UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE BIOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE

DISPERSIÓN DE SEMILLAS POR AVES Y MURCIÉLAGOS FRUGÍVOROS EN CLAROS NATURALES DEL BOSQUE MONTANO EN LA ESTRIBACIÓN SURORIENTAL DE LOS ANDES DEL ECUADOR

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE BIÓLOGO

AUTOR:

JAVIER LEONARDO ZAMORA DELGADO

DIRECTOR:

BLGO. DANILO MINGA OCHOA

CUENCA, ECUADOR

2008

A Inés y Fernando…

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Fundación Alemana para la Investigación (DFG) por el financiamiento del presente estudio y de manera muy especial al Dr. Félix Matt, coautor del mismo, por haberme brindado la oportunidad de trabajar y aprender junto a él.

A la Fundación Naturaleza y Cultura Internacional, y de manera especial al Biólogo Felipe Serrano.

Al Biólogo Danilo Minga, director del presente trabajo, por su apoyo, sus valiosos comentarios y correcciones al documento final.

A la Dra. Rafaella Ansaloni por su ayuda con el tratamiento estadístico de los datos y sus comentarios.

A mis amigos y compañeros, Karina Almeida, Javier Fernández de Córdova, Vinicio Santillán y Marco Lara por los momentos compartidos que hicieron más placentero mi trabajo en la Estación Científica San Francisco. Un agradecimiento muy especial a mis amigos Xavier Clavijo y Alfonso Arguero quienes me dieron su total apoyo durante el desarrollo del estudio y a Edgar Segovia por sus comentarios.

A mis profesores Biólogos Paul Tucotte, Francisco Neira, Edwin Zárate, Fabián Rodas, Gustavo Chacón y Fabián Toral, por sus enseñanzas.

A la Sra. Maria Feijoo y su familia, a Tati Aguirre y Rocío por el cariño que me brindaron durante mi estadía en la Estación.

Y a todas las personas que me apoyaron de una u otra manera en la culminación de esta etapa en mi vida. Muy en especial a mí querida Madre y mis tíos Fernando, Laura y Susana.

RESUMEN

En un bosque montano del suroriente del Ecuador se estudió la dispersión de semillas por aves y murciélagos en cuatro claros en quebrada, filo y sendero, empleando 134 m^2 de colectores que fueron revisados durante cien días y noches por un año. Además se capturaron algunos animales para determinar su dieta y compararla con lo obtenido en los colectores. Los murciélagos dispersaron la mayor diversidad de semillas en claros de quebrada, mientras que las aves no tienen preferencia por sitio alguno. Tampoco existió relación entre la riqueza y abundancia de semillas, y la apertura del dosel o la distancia al centro del claro. Los murciélagos son los dispersores más importantes en áreas secundarias, y las especies quiroptocóreas son fundamentales en la regeneración de este bosque ya que también atraen a las aves.

ABSTRACT

In a montane forest of southeastern Ecuador, seed dispersal by birds and bats was studied in four treefall gaps in a small water stream, in a mountain top and in a walking track, employing 134 m^2 of seed collectors wich were checked during day and night for one year. Additionally, some animals were captured to determine their diet and comparing it with what was obtained in the collectors. Bats dispersed the greater seed diversity on the small water stream gaps; whereas birds did not show a preference for any site. Also, it was found that there is no relation between seed richness and abundance, and canopy opening or distance to the center of the gap. Bats are the main dispersers on second-growth areas, and chiropterochoreous species are fundamental because they also attract birds species that feed on them.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria ..... **ii**

Agradecimientos ..... **iii**

Resumen ..... **iv**

Abstract ..... **v**

Índice de contenidos ..... **vi**

Índice de tablas ..... **viii**

Índice de figuras ..... **ix**

Índice de fotografias ..... **xii**

Índice de anexos ..... **xiii**

Introducción **1**

CAPITULO 1: METODOLOGÍA

1.1. Descripción del área de estudio 5

1.1.1. Los claros de bosque 6

1.1.1.1. Claros en filo 7

1.1.1.2. Claros en quebrada 7

1.1.2. El sendero 8

1.2. Colección de semillas en claros y sendero 9

1.3. Dieta de aves y murciélagos frugívoros 11

1.4. Colección de semillas de referencia 12

1.5. Análisis de laboratorio 13

1.6. Análisis y tratamiento de datos 13

1.6.1. Diversidad 14

1.6.2. Similitud de muestras 16

1.6.3. Patrones de deposición de semillas 16

CAPITULO 2: RESULTADOS

2.1. Dispersión de semillas 18

2.1.1. Dispersión nocturna 19
2.1.1.1. Especies prominentes 21
2.1.1.2. Riqueza y abundancia de especies entre sitios 22
2.1.1.3. Similitud en la composición de especies 25
2.1.1.4. Claros de bosque 27
2.1.1.4.1. Riqueza y abundancia de especies 27
2.1.1.4.2. Patrones de deposición de semillas 29
2.1.2. Dispersión diurna 31
2.1.2.1. Especies prominentes 33
2.1.2.2. Riqueza y abundancia de especies entre sitios 33
2.1.2.3. Similitud en la composición de especies 35
2.1.2.4. Claros de bosque 37
2.1.2.4.1. Riqueza y abundancia de especies 37
2.1.2.4.2. Patrones de deposición de semillas 38
2.2. Especies dispersoras 40
2.2.1. Aves 40
2.2.1.1. Dieta 41
2.2.1.3. Similitud de muestras 44
2.2.2. Murciélagos 45
2.2.2.1. Dieta 46
2.2.2.2. Similitud de muestras 49

CAPITULO 3: DISCUSIÓN

3.1. composición de la muestra 50
3.2. la lluvia de semillas 51
3.3. patrones de deposición de semillas en claros 58

Conclusiones y recomendaciones 61

Bibliografía 63

Anexos 67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Características de los claros naturales estudiados en el área de la Estación Científica San Francisco. 8

Tabla 2.1: Morfotipos de semillas colectados por la noche en uno de los tres sitios de estudio. 26

Tabla 2.2: Morfotipos de semillas colectados por la noche, comunes a dos o tres sitios de estudio. 27

Tabla 2.3: Morfotipos de semillas colectados durante el día en uno de los tres sitios de estudio. 36

Tabla 2.4: Morfotipos de semillas colectados durante el día, comunes a dos sitios de estudio. 36

Tabla 2.5: Morfotipos de semillas encontrados en heces de aves y en la muestra de dispersión diurna en los tres sitios de estudio. 45

Tabla 2.6: Morfotipos de semillas encontrados en heces de murciélagos y en la muestra de dispersión nocturna en los tres sitios de estudio. 49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Diagrama de la distribución de colectores de semillas en un claro de bosque 10

Figura 2.1: Distribución de morfotipos de semillas colectadas en trampas de heces en el bosque de la ECSF según sus abundancias relativas..... 19

Figura 2.2: Distribución de morfotipos de semillas dispersadas por la noche según el número de registros (eventos de dispersión) que presentan en la muestra 20

Figura 2.3: Abundancia relativa y número de morfotipos de las familias de plantas cuyas semillas fueron dispersadas por la noche en el bosque de la ECSF..... 21

Figura 2.4: Morfotipos con la mayor densidad de semillas en un área de 134 m^2 de bosque durante cien noches de muestreo 22

Figura 2.5: Gráficos de abundancias relativas de los morfotipos de plantas dispersadas por la noche en claros naturales de filo, quebrada y en sendero del bosque de la ECSF 24

