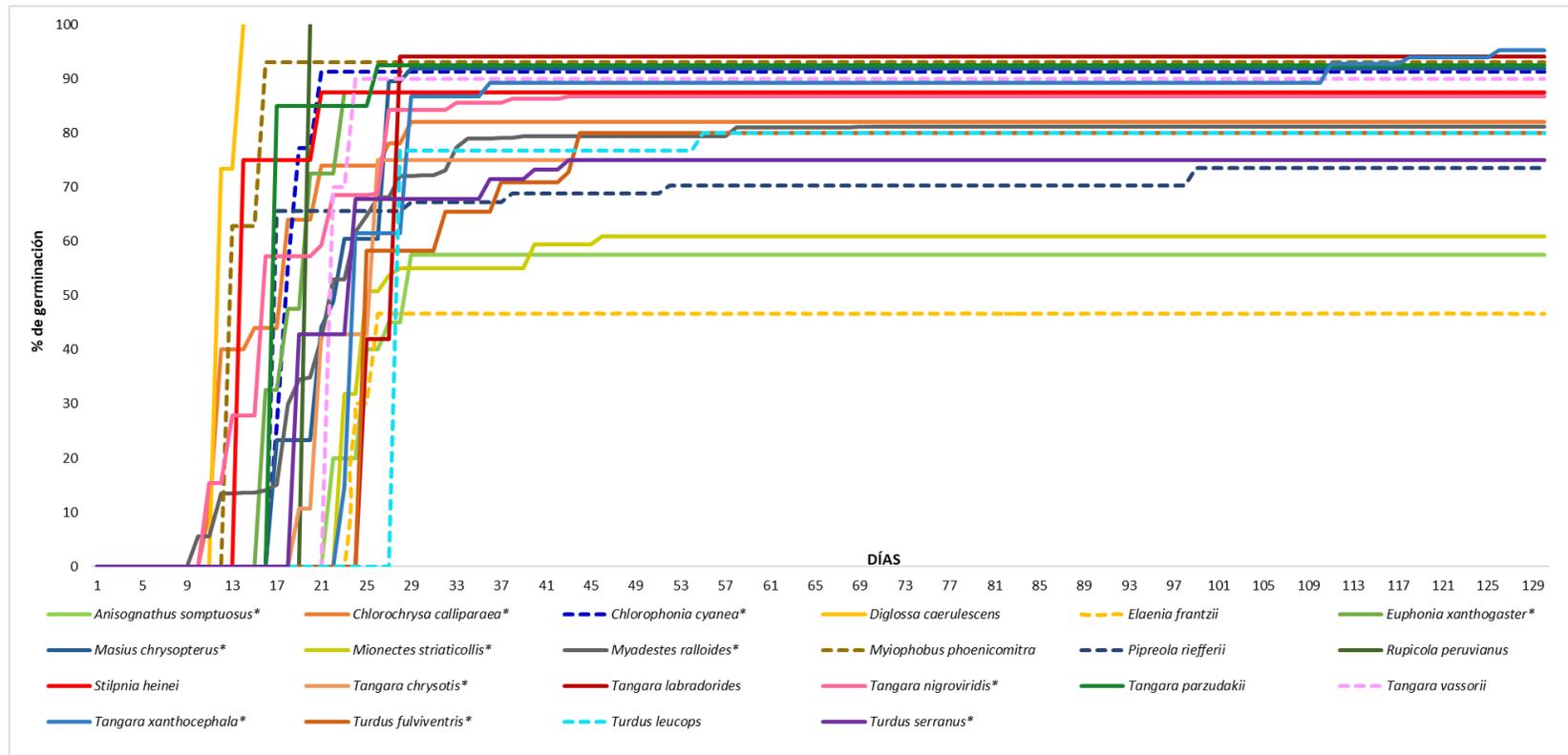


Figura 13. Comparación de la velocidad de germinación del morfotipo 1 (*Miconia* sp.) entre las diferentes especies de aves dispersoras. En la parte superior del gráfico se indica la cantidad de semillas germinadas por día y en la parte inferior, el porcentaje de las semillas germinadas. *Los datos con más de una feca por especie fueron promediados para graficar.

La dispersión juega un papel importante en el mantenimiento de la biodiversidad, conservación y recuperación de áreas degradadas (Howe, 2016), debido a que promueve la colonización de especies pioneras que germinan y se desarrollan en lugares con alta incidencia de luz, ofreciendo mejores condiciones para el establecimiento de especies secundarias, que usualmente se desarrollan bajo sombra y crecen cuando las condiciones de iluminación son favorables (Arroyo *et al.*, 2015).

La dispersión de semillas medida por aves frugívoras es un proceso fundamental en la distribución espacial de las plantas (Lomáscolo, 2016); no obstante, puede verse afectado si hay interrupción de la relación planta-ave por diversos factores como la disminución de la abundancia de dispersores o la fragmentación del hábitat (Lima *et al.*, 2015;). Por tal motivo, es importante favorecer la presencia de aves que contribuyan a la dispersión de semillas y a la protección de los bosques que habitan.

8. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos evidenciaron que las coberturas boscosas favorecieron la presencia de aves vulnerables a la pérdida de hábitat y con dependencia por bosques naturales bien conservados, entre ellas: *Pharomachrus auriceps*, *Pipreola riefferii*, *Pachyramphus versicolor* y *Chlorochrysa calliparaea*, resaltando la importancia del área de estudio para la conservación de las aves.

Mionectes striaticollis y *Myadestes ralloides* se identificaron como las especies más abundantes y con mayor cantidad de interacciones con 11 y 15 morfotipos de plantas dispersadas, respectivamente, entre las cuales se destacan *Miconia* sp. y *Cecropia* sp., géneros reportados en procesos de regeneración natural de los bosques.