Figura 2.6: Gráficos de abundancias relativas de los morfotipos de plantas dispersados por la noche en claro e interior del bosque (dosel) en filo y quebrada del área de la ECSF..... 28

Figura 2.7: Densidad de semillas depositadas en la noche en claros de filo y quebrada según rangos (en decenas) de apertura de dosel..... 30

Figura 2.8: Densidad de semillas depositadas en la noche en claros de filo y quebrada según rangos (3 m) de distancia al centro del claro..... 30

Figura 2.9: Distribución de morfotipos de semillas encontradas durante el día según el número de registros (eventos de dispersión) que presentan en la muestra..... 31

Figura 2.10: Abundancia relativa y número de morfotipos de las familias de plantas cuyas semillas fueron dispersadas durante el día 32

Figura 2.11: Morfotipos con la mayor densidad de semillas en un área de 134 m^2 de bosque en cien días de muestreo 33

Figura 2.12: Gráficos de abundancias relativas de los morfotipos de plantas dispersadas durante el día en claros naturales de filo, quebrada y en sendero del bosque de la ECSF 35

Figura 2.13: Gráficos de abundancias relativas de los morfotipos de plantas dispersados durante el día en claro e interior del bosque (dosel) en filo y quebrada del área de la ECSF 38

Figura 2.14: Densidad de semillas depositadas en el día en claros de filo y quebrada según rangos (en decenas) de apertura de dosel..... 39

Figura 2.15: Densidad de semillas depositadas en el día en claros de filo y quebrada según rangos (3 m) de distancia al centro del claro 39

Figura 2.16: Abundancia por familias de las especies de aves dispersoras de semillas capturadas en el bosque de la 40

Figura 2.17: Gráfica de abundancias relativas de las especies de aves dispersoras de semillas en la ECSF 41

Figura 2.18: Abundancia relativa y número de morfotipos por familia de las semillas encontradas en la muestra de heces de aves en el bosque de la ECSF..... 42

Figura 2.19: Número de morfotipos de semillas encontrados en las heces de aves capturadas en el bosque de la ECSF 43

Figura 2.20: Gráfica de abundancias relativas de las especies de murciélagos dispersores de semillas en la ECSF 46

Figura 2.21: Abundancia relativa y número de morfotipos por familia de las semillas encontradas en la muestra de heces de murciélagos en el bosque de la ECSF 47

Figura 2.22: Número de morfotipos de semillas encontrados en las heces de murciélagos capturados en el bosque de la ECSF 48

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1.1: Colectores de semillas a lo largo del sendero 9

Fotografía 1.2: Feca de murciélago en la que se aprecian dos eventos de dispersión 15

Fotografía 2.1: Infrutiscencias de *C. polyphlebia* parcialmente consumidas 25

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: La Estación Científica San Francisco 67

Anexo 2: Área de estudio 68

Anexo 3: Especies registradas en la lluvia de semillas en claros y sendero del bosque de la ECSF ordenadas según el periodo de colección..... 71

Anexo 4: Dieta de los murciélagos capturados 75

Anexo 5: Dieta de las aves capturadas 76

Anexo 6: Especies dispersadas por murciélagos 77

Anexo 7: Especies dispersadas por aves..... 81

Anexo 8: Murciélagos dispersores de semillas en el bosque de la ECSF 86

Anexo 9: Aves dispersoras de semillas en el bosque de la ECSF 88

Zamora Delgado Javier Leonardo
Trabajo de Graduación
Director: Blgo. Danilo Minga Ochoa
Junio 2008

DISPERSIÓN DE SEMILLAS POR AVES Y MURCIÉLAGOS FRUGÍVOROS EN CLAROS NATURALES DE BOSQUE MONTANO EN LA ESTRIBACIÓN SURORIENTAL DE LOS ANDES DEL ECUADOR

INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales de montaña se caracterizan por ser uno de los ecosistemas con mayor biodiversidad en el mundo (Jørgensen y León-Yanez, 1999), en el área de la Estación Científica San Francisco en la formación correspondiente a Bosque Montano Bajo están presentes 1115 especies de plantas entre árboles, arbustos, epífitas, herbáceas terrestres y helechos (Bussmann, 2002), lo que nos da una idea de la diversidad florística de estos bosques. Por otro lado, se encuentran entre los menos conocidos y más amenazados de todas las vegetaciones boscosas tropicales (Gentry, 1995), en nuestro país esto se evidencia por el hecho de que su distribución original ha quedado reducida al 49% en las estribaciones occidentales y al 76% en las estribaciones orientales (Josse, *et al*. 2000). En general estos bosques han sido poco estudiados en comparación con los bosques tropicales de tierras bajas (Matt 2001), conociéndose muy poco de aspectos como su regeneración (Finegan, 1996 en Bussmann, 2002) y sucesión (Martínez, in prep.), así como de los agentes responsables de tales procesos ecológicos.

El proceso de dispersión de semillas por vertebrados ha sido estudiado en bosques neotropicales que albergan muchas especies de animales frugívoros, en ellos se ha encontrado que el 51 – 93% de los árboles de dosel y el 77 – 98% de los árboles y arbustos de sotobosque producen frutos carnosos adaptados para el consumo por tales especies (Howe y Smallwood 1982 en Howe 1986). Este tipo de frutos poseen

características tales como el color, olor, tamaño, composición química y disposición en la planta que bien podrían ser llamados frutos con síndrome de dispersión por vertebrados (Janzen, 1975, Charles-Dominique *et al* 1981; en Medellín y Gaona, 1999). Entre las plantas que presentan este síndrome destacan pioneras (Charles-Dominique, 1986; Galindo-Gonzales *et al* 2000) y primarias tolerantes a la sombra (Fleming 1988; Martínez-Garza y Gonzáles 1995 en Galindo-González 1998).

Las plantas pioneras por lo general producen grandes cantidades de frutos con pequeñas semillas de una manera constante durante el año, o por periodos estaciónales como se ha observado en ciertas especies de los géneros *Miconia* (Levey 1990) y *Cecropia* (Charles-Dominique, 1986). Aves y murciélagos consumen estos frutos y dispersan las semillas contenidas en sus heces a grandes distancias durante los vuelos de forrajeo (Fleming y Heithaus 1981).

Cada grupo dispersa las semillas que ingiere de manera diferente, mientras las aves defecan perchadas, los murciélagos generalmente lo hacen en vuelo (Charles-Dominique, 1986; Gorchov *et al*, 1993; Medellín y Gaona, 1999; Galindo-Gonzáles *et al*, 2000) depositando una mayor proporción de semillas lejos del árbol de donde las obtienen (Thomas *et al*, 1988 en Galindo-Gonzáles, 1998). Algunos murciélagos visitan indiscriminadamente la vegetación primaria o secundaria, desempeñando un papel muy importante en la introducción de semillas de vegetación secundaria en suelos con vegetación primaria y viceversa (Vasquez-Yanes *et al*, 1975 en Galindo-González, 1998).

Los claros naturales son sitios propicios para el desarrollo de plantas pioneras, ahí los quirópteros son los primeros en depositar sus semillas durante estados de sucesión vegetal temprana (Charles-Dominique, 1986; Gorchov *et al*, 1993; Cardoso da Silva *et al*, 1996; Medellín y Gaona, 1999). Cuando estas especies se han establecido llegan las aves atraídas por el refugio y alimento que ofrecen, transportando en sus heces semillas de otras especies pioneras y de estados sucesionales más tardíos (Cardoso da Silva *et al*, 1996).

Existen diferentes definiciones de lo que es un claro natural, una de las más aceptadas es la propuesta por Brokaw (1982): "un hueco en el bosque que se extiende a través de varios estratos hasta una altura media de 2 m sobre el nivel del suelo" (Brokaw 1985; Hoppes 1988; Levey 1990; Clark 1990). La frecuencia con que se forman depende del tipo de bosque. En bosques lluviosos neotropicales en estado maduro se ha estimado que la tasa de formación de claros varía entre el 0,7 y 2,9% de la superficie del bosque por año (Clark 1990). En el bosque montano de la ECSF no se ha realizado tal medición pero basta con ascender a una cumbre alta donde se tenga una buena visibilidad del área y observar los numerosos deslizamientos de tierra para estimar que esta tasa es superior a las cifras mencionadas.

En bosques templados y tropicales ha sido bien documentado que hábitats sucesionales, incluso tan pequeños como claros causados por la caída de árboles, están dominados por plantas frecuentemente dispersadas por aves y murciélagos (Ridley 1930; Richards 1952; Snow 1971; van der Pijl 1972; Grubb 1977; Denslow 1980 en Howe 1986). En este sentido el bosque de la Estación Científica San Francisco (ECSF) no es la excepción, los claros naturales de quebradas formados por deslizamientos de tierra o la caída de árboles son colonizados por especies pioneras de las familias Cecropiaceae y Rubiaceae, mientras que las áreas degradadas por efecto de talas y quemas en los filos son colonizadas por pioneras de las familias Melastomataceae y Clusiaceae (Bussmann 2002). Así este bosque presenta una composición florística muy heterogénea, en las quebradas subsisten remanentes boscosos poco perturbados, mientras que en los filos y áreas de fácil acceso ha sido destruido casi por completo y reemplazado por bosque secundario (Bussmann 2002). Tales diferencias en la composición florística entre sitios implican también una diferencia en la oferta de frutos para vertebrados.

Considerando lo expuesto, surgió la inquietud de conocer si existen diferencias en la lluvia de semillas debida a aves y murciélagos en claros de filo y quebrada del

bosque montano de la ECSF. Con el desarrollo del presente estudio se buscó responder a las siguientes preguntas: ¿Cómo varía la riqueza y abundancia de especies dispersadas por aves y murciélagos frugívoros entre filos y quebradas del bosque montano?, ¿Cómo varía la riqueza y abundancia de especies dispersadas por estos dos grupos en claros naturales con respecto al interior del bosque?, ¿Está relacionada la deposición de semillas en los claros con la apertura del dosel y la distancia hacia el centro del claro?, ¿Cuáles son las especies de aves y murciélagos dispersores de semillas y cuál es su dieta?

El estudio se desarrolló como parte complementaria de uno mayor denominado "Dispersión de semillas por aves, murciélagos, y viento en áreas secundarias de un bosque montano en el sur oriente ecuatoriano" que se llevo a cabo en áreas de derrumbe, claros naturales, matorral y sendero del bosque de la Estación Científica San Francisco dentro del proyecto "Uso y selección de hábitat por murciélagos frugívoros y nectarívoros" financiado por la Fundación Alemana para la investigación DFG.

CAPITULO I

1. METODOLOGÍA

1.1. Descripción del área de estudio

La Estación Científica San Francisco (ECSF), se encuentra a 30 km de la ciudad de Loja, en la vía Loja – Zamora, a 03º 58’ 18’’ S y 79º 04’ 44’’ W, comprende un área de bosque de 1000 ha en la Cordillera de Consuelo, límite norte del Parque Nacional Podocarpus, en la provincia de Zamora – Chinchipe (Anexo 1). Cubre un rango altitudinal de 1800 a 3150 m s.n.m., su topografía es muy escarpada con pendientes entre 40º y 60º que frecuentemente llegan a 90º (Espinosa, 2000; Bussmann, 2002). El área de la ECSF presenta cuatro tipos de formaciones vegetales: Bosque Siempreverde Montano Bajo (Bsvmb), Bosque de Neblina Montano (Bnm), Bosque Siempreverde Montano Alto (Bsvma) y Páramo Arbustivo (Pa) (Baquero, *et al.* 2004). El suelo en su mayor parte tiene una capa orgánica que alcanza los 48 cm de profundidad, en las partes bajas hasta los 2100 msnm consiste de Dystrupepts y Haplosaprists desarrollados sobre material de derrumbes rico en piedras (Bussmann, 2002).

Las temperaturas anuales promedian de 15 – 17ºC en la zona baja y de 9 – 11ºC en la zona alta (Emck, in prep.; Bussmann, 2002). Según datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), obtenidos entre 1980 y 1994 en la estación pluviométrica San Francisco – San Ramón, cercana a la ECSF, la pluviosidad anual media en el área es de 2156 mm (Espinosa, 2000). La precipitación de Febrero a Marzo consiste de lluvias fuertes casi diarias muy regulares, mientras que la de Junio a Septiembre consiste de lluvias finas continuas con viento, siendo Agosto el mes de

vientos más fuertes (Madsen y Øllgaard, 1994; Bussmann, 2002), entre Octubre y Enero las precipitaciones son muy fuertes pero irregulares (Bussmann, 2002).

El Bosque Siempreverde Montano Bajo presenta un estrato arbóreo muy diverso de 20 - 35 m de alto, con 2 – 3 estratos; pocas especies muestran una mayor cobertura o abundancia. Este tipo de bosque se extiende hasta los 2300 msnm en quebradas protegidas de los fuertes vientos de las zonas altas. Áreas no perturbadas se encuentran mayormente en pendientes de 30º - 50º o más, y en valles casi inaccesibles; en áreas de fácil acceso estos bosques han sido destruidos casi por completo debido a actividades antrópicas y remplazados por bosques secundarios (Bussmann, 2002).

1.1.1. Los claros de bosque

Se seleccionó un total de cuatro claros naturales con su área de bosque circundante. Dos claros ubicados en la quebrada "Q2" (Quebrada 2), donde existe un arroyo perenne que corre en dirección SE - NO hacia el río San Francisco a través de bosque maduro, y dos claros en el filo de montaña "T2" (Transecto 2) que es la divisoria de aguas entre la Quebrada 2 y la Quebrada 3 en bosque secundario (Anexo 2A). También se tomaron muestras en el sendero que comunica la quebrada "Q2" con el filo "T2".

En la descripción de los claros se incluye su altitud, coordenadas geográficas, pendiente, edad y tipo de origen del claro, estos datos fueron tomados en 2003 por Jürgen Homeier para el estudio de la regeneración y crecimiento de plántulas en claros naturales de bosque montano. Posteriormente, para la presente investigación, se midió la superficie del claro y el porcentaje de apertura de dosel en los puntos donde se ubicaron los colectores de heces.

Los números entre paréntesis corresponden a la nomenclatura original de estos claros en el área de la ECSF.

1.1.1.1. Claros en filo

Claro F1 (10): se encuentra a 2000 msnm en las coordenadas 3°58'42" S y 79°4'44" O en un sector expuesto a los vientos provenientes del cañón del río San Francisco. Tiene un área de 90 m^2, su relieve es regular con una pendiente de 10°. Presenta una apertura de dosel del 8 al 37 % con una media de 21 %. Se originó por la caída de un árbol y el desprendimiento de una gran rama hace aproximadamente 6 años. Durante el estudio no se observaron cambios en su dinámica.