La especie vegetal que tuvo la mayor frecuencia de ocurrencia en las excretas de las aves frugívoras y mayor capacidad de germinación fue *Miconia* sp., fue dispersada por 22 de las especies de aves frugívoras (49%), y se encontró en baja proporción en las excretas de especies de aves mayores a 25 cm asociadas al estrato de dosel como *Rupicola peruvianus* y *Pipreola riefferi*, sugiriendo que la usan como una fuente de alimento esporádica cuando se movilizan por áreas abiertas.

Algunas semillas de tamaños mayores a 5 mm (tamaños grandes) y de cubierta gruesa como las del género *Geonoma* y de los morfotipos 14 y 43, se encontraron en bosque denso y bosque fragmentado en buen estado de conservación, lo que sugiere que estas semillas posiblemente correspondan a especies arbóreas que contribuyen al mantenimiento de continuos boscosos y a la dinámica del bosque. Estas semillas fueron dispersadas por *Rupicola peruvianus* y *Aulacorhynchus prasinus*, especies de aves que, según la literatura, se alimentan de frutos de especies arbóreas propias de bosques en estados sucesionales tardíos.

Los morfotipos de semillas correspondientes a *Myrsine*, *Anthurium* y *Palicourea* que fueron dispersados por *Rupicola peruvianus*, *Mionectes striaticollis*, *Euphonia xanthogaster*, *Myadestes ralloides* y *Turdus fulviventris*, hacen parte de los géneros donde se encuentran especies registradas como componentes de estados sucesionales intermedios de los bosques tropicales, de tal manera que se sugiere, pueden contribuir a conectar áreas conservadas con áreas intervenidas como los pastos arbolados y áreas destinadas a la tala selectiva (entresaca).

De los 45 morfotipos de semillas encontrados en las excretas, 14 fueron recolectados en baja abundancia (<5), pese al número de especies (45) e individuos (508) registrados, esta información se hace relevante para los procesos de conservación de los bosques, dado que se encontraron principalmente es especies que frecuentan el dosel y el sotobosque.

Las semillas de *Miconia* sp. encontradas en las excretas de *Myadestes ralloides* fueron las más rápidas en germinar, sugiriendo que el paso por el tracto digestivo estimula su germinación, lo que significa menor tiempo de exposición de las semillas a depredadores y patógenos, y, por lo tanto, un rápido crecimiento que favorece el proceso de regeneración del bosque.

Los resultados obtenidos permitirán apoyar a las comunidades del municipio de Santa Rosa, Cauca, de modo que la información generada sirva como herramienta para la protección de áreas y el fortalecimiento de procesos de Ordenamiento Territorial.

9. RECOMENDACIONES

En procesos de restauración ecológica y con el conocimiento de las especies de aves que están contribuyendo con la dispersión efectiva de semillas, se sugiere establecer cercas vivas con especies nativas que favorezcan la presencia de las aves y, por lo tanto, las dinámicas ecosistémicas.

Para futuras investigaciones se recomienda instalar redes de niebla de dosel que permitan capturar especies de aves de gran tamaño y/o de vuelo alto, con el fin de conocer el papel que desempeñan estas aves en las redes de dispersión de semillas.

Para futuros estudios relacionados con muestras vegetales, especialmente de frutos, se recomienda realizar muestreos de material botánico fértil en las localidades de estudio, a fin de facilitar las comparaciones entre semillas colectadas en las excretas y la flora asociada.

Dado que las semillas del género *Miconia* fueron dispersadas por aves frugívoras de hábitos generalistas y especialistas, estuvo mejor representada en las coberturas de bosque denso y bosque fragmentado, y considerando que se ha descrito como una planta pionera, se propone como una especie para ser utilizada en procesos de restauración y/o recuperación ecológica.

Se recomienda realizar más investigaciones de ecología aplicada para las comunidades de aves y los componentes de su hábitat en la Bota Caucana, ya que son aspectos muy poco estudiados en esa zona del departamento.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, M. y Gonzáles, J. (2019). Red de interacciones entre plantas y aves del género *Tangara* (Passeriformes: Thraupidae) presentes en el Parque Natural Los Tunos, San Antonio del Tequendama, Cundinamarca-Colombia. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Aguilar, C. y Martínez, E. y Arriaga, L. (2000). Deforestación y fragmentación de ecosistemas: ¿Qué tan grave es el problema en México? *CONABIO. Biodiversitas*, 30, 7-11.
- Aguilar-Garavito, M. (2005). Dispersión de semillas por murciélagos en cuatro estados sucesionales de una localidad subandina.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27532.72323>
- Alvear, M. y Betancur, J. y Franco-Roselli, P. (2010). Diversidad florística y estructura de remanentes de bosque andino en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Los Nevados, cordillera central colombiana. *Caldasia*, 32(1), 39-63.
- Alves, M. y Ritter, P. y Antonini, R. y Almeida, E. (2008). Two thrush species as dispersers of *Miconia prasina* (Sw.) DC. (Melastomataceae): an experimental approach. *Braz. J. Biol*, 68(2), 397-401.
- Amico, G. C. y Aizen, M. A. (2005). Dispersión de semillas por aves en un bosque templado de Sudamérica austral: ¿quién dispersa a quién? *Ecología Austral*, 15, 89-100.
- Angulo, D. (2016). Caracterización de las interacciones entre las aves frugívoras potenciales dispersoras de semillas y las plantas ornitócoras de un bosque altoandino del suroccidente colombiano (Totoró-Cauca). Universidad del Cauca.