Claro F2 (45): se encuentra a 2080 msnm en las coordenadas 3°58'51" S y 79°4'48" O en un sector protegido del viento. Tiene un área de 105 m^2, su relieve es muy irregular con pendientes entre 20° y 50°. Presenta una apertura de dosel del 14 al 51 % con una media de 23 %. Aparentemente se originó por la caída de un árbol y el desprendimiento de grandes ramas, se desconoce su edad. Durante el tiempo de estudio se produjo la caída de una rama y del tronco en descomposición del árbol responsable de la formación del claro, sepultando dos colectores; se podría decir que este claro fue el más dinámico.

1.1.1.2. Claros en quebrada

Claro Q1 (35): se encuentra a 1950 msnm en las coordenadas 3°58'47" S y 79°4'65" O en el margen izquierdo de Q2. Tiene un área de 156 m^2, su relieve es regular con una pendiente de 20° a 25°. Presenta una apertura de dosel del 8 al 22 %, con una media de 14 %. Se origino por la caída de un árbol acontecida probablemente hace más de 8 años. Durante el estudio no se observaron cambios en su dinámica.

Claro Q2 (36): se encuentra a 2010 msnm en las coordenadas 3°58'57" S y 79°4'57" O en una quebrada estacional tributaria de Q2 que permanece seca la mayor parte del año, al margen izquierdo de Q2. Tiene un área de 141 m^2, su relieve es muy irregular con pendientes entre 40° y 50°. Presenta una apertura de dosel del 7 al 24 % con una media de 14 %. Se originó por la caída de un árbol hace aproximadamente 6 años. Durante el estudio se produjo la caída de una gran rama que obstruyó uno de los colectores de semillas.

Ilustraciones de claros tanto de filo como de quebrada se presentan en los Anexos 2B y 2C, respectivamente.

Tabla 1.1. Características de los claros naturales estudiados en el área de la Estación Científica San Francisco.

	Quebrada Q2		**Filo T2**	
	Q1	**Q2**	**F1**	**F2**
Altitud (msnm)	1950	2010	2000	2080
Edad (años)	+ 8	- 6	- 6	-
Área (m^2)	156	141	90	105
Pendiente (º)	20 - 25	40 - 50	10	20 - 50
Apertura Dosel (%) min. - máx.	8 - 22	7 - 24	8 - 37	14 - 51

1.1.2. El Sendero

Corre paralelo al cañón del río San francisco a lo largo de 2,5 km, se utiliza para el mantenimiento del canal de agua que alimenta la central hidroeléctrica de San Ramón, razón por la cual se lo conoce como "Camino Canal" dentro del área de la ECSF. El tramo estudiado comprende 180 m, entre los 1890 y 1940 m de altura, que comunica los accesos hacia Q2 y T2. Tiene en promedio 4 m de ancho, su relieve es irregular y la pendiente es variable. Presenta una apertura de dosel del 18 al 88 % con una media de 52 %. Para este estudio ha sido escogido como testigo de la dispersión de semillas en espacios abiertos al interior del bosque.

1.2. Colección de semillas en claros y sendero

La metodología detallada a continuación está basada en estudios de dispersión de semillas por murciélagos frugívoros llevados a cabo en bosque tropical (Gorchov, Cornejo, Ascorra y Jaramillo 1993; Medellín y Gaona 1999 y Galindo-Gonzáles, Guevara y Sosa 2000), estudios de ecología trófica (Espinosa 2000) y estructura de la comunidad de murciélagos (Matt 2001), y de regeneración y crecimiento de plántulas en claros naturales (Homeier, in prep.) desarrollados en el bosque de la Estación Científica San Francisco.

Fotografía 1.1. Colectores de semillas a lo largo del sendero

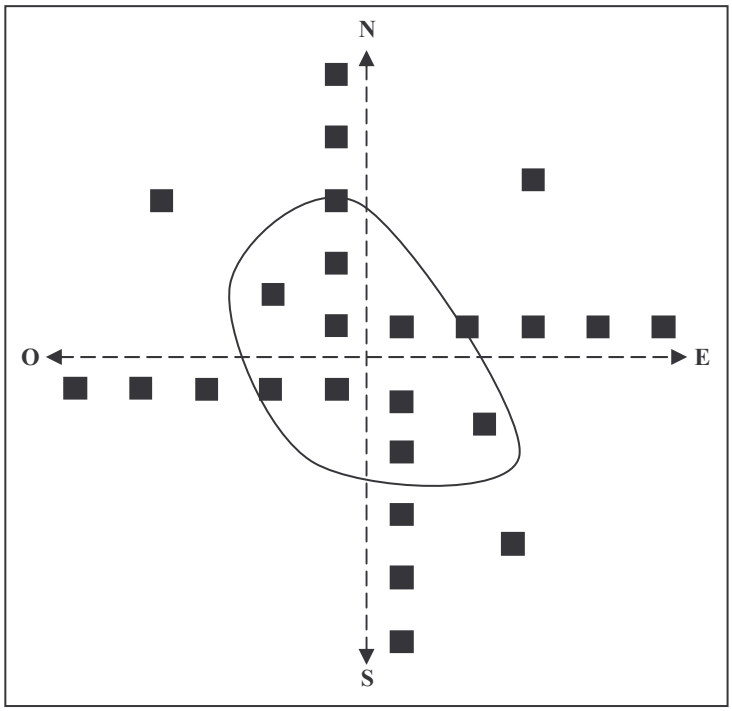
Se elaboraron 136 trampas colectoras para la obtención de las fecas que aves y murciélagos frugívoros depositan en el suelo; tales trampas consistieron en una tela permeable de 1 m^2 tensada en un marco de alambre galvanizado sostenido por varillas de hierro a 0,5 m del suelo.

Para la instalación de las trampas se trazó en el centro de cada claro una cruz que siguiese los cuatro puntos cardinales (N, S, E, O) y se internase hasta 20 m dentro del

bosque en cada dirección. Hecho esto, se colocó una trampa cada 2 - 5 m hasta completar 5 trampas por cada brazo de la cruz, además se colocaron 8 trampas dispersas entre el centro, bordes del claro y bajo dosel (Fig. 1.1); dando un total de 28 trampas por claro, a excepción del F1 que contó con 27 trampas. Así se distribuyeron 56 trampas en los claros de quebrada y 55 trampas en los claros de filo. Durante el transcurso del estudio en el claro F2 se perdieron dos trampas por la caída de un tronco y ramas, quedando reducido a 53 el número de trampas en filo.

Al instalar las trampas se procuro que algunas de ellas quedasen descubiertas en el centro y bordes del claro mientras que otras se hallasen bajo dosel alejadas del centro, sin embargo las diferencias en el relieve, tamaño del hueco en la copa y disponibilidad de espacio no permitieron instalar un número igual de trampas en luz y sombra, así como tampoco se instalaron el mismo número de trampas por tratamiento entre claros; quedando 18 trampas en claro y 35 bajo sombra en filo y 30 en claro y 26 bajo sombra en quebrada. Con el empleo de un densiometro se midió para cada trampa el porcentaje de apertura de dosel.

Figura 1.1. Diagrama de la distribución de colectores de semillas en un claro de bosque



En el sendero las trampas fueron colocadas a partir del ingreso hacia la quebrada Q2 cada 5 m en sentido ascendente hasta completar 13, y de igual manera se procedió a colocarlas a partir del ingreso al filo T2 cada 5 m en sentido descendente hasta completar 12, dando un total de 25 trampas.

Las trampas colectoras fueron revisadas dos veces por día: al amanecer -6:00- y al anochecer -18:00-, durante diez días por mes entre Septiembre 2003 – Marzo 2004 y Junio 2004 – Agosto 2004; es decir un total de diez meses, o 100 días de muestreo. Todas las fecas, restos de fruto o semillas individuales que se depositaron en las trampas fueron colectadas en tubos Eppendorf de 1,5 ml en los que se anotaba el lugar (nombre del claro y código de trampa), fecha y periodo del día en que fue colectada la muestra.

1.3. Dieta de aves y murciélagos frugívoros

Mensualmente, una vez concluida la revisión de las trampas colectoras de fecas, se realizaron tres días de capturas de aves, de 6:30 a 17:30, empleando seis redes de neblina de 2 cm de ojo de malla, cuatro redes de 6 m y dos redes de 9 m de longitud. Estas redes fueron instaladas en caminos dentro del bosque, en sitios donde el dosel fue lo suficientemente bajo, de manera que permitiese capturar el mayor número de especies frugívoras. La mayoría de los individuos capturados fueron identificados hasta especie utilizando las guías de campo Birds of Ecuador (Ridgely y Greenfield, 2001) y Birds of the High Andes (Fjeldsa y Krabbe, 1990).

De similar manera se procedió con la captura de mamíferos voladores, para lo cual se empleo una noche por mes de 19:00 a 24:00, utilizando 3 redes de neblina de 2 cm de ojo de malla y 3 m de longitud. Las redes fueron colocadas en caminos dentro del bosque atravesando algunas quebradas. La mayoría de individuos capturados fueron

identificados hasta especie con ayuda de las claves taxonómicas de Albuja (1999) y Tirira (1999).

Para el análisis de la dieta de ambos grupos se colectaron muestras fecales de las especies frugívoras, y en caso de las aves también de las especies omnívoras; por lo general las muestras se obtenían al manipular al animal en la red, pero cuando no sucedió así se lo mantuvo cautivo en una funda de tela por el lapso de 30 minutos – 1 hora, hasta que defecase. Las muestras fueron almacenadas en tubos Eppendorf de 1,5 ml anotando la especie a la que pertenecían.

1.4. Colección de semillas de referencia

A la vez que se levantaba información en las trampas colectoras de semillas y con las capturas de vertebrados frugívoros voladores, se elaboró una colección de semillas de referencia con los frutos maduros de plantas potencialmente consumidas por aves y murciélagos. Estas plantas fueron identificadas en el herbario de la ECSF por comparación con muestras botánicas, con la ayuda del Catalogo de las Plantas Vasculares del Ecuador (Jorgensen y León-Yánez, 1999) y con el programa The Visual Plants.

Es importante destacar que también se contó con el apoyo de una investigación contemporánea desarrollada por Xavier Clavijo (2005) denominada “Diversidad y fenología reproductiva en plantas consumidas por murciélagos frugívoros y nectarívoros en un bosque de montaña en la vertiente nororiental del Parque Nacional Podocarpus”, cuyas muestras botánicas alimentaron la colección de referencia del presente trabajo.

1.5. Análisis de laboratorio

Las muestras provenientes de las trampas colectoras de heces fueron analizadas para saber, primeramente, si eran restos de fruto o heces, si correspondían a un ave o murciélago (asumiendo que las muestras colectadas por la mañana pertenecían a murciélagos y las colectadas por la tarde pertenecían a aves) y cual era el habito alimenticio del animal al que correspondían (frugívoro cuando se hallaban solamente semillas y omnívoro cuando se hallaban semillas mezcladas con restos de artrópodos). Luego, con la ayuda de un estéreo microscopio Zess y la colección de referencia se clasificó a las semillas en morfotipos y se cuantificó el número de semillas por cada morfotipo.

De similar forma se procedió con las muestras fecales de las aves y murciélagos capturados; se estableció el hábito alimenticio del animal al que pertenecían y con la ayuda de la colección de semillas de referencia se identificó los morfotipos que conformaban su dieta.

En ambos casos se tomaron fotografías con una cámara digital Nikon adaptada al estéreo microscopio; para ello se dispuso varias semillas en diferentes ángulos sobre un fondo de papel milimetrado de manera que resaltasen detalles como el tamaño, forma y textura de las semillas. Así estas imágenes constituyeron una base de datos visual que agilitó la identificación de los morfotipos en el laboratorio.

1.6. Análisis y tratamiento de datos

La información procedente de las trampas colectoras en claros y de las capturas de animales fue ingresada a una base de datos de Microsoft Excel 2003 para su tabulación.

1.6.1. Diversidad

Las muestras provenientes de las trampas colectoras y de las capturas de aves y murciélagos fueron ingresadas en la base de datos como *"eventos de dispersión"*. Un *evento de dispersión* corresponde a "la semilla o grupo de semillas representativas de una especie, registradas en una muestra fecal o de restos de fruto, en un lugar y tiempo determinados". Por ejemplo, si en la trampa # 7 de quebrada, durante la mañana del día 15/02/2004 se colecta una feca con 200 semillas pertenecientes a tres especies: *Cecropia polyphlebia* (120 semillas), *Piper sp.* (79 semillas) y *Physallis sp* (1 semilla); entonces esta feca corresponderá a tres eventos de dispersión, uno por especie, con 120, 79 y 1 semillas respectivamente. De igual manera si en la feca obtenida de un ave cautiva se encuentra las semillas de dos especies, entonces cada especie corresponderá a un evento de dispersión diferente

El *evento de dispersión* es la unidad que se utilizó en el tratamiento de datos para la determinación de la riqueza y abundancia de especies en los claros de bosque y sendero, así como para la medición de la frecuencia de consumo de especies por vertebrados frugívoros voladores. De esta forma, siendo lo más importante la presencia o registro de una especie vegetal en un determinado sitio o en la dieta de un animal, y no el número de semillas que presento tal especie, es posible analizar en conjunto las abundancias de plantas tan disímiles como aquellas que producen frutos con muchas semillas y aquellas que producen frutos con una o pocas semillas, así como la elección en su dieta por parte de las especies dispersoras.

Fotografía 1.2. Feca de murciélago en la que se aprecian dos eventos de dispersión: *Anthurium sp.* y *Saurauia sp.*

Para evaluar la diversidad de especies en claros y sendero se elaboraron gráficos de abundancias relativas (también conocidos como *curva de Whittaker* o *gráficos de rango-abundancia*) y se calculó el índice inverso de Simpson siguiendo las recomendaciones de Feinsinger (2003).

Índice de diversidad de Simpson: $$C_{inv} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{S}(p_i^2)}$$

Este índice, conjuntamente con los gráficos de abundancia relativa, permite apreciar cuan uniforme es la distribución de los eventos de dispersión entre las especies de una muestra. Para corroborar los resultados se corrió la prueba estadística Kruskal-Wallis para *k* muestras independientes con el software estadístico XLStat-Pro 7.5.

Para evaluar las diferencias en la riqueza y abundancia de semillas que son depositadas en claro e interior del bosque se escogieron 18 trampas por tratamiento (claro y dosel) por cada sitio (filo y quebrada), 72 trampas en total. De igual manera

estos resultados se expresan en gráficos de rango-abundancia que ilustran la diversidad en los diferentes tratamientos. Para corroborar los resultados se corrió la prueba estadística U Mann-Whitney para dos muestras independientes.