- Artavia, M. (2006). Ecología de *Miconia calvescens* en Costa Rica: Una planta invasora estudiada en su hábitat nativo [Tesis de Posgrado]. Universidad de Costa Rica.
- Ávila-Campos, J. E. (2016). Lista de aves de alta montaña de la serranía de Los Picachos, San Vicente del Caguán, Caquetá (Colombia). *Biota Colombiana*, 17(S02), 103-113. <https://doi.org/10.21068/c2016v17s02a06>
- Ayerbe-Quiñones, F. (2018). Guía Ilustrada de la Avifauna Colombiana (Primera edición).
- Barnea, A. y Yom-Tov, Y. y Friedman, J. (1991). Does Ingestion by Birds Affect Seed Germination? *Functional Ecology*, 5(3), 394. <https://doi.org/10.2307/2389811>
- Bascompte, J. y Jordano, P. (2008). Redes mutualistas de especies. *Investigación y Ciencia*. www.foodwebs.org
- Bascompte, J. y Jordano, P. y Melián, C. y Olesen, J. (2003). The nested assembly of plant-animal mutualistic networks. *PNAS*, 100 (16). <https://www.pnas.org>
- Blüthgen, N. y Menzel, F. y Blüthgen, N. (2006). Measuring specialization in species interaction networks. *BMC Ecology*, 6. <https://doi.org/10.1186/1472-6785-6-9>
- Borges, M. y Melo, C. (2012). Frugivory and seed dispersal of *Miconia theaezans* (Bonpl.) Cogniaux (Melastomataceae) by birds in a transition palm swamp-gallery forest in Central Brazil. *Braz. J. Biol*, 72(1), 25-31.
- Botero-Degadillo, E. (2012). Consideraciones sobre la frugivoría en *Guettarda* (Rubiaceae) en un bosque húmedo premontano en el norte de Colombia. *Boletín SAO* , 21.
- Buenrostro-Silva, A. y Antonio-Gutiérrez, M. y García-Grajales, J. (2013). *Diversidad de murciélagos de la cuenca baja del Río Verde, Oaxaca* (Vol. 4, Número 2). www.mastozoologiamexicana.org

- Cabrejo, A. (2012). Interacción entre aves frugívoras y *Miconia floribunda* (Bonpl) DC. (Melastomataceae) en el PNN serranía de los Yariguíes (Santander). *Cultura científica*.
- Carlo, T. A. y Morales, J. M. (2016). Generalist birds promote tropical forest regeneration and increase plant diversity via rare-biased seed dispersal. *Ecology*, 97(7), 1819-1831. <https://doi.org/10.1890/15-2147.1>
- Carrillo, N. y Vergara, J. (2020). Diversidad de aves presentes en el paisaje del Centro de Investigación Turipaná de AGROSAVIA, Córdoba - Colombia. Universidad de Córdoba.
- Casallas-Pabón, D. y Calvo-Roa, N. y Rojas-Robles, R. (2017). Murciélagos dispersores de semillas en gradientes sucesionales de la Orinoquia (San Martín, Meta, Colombia). *Acta biológica Colombiana*, 22(3), 348-358. <https://doi.org/10.15446/abc.v22n3.63561>
- Castelblanco, N. y Silva, C. (2018). Influencia de tres coberturas vegetales en la autoecología de la avifauna presente en la finca “El Morichal” del municipio El Retorno, Guaviare. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Cayuela, L. (2006). Deforestación y fragmentación de bosques tropicales montanos en los Altos de Chiapas, México. Efectos sobre la diversidad de árboles 15(3), 192-198.
- Correoso, M. (2022). Expansión y hospederos de la Hemiparásita, *Phoradendron nervosum*, en el Campus de la Universidad ESPE, Quito, Ecuador. *Ciencia*, 24(2), 17-30. <https://doi.org/10.24133/ciencia>
- Dalling, J. (2002). Ecología de semillas.
- Dáttilo, W. y Lara-Rodríguez, N. y Jordano, P. y Guimarães, P. R. y Thompson, J. N. y Marquis, R. J. y Medeiros, L. P. y Ortiz-Pulido, R. y Marcos-García, M. A. y Rico-Gray, V. (2016). Unravelling darwin's entangled bank: Architecture and robustness of mutualistic networks with multiple interaction types. *Proceedings*

of the Royal Society B: Biological Sciences, 283(1843).
<https://doi.org/10.1098/rspb.2016.1564>

Domínguez, L. (2005). Germinación de semillas de tres especies de *Ficus* ingeridas por vertebrados frugívoros. Universidad Veracruzana.

Domínguez-Domínguez, L. E. y 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 de Biología Tropical*, 54(2), 387-394.

Dormann, C. F. y Fründ, J. y Blüthgen, N. y Gruber, B. (2009). Indices, Graphs and Null Models: Analyzing Bipartite Ecological Networks. En *The Open Ecology Journal* (Vol. 2).

Dormann, C. F. y Gruber, B. y Fründ, J. (2008). *Introducing the bipartite Package: Analysing Ecological Networks* (Vol. 8, Número 2).
<http://erzuli.ss.uci.edu/R.stuff>.

Dubois, J. y Cheptou, P. O. (2012). Competition/colonization syndrome mediated by early germination in non-dispersing achenes in the heteromorphic species *Crepis sancta*. *Annals of Botany*, 110(6), 1245-1251.
<https://doi.org/10.1093/aob/mcs203>

Estrada, A. y Coates-Estrada, R. y Vazquez-Yanes, C. (1984). Observations on Fruiting and Dispersers of *Cecropia obtusifolia* at Los Tuxtlas. *Biotropica*, 16(4), 315-318.

Fitzpatrick, J. (1980). Foraging Behavior of Neotropical Tyrant Flycatchers. *Condor*, 82, 43-57.

Flores-Martínez, J. J. y Ortega, J. y Ibarra-Manríquez, G. (1999). El hábito alimentario del murciélago zapotero (*Artibeus jamaicensis*) en Yucatán. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 4, 22-39.