1.6.2. Similitud de muestras

Con el fin de evaluar la similitud en la riqueza y abundancia de especies dispersadas en quebrada, filo y sendero se calculó la Similitud Proporcional "*SP*" (Feinsinger 2003) entre estos sitios:

$$SP = \sum_{i=1}^{S} \min(p_{i1}, p_{i2})$$

En el caso de las semillas obtenidas directamente de las fecas de animales se calculó su similitud en riqueza de especies con las semillas colectadas en trampas de heces; relacionando la dieta de murciélagos con la colección de semillas nocturna y la dieta de aves con la colección de semillas diurna. Para ello se empleó el coeficiente de similitud de comunidades de Sorensen:

$$I_S = \frac{2c}{a+b}$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

1.6.3. Patrones de deposición de semillas

Con el fin de determinar como esta relacionada la riqueza de especies (morfotipos) y el número de semillas que se depositaron en los colectores durante el día y la noche

con la apertura de dosel y la distancia hacia el centro del claro se corrió la prueba de correlación de rangos de Spearman. Este análisis esta basado en las metodologías de Hoppes (1988) y Armesto *et al* (2001).

- # Morfotipos (día/noche) X % Apertura de dosel
- # Semillas (día/noche) X % Apertura de dosel
- # Morfotipos (día/noche) X Distancia centro del claro
- # Semillas (día/noche) X Distancia centro del claro

CAPITULO II

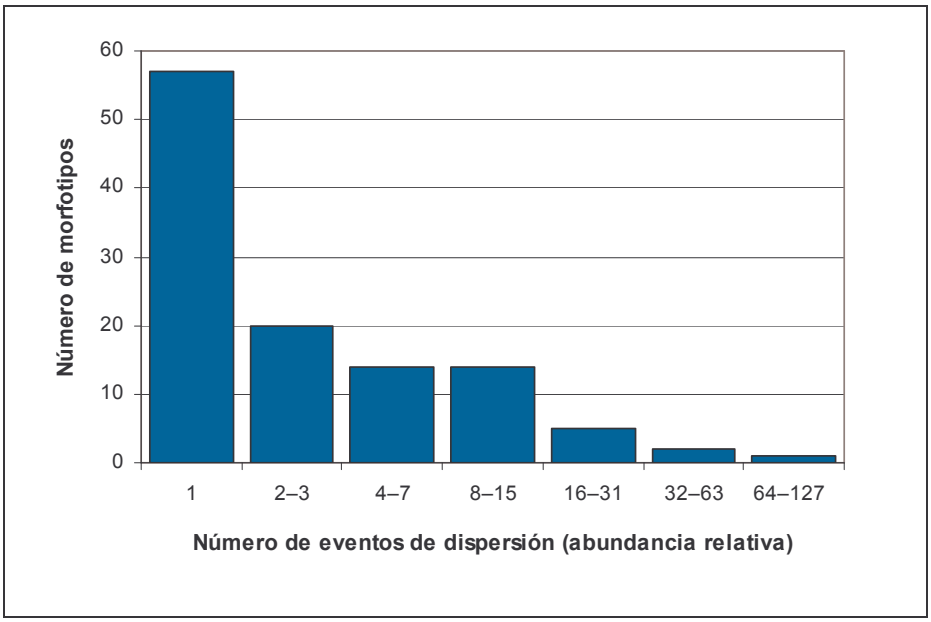
2. RESULTADOS

2.1. Dispersión de semillas

En total se registraron 38719 semillas de 113 morfotipos (*S*) en 646 eventos de dispersión (*N*), en 134 m^2 correspondientes a claros de bosque y sendero, durante cien días y noches. Una densidad de 2,9 semillas m^{-2} día/$noche^{-1}$. Fueron identificados hasta el nivel de familia 81 morfotipos (72%), 67 morfotipos (59%) hasta género y 15 morfotipos (14%) hasta especie, mientras que 32 morfotipos (28%) no fueron identificados.

La muestra de semillas dispersadas por vertebrados frugívoros voladores esta conformada por 57 morfotipos (50%) que fueron registrados una sola vez, mientras el restante 50 % de morfotipos fueron colectados en dos o más ocasiones. En la Figura 2.1 se ha agrupando a los morfotipos según el número de eventos de dispersión que presentaron en la muestra (abundancia relativa), pudiéndose observar que a medida que aumenta la abundancia disminuye el número de morfotipos.

Figura 2.1. Distribución de morfotipos de semillas colectadas en trampas de heces en el bosque de la ECSF según sus abundancias relativas. Las abundancias se expresan en clases geométricas (x 2) según lo sugerido por Preston (1948) en Krebs (1986). *S*= 113 spp, *N*= 646 registros.



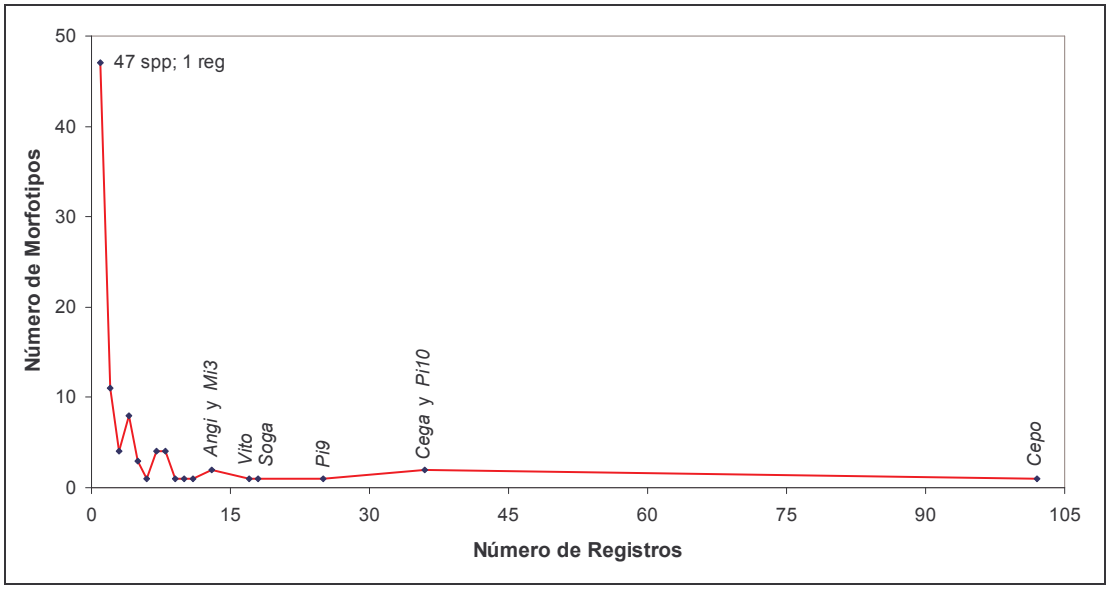
Se encontró 60 morfotipos de semillas temprano en la mañana, debidos a la dispersión nocturna, 20 morfotipos en las últimas horas de la tarde, debidos a la dispersión diurna y 33 morfotipos tanto en la mañana como en la tarde.

2.1.1. Dispersión nocturna

Durante cien noches, entre las 18:00 y 6:00, se colectó una muestra de 21218 semillas de 93 morfotipos (S) en 484 (N) eventos de dispersión en un área de 134 m^2 de bosque siempreverde montano bajo. Una densidad de 1,6 semillas m^{-2} $noche^{-1}$. Fueron identificados hasta el nivel de familia 68 morfotipos, 58 hasta género y 14 hasta especie, mientras que 25 morfotipos no fueron identificados.

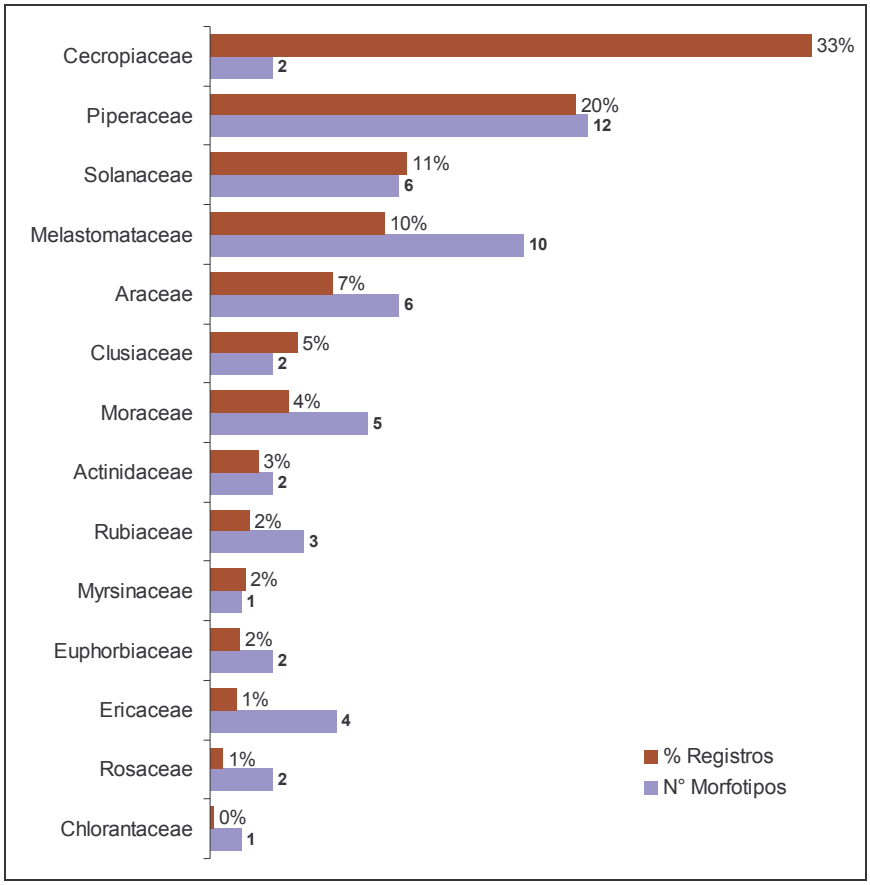
Tal como lo indica la tendencia general de la muestra, 47 morfotipos (51%) pertenecen a especies "raras" que fueron registradas en una sola ocasión, mientras que 8 morfotipos (9%) representan el 54 % de los registros (Fig. 2.2).

Figura 2.2. Distribución de morfotipos de semillas dispersadas por la noche según el número de registros (eventos de dispersión) que presentan en la muestra, se puede apreciar el pico formado por 47 spp que presentan un solo registro y una larga cola en la que destacan los 8 morfotipos más abundantes. *S*= 93, *N*= 484.



Los 58 morfotipos determinados hasta género pertenecen a 14 familias botánicas expresadas en la Figura 2.3. Se observa que Cecropiaceae y Piperaceae son las familias más abundantes, y que existe una marcada dominancia de la primera; juntas, ambas familias comprenden el 53% de la muestra (nótese la gran diferencia en el número de especies por familia). Las familias Solanaceae y Melastomataceae presentan abundancias relativas similares que si bien no son tan significativas como las dos primeras, representan un 21% de la muestra. Las restantes diez familias cuyas abundancias no son significativas fueron de aparición ocasional durante el periodo de estudio, con la excepción de muy pocos morfotipos que en ellas se incluyen.

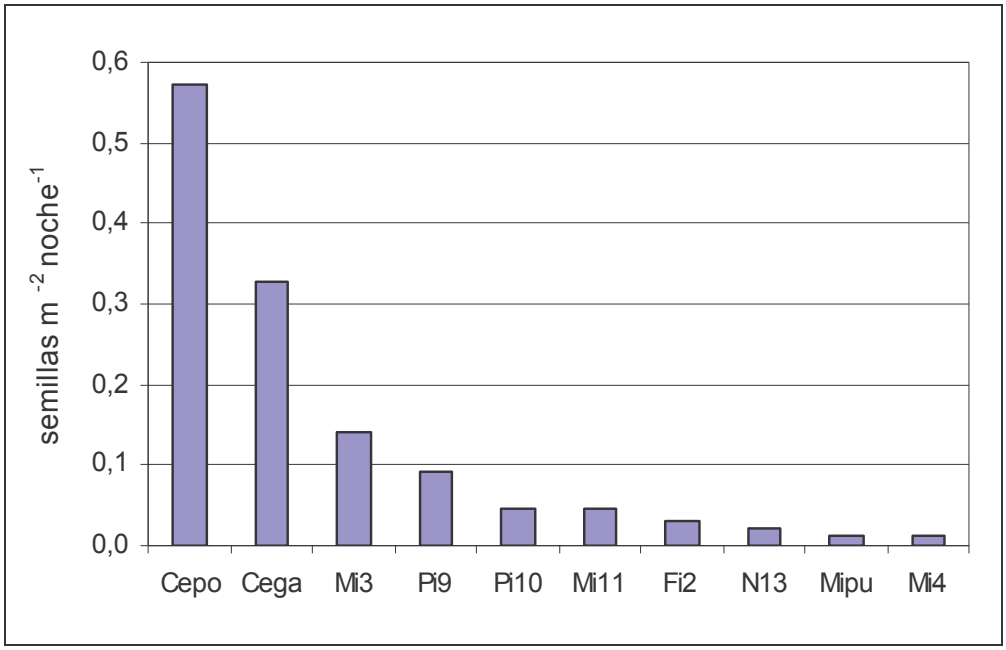
Figura 2.3. Abundancia relativa y número de morfotipos de las familias de plantas cuyas semillas fueron dispersadas por la noche en el bosque de la ECSF. *S*= 58, *N*= 418.



2.1.1.1. Especies prominentes

Los morfotipos más abundantes según el número de eventos de dispersión o registros (Fig. 2.2) son: *Cecropia polyphlebia* (Cepo) 21%, *Cecropia gabrielis* (Cega) 7,5%, *Piper sp.10* (Pi10) 7,5%, *Piper sp.9* (Pi9) 5%, *Solanum grandiflora* (Soga) 4%, *Vismia tomentosa* (Vito) 4%, *Anthurium giganteum* (Angi) 2,5% y *Miconia sp.3* (Mi3) 2,5%. Cinco de estos morfotipos conjuntamente con *Miconia sp.11* (Mi11), *Ficus sp.2* (Fi2), Araceae 13 (N13), *Miconia punctata* (Mipu) y *Miconia sp.4* (Mi4) presentaron la mayor densidad de semillas (Fig. 2.4).

Figura 2.4. Morfotipos con la mayor densidad de semillas en un área de 134 m^2 de bosque durante cien noches de muestreo.