- Fricke, E. C. y Simon, M. J. y Reagan, K. M. y Levey, D. J. y Riffell, J. A. y Carlo, T. A. y Tewksbury, J. J. (2013). When condition trumps location: Seed consumption by fruit-eating birds removes pathogens and predator attractants. *Ecology Letters*, 16(8), 1031-1036. <https://doi.org/10.1111/ele.12134>
- Galindo-González, J. (1998). Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 73, 57-74.
- Galindo-González, J. y Guevara, S. y Sosa, V. (2000). Bat- and Bird-Generated Seed Rains at Isolated Trees in Pastures in a Tropical Rainforest. *Conservation Biology*, 14(6), 1693-1703. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2000.99072.x>
- Godínez-Alvarez, H. y Ríos-Casanova, L. y Peco, B. (2020). Are large frugivorous birds better seed dispersers than medium- and small-sized ones? Effect of body mass on seed dispersal effectiveness. En *Ecology and Evolution* (Vol. 10, Número 12, pp. 6136-6143). John Wiley and Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/ece3.6285>
- Gomez, Y. y Rivera, A. y Gómez, J. y Vargas, N. (2008). Inventario preliminar de aves en dos fragmentos de bosque en la cordillera Oriental de los Andes Colombianos. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* , 11.
- Gómez-Sánchez, M. y Sánchez-Fuentes, L. J. y Salazar-Olivo, L. A. (2011). Anatomía de especies mexicanas de los géneros *Phoradendron* y *Psittacanthus*, endémicos del Nuevo Mundo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1203-1218.
- Hernández-Ladrón, I. y Guevara, D. y Rojas-Soto, O. R. y López-Barrera, F. y 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. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2012000100007>

- Herrera, C. (1982). Seasonal Variation in the Quality of Fruits and Diffuse Coevolution Between Plants and Avian Dispersers. *Ecology*, 63(3), 773-785.
- Hilty, S. y Brown, W. (2001). Guía de las Aves de Colombia.
- Howe, H. E. y Smallwood, J. (1982). Ecology of seed dispersal. 13, 201-228.
- Janzen, D. (1970). Herbivores and the Number of Tree Species in Tropical Forests Daniel. 104, 501-528.
- Janzen, D. H. (1979). How to be a fig. *Annual Review of Ecology and Systematics*.
www.annualreviews.org
- Jordaan, L. A. y Johnson, S. D. y Downs, C. T. (2011). The role of avian frugivores in germination of seeds of fleshy-fruited invasive alien plants. *Biological Invasions*, 13(8), 1917-1930. <https://doi.org/10.1007/s10530-011-0013-z>
- Jordano, P. y Vázquez, D. y Bascompte, J. (2009). Capítulo 1. Redes complejas de interacciones mutualistas planta-animal. En *Ecología y evolución de interacciones planta-animal* (pp. 17-41).
- Laborde, J. y Guevara, S. y Cadavid-Florez, L. (2016). Servicios Ecosistémicos de las Selvas y Bosques Costeros de Veracruz (P. M. Casasola, Ed.).
- Lara-Rodríguez, N. Z. y Díaz-Valenzuela, R. y Martínez-García, V. y Mauricio-López, E. y Anaid-Díaz, S. y Valle, O. I. y Fisher-De León, A. D. y Lara, C. y Ortiz-Pulido, R. (2012). Redes de interacción colibrí-planta del centro-este de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 569-577.
- Li, N. y Li, X.-H. y An, S.-Q. y Lu, C.-H. (2016). Impact of multiple bird partners on the seed dispersal effectiveness of China's relic trees. *Scientific Reports*, 6. <https://doi.org/10.1038/srep17489>
- Lieberman, M. y Lieberman, D. (1986). An experimental study of seed ingestion and germination in a plant-animal assemblage in Ghana. *Journal of Tropical Ecology*, 2(2), 113-126. <https://doi.org/10.1017/S0266467400000717>

- Marín, G. y Bastidas, L. y Muñoz, J. y Oliveros, O. y Navarro, R. y Marcano, B. (2007). Perfil ecológico de la avifauna de los Llanos Orientales de Venezuela en función de los impactos antrópicos. *Interciencia*, 32, 391-398.
- McMullan, M. y Donegan, T. y Calderón, J. y Cortes-Herrera, O. y Cardozo, N. y Reyes, J. (2021). Guía de Campo de las Aves de Colombia.
- Medina, E. y Lopez, L. F. (2021). Frugivory by birds in *Miconia resima* Naudin & *Miconia prasina* (Sw) DC (MELASTOMATACEAE), and its relationships with the fructification phenology in Cundinamarca, Colombia. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(4), 5619-5646.
<https://doi.org/10.34188/bjaerv4n4-059>
- Melián, C. J. y Bascompte, J. (2002). Complex networks: two ways to be robust? *Ecology Letters*, 5, 705-708. <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/pajekman.htm>
- Mendoza, H. y Ramírez, B. (2006). Guía ilustrada de géneros de Melastomataceae y Memecylaceae de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Montaldo, N. H. (2005). Aves frugívoras de un relicto de selva subtropical ribereña en Argentina: Manipulación de frutos y destino de las semillas. *Hornero*, 20, 163-172.
- Montoya, J. y Solé, R. y Rodríguez, M. (2001). La arquitectura de la naturaleza: complejidad y fragilidad en redes ecológicas. *Ecosistemas*, 10(2).
- Moreno, J. S. (2010). Aves Dispersoras De Semillas En Un Remanente De Bosque Seco Tropical En La Finca Betanci–Gucamayás (Córdoba). 36. <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis457.pdf>
- Mota, V. y Rodrigues, M. y Alves de Lima, H. y Alves, M. (2008). Potential role of frugivorous birds (Passeriformes) on seed dispersal of six plant species in a

- restinga habitat, southeastern Brazil. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN, 56(1), 205-216.*
- Muñoz, K. (2019). Aporte de las perchas artificiales para aves frugívoras en la lluvia de semillas, Humedal California, Patía, Cauca. Universidad del Cauca.
- Muñoz, S. (2011). Influencia de ambientes agrícolas como hábitat de aves de la zona sur de la región Metropolitana, Chile.
- Naranjo, J. (2013). Diagnóstico de los murciélagos frugívoros como dispersores de semillas en Zamorano.
- Navarro, A. y Benítez, H. (1995). El dominio del aire (Primera edición). Fondo de Cultura Económica.
- Niles, H. (2015). *Ficus* sp. y la frugivoría: Una investigación sobre un recurso importante para las aves en el bosque nublado occidental del Ecuador. https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/2132
- Norden, N. (2014). Del porqué la regeneración natural es tan importante para la coexistencia de especies en los bosques tropicales. *17*, 247-261.
- Ortiz-Pulido, R. y Laborde, J. y Guevara, S. (2000). Frugivoría por Aves en un Paisaje Fragmentado: Consecuencias en la Dispersión de Semillas. *Biotropica*, *32(3)*, 473-488.
- Ospina, A. y Cortés, D. (2020). Red de interacciones entre plantas y aves frugívoras en ecosistemas urbanos. *Ornitología Colombiana*.
- Palacio, R. (2014). Estructura de la red de interacciones mutualistas entre plantas y aves frugívoras en el bosque nublado de San Antonio -km 18, Valle del Cauca.
- Parra, J. y Uribe, A. (2019). Capítulo 8. Estudio de redes de dispersión de semillas por aves en el Refugio de Vida Silvestre Alto de San Miguel (Caldas, Antioquia): un ejemplo de la importancia de reservas para la educación. En J. Sánchez-

- Londoño, D. Tuberquia, & J. Parra (Eds.), *Estudios en biodiversidad del Alto de San Miguel* (Primera edición, pp. 179-190).
- Parsons, R. F. (2012). Incidence and ecology of very fast germination. *Seed Science Research*, 22(3), 161-167. <https://doi.org/10.1017/S0960258512000037>
- Paulsen, T. R. y Högstedt, G. (2002). Passage through bird guts increases germination rate and seedling growth in *Sorbus aucuparia*. *Functional Ecology*, 16(5), 608-616. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.2002.00668.x>
- Pérez-Cadavid, A. y Rojas-Soto, O. R. y Bonilla-Moheno, M. (2018). Effect of seed ingestion by birds on the germination of understorey species in cloud forest. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(4), 1167-1175. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.4.2612>
- Pinilla, J. (2000). Manual para el anillamiento científico de Aves. 163.
- Pita, M. y Pérez, F. (1998). Germinación de semillas (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Ed.; Hojas Divulgadoras).
- Quesada-Acuña, S. y Porras, C. y 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). <https://doi.org/10.22458/urj.v10i1.2040>
- Quintero-Vallejo, E. y Benavides, A. M. y Moreno, N. y González-Caro, S. (2017). Bosques Andinos: Estado actual y retos para su conservación en Antioquia.
- R Core Team. (2021). R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>.
- Ramírez, M. (2013). Redes de interacción mutualista colibrí-flor en el Parque Nacional Natural Munchique: ¿La pérdida de un colibrí endémico y en peligro

crítico de extinción, acarrea el colapso del sistema? Universidad Nacional de Colombia.

Restrepo, C. (1987). Aspectos ecológicos de la diseminación de cinco especies de muérdagos por aves.

Restrepo, C. y Gómez, N. y Gómez, G. (1998). *Responses of understory birds to anthropogenic edges in a neotropical montane forest* (Vol. 12, Número 1).

Reyes-Lara, D. (2016). La capacidad de dispersión: factor importante de la riqueza y composición de plantas leñosas en vegetación fragmentada de la campiña sevillana (suroeste de España). *Anales de Biología*, 38, 9-27.

Ricklefs, R. E. (1977). A Discriminant Function Analysis of Assemblages of Fruit-Eating Birds in Central America. *The Condor*, 79(3), 228-231.

Ríos, M. (2010). Dieta y dispersión efectiva de semillas por murciélagos frugívoros en un fragmento de bosque seco tropical, Córdoba, Colombia. Pontificia Universidad Javeriana.

Ríos, M. M. (2005). ¿Quién come yarumo?... o mejor, ¿quién no come yarumo en los bosques de montaña? *Boletín SAO*, XV.

Ríos, O. y García, I. y Rengifo, J. (2007). Inventario de aves Passeriformes en áreas de expansión urbana en el municipio de Quibdó, Chocó, Colombia. *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó D.L.C.*, 79-89.

Rodríguez, M. (2018). Análisis de Centralidad en Redes: Un enfoque desde la Teoría de Juegos. Escuela Técnica Superior de Ingeniería.

Santos, T. y Tellería, L. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*, 15(2), 3-12.

<https://doi.org/10.7818/re.2014.15-2.00>

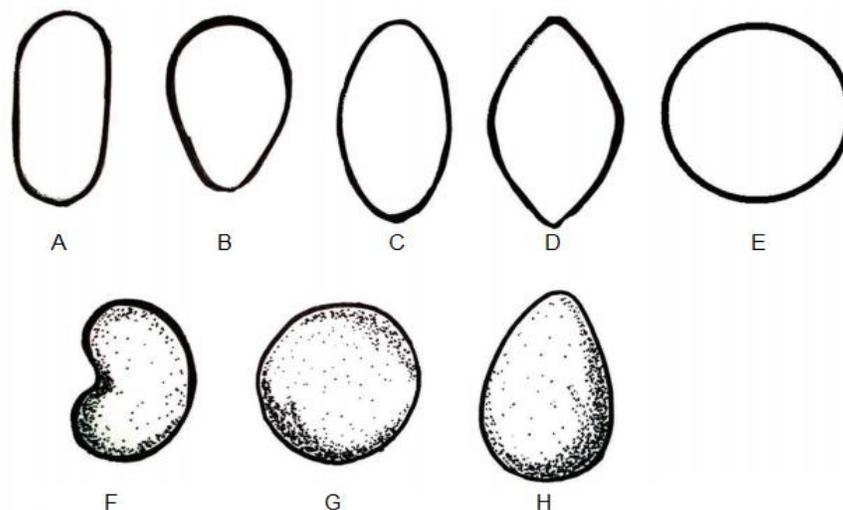
- Sardi, A. y Torres, A. M. y Corredor, G. (2018). Floristic diversity in a rural landscape of the lower slope in Farallones of Cali, Colombia. *Colombia Forestal*, 21(2), 142-160. <https://doi.org/10.14483/2256201X.10866>
- Schupp, E. W. (1993). Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. *107108*, 15-29. https://doi.org/10.1007/978-94-011-1749-4_2
- Schupp, E. W. y Jordano, P. y Gómez, J. M. (2010). Seed dispersal effectiveness revisited: A conceptual review. *New Phytologist*, 188(2), 333-353. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03402.x>
- Segura, A. (2017). Dispersión de semillas por aves y murciélagos frugívoros en un gradiente altitudinal en un enclave seco del cañón de Chicamocha (Santander, Colombia). 1-45.
- Serna, C. (2019). Dispersión de semillas por aves en un fragmento de Bosque Seco Premontano en Bochalema, Norte de Santander. Universidad de Pamplona.
- Shanahan, M. y So, S. y Compton, S. y Corlett, R. (2001). Fig-eating by vertebrate frugivores: a global review. *Biol. Rev*, 76, 529-572. <https://doi.org/10.1017/S1464793101005760>
- Silveira, F. y Fernandes, W. y Lemos-Filho, J. (2013). Seed and seedling ecophysiology of Neotropical Melastomataceae: Implications for Conservation and Restoration of Savannas and Rainforests. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 99(1), 82-99. <https://doi.org/10.3417/2011054>
- Silveira, F. y Oliveira, P. y Lemos-Filho, J. y Fernandes, G. (2012). Species-specific outcomes of avian gut passage on germination of Melastomataceae seeds. *Plant Ecology and Evolution*, 145(3), 350-355. <https://doi.org/10.5091/plecevo.2012.706>
- Snow, D. (1970). Evolutionary aspects of fruit-eating by birds.

- Soto, C. y Bert, E. (2011). Principios en la alimentación de psitacidas (Principles of psittacine birds nutrition). *Revista electrónica de Veterinaria*, 12.
- Stanley, M. y Lill, A. (2002). Avian fruit consumption and seed dispersal in a temperate Australian woodland. *Austral Ecology*, 137-148.
- Stotz, D. y Fitzpatrick, J. y Parker, T. y Moskovits, D. (1996). Neotropical birds: ecology and conservation. University of Chicago Press.
- Torres, G. y Zapote, C. y López, F. (2013). Guía técnica para el reconocimiento y la identificación de semillas de maleza en pastos de Brasil.
- Traveset, A. (1998). Effect of seed passage through vertebrate frugivores' guts on germination: a review. 1, 151-190.
- Traveset, A. y Rodríguez-Pérez, J. y Pías, B. (2008). Seed trait changes in dispersers' guts and consequences for germination and seedling growth. *Ecology*, 89(1), 95-106. <https://doi.org/10.1890/07-0094.1>
- Traylor, M. (1977). A classification of the Tyrant Flycatchers (Tyrannidae).
- van Dorp. (1985). Frugivoría y dispersión de semillas por aves. 333-364.
- Venegas, A. y Varela, S. y Estades, C. (2009). Efecto del fuego en la comunidad de aves de bosque en la Reserva Nacional Malleco. *Boletín Chileno de Ornitología*, 15(1), 1-7.
- Vergar, J. y Ballesteros, J. y González, C. y Linares, J. (2017). Diversidad de aves en fragmentos de bosque seco tropical, Córdoba-Colombia. *Revista Biología Tropical*, 65, 1625-1634.
- Villareal, H. y Álvarez, S. y Córdoba, F. y Escobar, G. y Fagua, F. y Gast, H. y Mendoza, M. y Ospina, M. y Umaña, A. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. www.humboldt.org.co
- Wendel, S. (2015). Catálogo general de colores Faber-Castell. http://www.regalex.es/images/catalogos/catalogo_faber_castell_2015.pdf

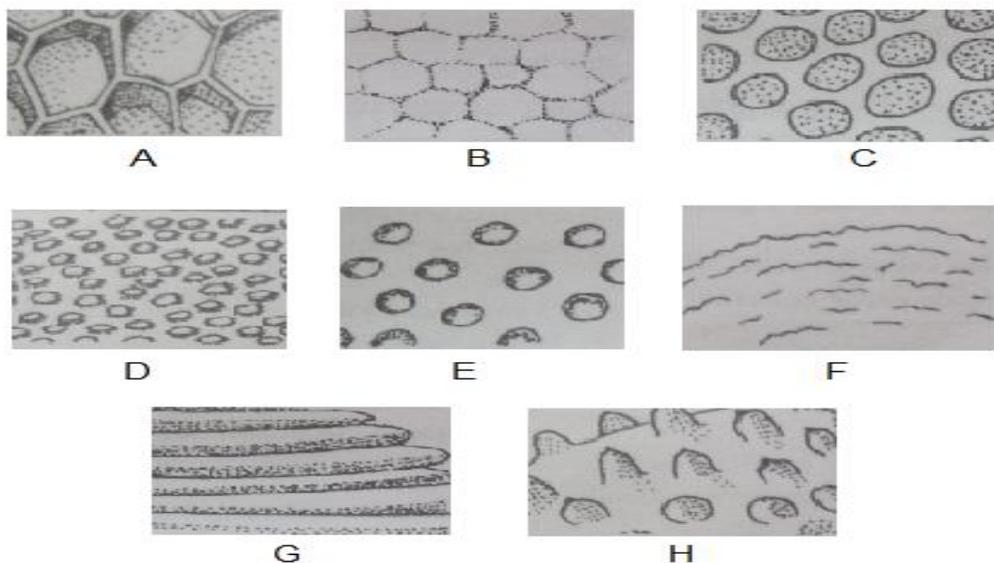
- Willson, M. y Traveset, A. (2000). The ecology of seed dispersal. 13, 85-110. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.13.110182.001221>
- Winkler, D. y Billerman, M. y Lovette, J. (2020). Tyrant Flycatchers (Tyrannidae). Cornell Lab of Ornithology.
- Yañez-Dukon, L. A. y Vargas Hernández, N. F. y Forero Espinosa, I. y Locano Montoya, P. y Ruiz Toquica, J. S. (2021). Evaluación rápida de las familias y grupos trófico de aves asociadas a sabanas y bosques de galería en la Reserva El Caduceo, La María (San Martín, Meta, Colombia). *Revista Mutis*, 11(2), 132-142. <https://doi.org/10.21789/22561498.1705>
- Zuluaga, J. y Espinosa, A. (2005). Las aves como dispersoras de semillas, en la sucesión secundaria de un sector quemado del Santuario de Fauna y Flora de Iguaque, Boyacá. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Tipos de formas de semillas. A. oblongo, B. obovado, C. oval, D. elíptico, E. circular, F. reniforme, G. esférica, H. ovoide. Tomado de Torres *et al.* (2013).



Anexo 2. Tipo de textura de la testa de semillas. A-B. reticulada, C-E. faveolada, D. granulada, F. irregular, G. estriada; H. equinada. Tomado de Mendoza y Ramírez (2006).



Anexo 3. Guía de colores de Faber-Castell. Tomado de Wendel (2015).

	blanco		azul ultramar		canela
	marfil		azul ultramar claro		rojo pompeyano
	crema		azul cielo		rojo indio
	amarillo claro transparente		azul cobalto verdoso		rojo veneciano
	amarillo de cadmio limón		azul ftalo		sanguina
	amarillo de cadmio claro		azul ftalo medio		ocre tostado
	amarillo de cromo claro		azul ftalo claro		terracota
	amarillo de cadmio		turquesa azulado		ocre amarillo claro
	amarillo de cadmio oscuro		azul prusiano		amarillo de Nápoles
	amarillo de cromo oscuro		turquesa celeste		amarillo de Nápoles oscuro
	naranja de cadmio		turquesa cobalto		marrón ocre
	naranja transparente		turquesa cobalto claro		tierra de sombra natural
	naranja de cadmio oscuro		verde cobalto		bistre
	rojo de cadmio claro		verde cobalto oscuro		marrón van Dyck
	rojo escarlata		verde de Hooker		turrón
	rojo escarlata claro		verde ftalo oscuro		sombra tostada
	rojo escarlata oscuro		verde óxido de cromo fuerte		siena tostada
	carmin permanente		verde ftalo		pardo de naeces
	rojo intenso		verde esmeralda		sepia oscuro
	rojo de cadmio medio		verde ftalo claro		gris cálido VI
	rojo oscuro		verde claro		gris cálido V
	carmin de granza		verde hierba		gris cálido IV
	carmesí de alizarina		verde hoja		gris cálido III
	rosa carmin		verde permanente		gris cálido II
	carmin rosa natural		verde oliva permanente		gris cálido I
	rosa púrpura claro		verde pino		gris frío I
	fucsia		verde óxido de cromo		gris frío II
	magenta		verde enebro		gris frío III
	magenta claro		verde oliva amarillento		gris frío IV
	rosa granza claro		verde dorado		gris frío V
	rosa púrpura medio		verde de mayo		gris frío VI
	carmesí		verde tierra amarillento		gris de Payne
	violeta de manganeso		verde óxido de cromo opaco		negro
	violeta		verde tierra		plata
	violeta púrpura		caput mortuum		oro
	violeta azulado		violeta caput mortuum		cobre
	malva		carmin tostado		salmón fluorescente
	azul marino		rojo violeta		rosa fluorescente
	azul indigo		rojo violeta claro		naranja fluorescente
	azul indantreno		color carne oscuro		negro tenue
	azul celeste rojizo		color carne medio		
	azul cobalto		color carne claro		

Anexo 4. Número de individuos capturados utilizando redes de niebla durante siete jornadas de campo (sep-19, mar-22), en las tres coberturas vegetales y localidades de muestreo elegidas. Para cada especie de ave se indica el número de individuos capturados por localidad: Serranía La Vieja, El Placer y La Cocha y tipo de cobertura: **A.** Bosque denso, **B.** Bosque fragmentado, **C.** Pastizales arbolados.

Categoría Taxonómica Especies	Sitios de muestreo										
	Serranía La Vieja			El Placer			La Cocha			Total	
	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
COLUMBIFORMES											
Columbidae											
1	<i>Zentrygon frenata</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	1	
TROGONIFORMES											
Trogonidae											
2	<i>Pharomachrus auriceps</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	1	
CORACIIFORMES											
Momotidae											
3	<i>Momotus aequatorialis</i>	-	-	-	-	1	-	1	-	2	
PICIFORMES											
Ramphastidae											
4	<i>Aulacorhynchus albivitta</i>	-	-	-	3	1	1	-	-	5	
PASSERIFORMES											
Pipridae											
5	<i>Masius chrysopterus</i>	3	1	1	6	-	-	3	6	20	
Cotingidae											
6	<i>Pipreola riefferii</i>	-	-	-	7	1	-	-	-	8	
7	<i>Rupicola peruvianus</i>	-	-	-	2	-	-	-	3	5	
Tityridae											
8	<i>Pachyramphus versicolor</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	1	
Tyrannidae											
9	<i>Mionectes striaticollis</i>	31	63	12	30	9	6	20	10	2	183
10	<i>Pyrrhomyias cinnamomeus</i>	2	-	3	-	-	1	-	-	-	6
11	<i>Zimmerius chrysops</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
12	<i>Elaenia frantzii</i>	-	-	-	-	3	-	-	-	2	5
13	<i>Phyllomyias nigrocapillus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
14	<i>Mecocerculus poecilocercus</i>	-	-	1	-	3	-	-	-	-	4
15	<i>Mecocerculus minor</i>	1	1	-	2	1	1	1	1	-	8
16	<i>Myiarchus cephalotes</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
17	<i>Myiophobus phoenicomitra</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Vireonidae											
18	<i>Vireo leucophrys</i>	-	-	-	-	2	2	-	-	-	4
Turdidae											

19	<i>Myadestes ralloides</i>	10	18	3	13	4	6	11	3	-	68
20	<i>Turdus leucops</i>	1	1	-	-	-	-	-	-	1	3
21	<i>Turdus fulviventris</i>	1	1	1	2	-	-	1	1	-	7
22	<i>Turdus serranus</i>	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2
Fringillidae											
23	<i>Chlorophonia cyanocephala</i>	-	-	-	-	6	5	-	-	-	11
24	<i>Chlorophonia cyanea</i>	-	-	-	-	6	3	-	-	-	9
25	<i>Euphonia xanthogaster</i>	1	3	3	4	1	6	-	2	3	23
Passerellidae											
26	<i>Arremon brunneinucha</i>	-	5	-	-	1	-	1	2	-	9
27	<i>Zonotrichia capensis</i>	3	-	-	-	2	1	-	-	-	6
Icteridae											
28	<i>Psarocolius angustifrons</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
Cardinalidae											
29	<i>Piranga rubra</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Thraupidae											
30	<i>Iridophanes pulcherrimus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4
31	<i>Diglossa glauca</i>	1	1	-	-	-	-	1	6	-	9
32	<i>Diglossa caerulea</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
33	<i>Diglossa cyanea</i>	2	1	-	3	-	4	1	-	-	11
34	<i>Tachyphonus rufus</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
35	<i>Sphenopsis frontalis</i>	3	4	-	-	1	-	-	-	-	8
36	<i>Chlorochrysa calliparaea</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2
37	<i>Anisognathus somptuosus</i>	1	-	2	-	2	8	-	-	-	13
38	<i>Stilpnia heinei</i>	-	-	2	-	3	-	-	-	-	5
39	<i>Stilpnia cyanicollis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
40	<i>Tangara vassorii</i>	-	-	-	-	-	8	-	-	-	8
41	<i>Tangara nigroviridis</i>	2	-	1	-	4	10	-	-	-	17
42	<i>Tangara labradorides</i>	2	-	1	-	1	1	-	-	-	5
43	<i>Tangara chrysotis</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	2	3
44	<i>Tangara xanthocephala</i>	3	-	-	-	6	6	-	-	-	15
45	<i>Tangara parzudakii</i>	1	-	-	2	2	-	-	-	-	5
TOTAL		70	102	30	75	65	70	40	34	22	508

Anexo 5. Especies de aves frugívoras capturadas en las coberturas vegetales estudiadas: Bosque denso, bosque fragmentado y pastos arbolados en el municipio de Santa Rosa, Cauca (Anexo 4). Fotos tomadas por Cristian Vidal.



Pharomachrus auriceps



Rupicola peruvianus



Pipreola riefferii



Myadestes ralloides



Chlorophonia cyanocephala (♀)



Diglossa glauca



Euphonia xanthogaster



Mionectes striaticollis



Chlorophonia cyanocephala (♂)



Anisognathus somptuosus



Tangara xanthocephala



Turdus fulviventris



Aulacorhynchus albivitta



Diglossa cyanea



Chlorochrysa calliparaea



Zonotrichia capensis



Elaenia frantzii



Vireo leucophrys



Tangara chrysotis



Tangara vassorii



Iridophanes pulcherrimus

Anexo 6. Cantidad de semillas obtenidas por morfotipo y cobertura vegetal.

Morfotipo	Cantidad de semillas obtenidas por morfotipo y cobertura vegetal									Total
	Bosque denso			Bosque fragmentado			Pastos arbolados			
	El Placer	SLV	La Cocha	El Placer	SLV	La Cocha	El Placer	SLV	La Cocha	
M1	7109	3003	212	1757	5446	1944	6028	1076	20	26595
M2	-	10	-	-	-	-	-	-	-	10
M3	-	-	-	-	8	-	-	-	-	8
M4	54	-	7	37	19	200	8	-	30	355
M5	1	-	-	-	4	-	-	-	-	5
M6	-	-	-	-	-	40	-	-	-	40
M7	-	-	-	70	6	8	13	-	-	97
M8	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3
M9	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3
M10	9	2	66	9	1	-	-	-	-	87
M11	-	1157	-	-	-	-	-	-	-	1157
M12	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
M13	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
M14	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3
M15	164	-	-	-	152	-	-	-	-	316
M16	-	-	18	-	3	-	-	-	-	21
M17	-	-	-	-	3	-	3	-	-	6
M18	-	5	10	2	2	94	-	5	-	118
M19	-	-	-	-	-	-	284	-	21	305
M20	-	-	-	-	-	-	5	-	-	5
M21	44	2	6	13	99	104	-	-	27	295
M22	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3
M23	-	63	-	50	-	-	-	-	-	113
M24	-	-	-	37	-	-	-	-	-	37
M25	18	-	-	-	2	-	-	-	-	20
M26	57	-	-	700	-	-	-	-	-	757
M27	17	-	-	-	-	-	-	-	-	17
M28	5	-	-	-	-	-	-	-	-	5
M29	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
M30	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4
M31	-	3	-	-	8	-	-	-	-	11
M32	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3
M33	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3
M34	-	-	-	11	-	-	-	-	-	11
M35	-	-	-	-	-	-	-	7	-	7
M36	-	10	-	-	-	-	-	1	-	11
M37	-	-	-	2	-	-	55	-	6	63
M38	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
M39	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2
M40	-	1	-	-	6	-	-	-	-	7
M41	-	52	-	-	-	-	-	-	-	52
M42	-	6	-	-	-	-	-	-	-	6
M43	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
M44	1	-	2	-	-	-	-	-	-	3
M45	-	-	6	-	-	-	-	-	-	6
TOTAL	7483	4314	327	2692	5771	2392	6399	1091	107	30576

Anexo 7. Ensayos de germinación instalados para las semillas del morfotipo 1 (*Miconia* sp), encontradas en las excretas de *Myadestes ralloides* y *Tangara nigroviridis*.