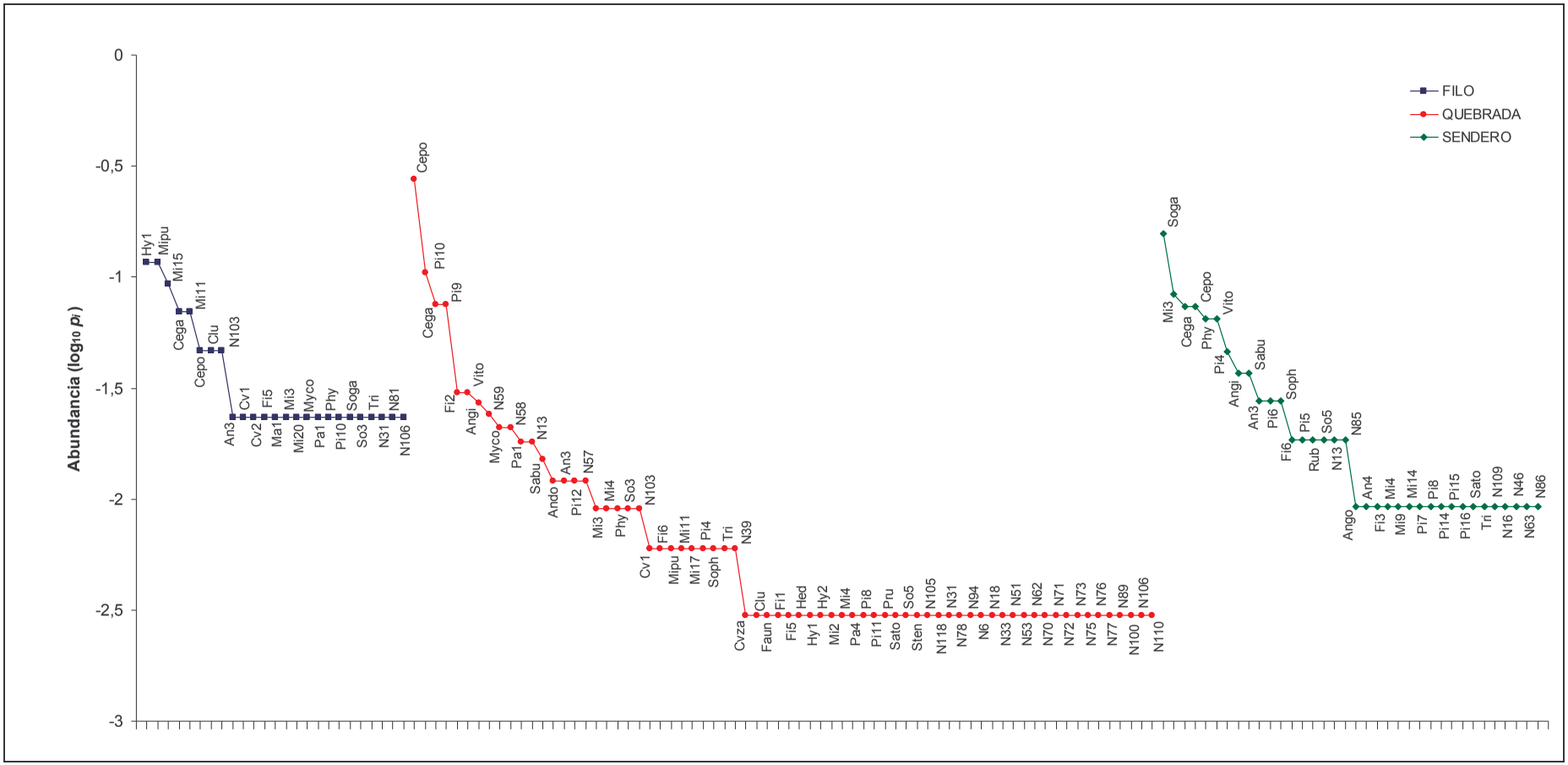
2.1.1.2. Riqueza y abundancia de especies entre sitios

En **filo** se encontraron 2008 semillas de 25 morfotipos (*S*) en 43 eventos de dispersión (*N*), en un área de 53 m^2 durante 100 noches. Una densidad de 0,4 semillas $m^{-2}noche^{-1}$. El índice de diversidad de Simpson es 16,363 un valor medio-alto considerando que el máximo que podría alcanzar este índice es 25 (*S*). Observando el gráfico correspondiente en la Figura 2.5 se aprecia que no hay una especie con abundancia relativa dominante, más bien luce como un grupo homogéneo de ocho especies con abundancias similares (60% de la muestra), esto por supuesto obviando la larga "cola" formada por 17 especies con un solo registro (40%). Esta uniformidad de la muestra es la razón del valor del índice de diversidad. Las especies más abundantes son: *Hyeronima sp.1* (12%), *Miconia punctata* (12%), *Miconia sp.15* (9%), *C. gabrielis* (7%) y *Miconia sp.11* (7%).

En **quebrada** se encontraron 16337 semillas de 70 morfotipos (*S*) en 333 eventos de dispersión (*N*), en un área de 56 m^2 durante 100 noches. Una densidad de 2,9 semillas $m^{-2}noche^{-1}$. El índice de diversidad de Simpson es 9,508 un valor bajo comparado con el máximo posible *S*. Observando el gráfico correspondiente en la Figura 2.5 se aprecia que existen cuatro especies, *C. polyphlebia* (28%), *Piper sp.10* (10%), *C. gabrielis* (7,5%) y *Piper sp.9* (7,5%), cuyas abundancias relativas son dominantes; 27 especies se presentan como un conjunto con abundancias similares (35%) y 39 especies raras forman la "cola" del gráfico (12%). La marcada dominancia de estas cuatro especies en la muestra da como resultado el bajo valor del índice de diversidad.

En **sendero** se encontraron 2873 semillas de 36 morfotipos (*S*) en 108 eventos de dispersión (*N*), en un área de 25 m^2 durante 90 noches (no se tomaron muestras durante Octubre 2003). Una densidad de 1,3 semillas $m^{-2}noche^{-1}$.El índice de diversidad de Simpson es 16,155 un valor medio-bajo comparado con el máximo posible *S*. Observando el gráfico correspondiente en la Figura 2.5 se aprecia que una sola especie, *Solanum grandiflora*, tiene abundancia relativa dominante, 17 especies se presentan como un conjunto con abundancias similares (67,5%) y 18 especies raras forman la "cola" del gráfico (16,5%). Si bien existe una especie dominante, el resto de especies lucen como un conjunto uniforme, así el índice de diversidad refleja estos atributos de la muestra en su valor. Las especies más abundantes son: *S. grandiflora* (16%), *Miconia sp.3* (8%), *C. gabrielis* (7,5%) y *C. polyphlebia* (7,5%).

Figura 2.5. Gráficos de abundancias relativas de los morfotipos de plantas dispersadas por la noche en claros naturales de filo, quebrada y en sendero del bosque de la ECSF. El orden de las muestras es arbitrario; los morfotipos están ordenados de la mayor a la menor abundancia dentro de cada muestra, los códigos con que se los identifica se indican en las tablas 2.1 y 2.2. Filo: S= 25, N= 43; Quebrada: S= 70, N= 333; Sendero: S= 36, N= 108.



Fotografía 2.1. Infrutiscencias de *C. polyphlebia* parcialmente consumidas. Foto: X. Clavijo.

Para validar estos resultados se aplicó un test Kruskal-Wallis; con el que se obtuvo un valor $p < 0{,}0001$ menor a $\alpha = 0{,}05$, que confirma la existencia de diferencias significativas en el número de morfotipos y eventos de dispersión nocturna entre los tres sitios.

2.1.1.3. Similitud en la composición de especies

Analizando la exclusividad y similitud de morfotipos entre las muestras de los tres sitios se encontró que 5 morfotipos se hallan únicamente en filo, 39 morfotipos en quebrada y 17 morfotipos en sendero (Tabla 2.1). Filo y quebrada presentan una similitud de 27% en la composición de especies, compartiendo 19 morfotipos; filo y sendero son 22% similares, compartiendo 7 morfotipos; mientras que quebrada y sendero son 31% similares, compartiendo 18 morfotipos. Seis morfotipos son compartidos entre los tres sitios (Tabla 2.2).

Tabla 2.1. Morfotipos de semillas colectados por la noche en uno de los tres sitios de estudio. Entre paréntesis los códigos utilizados en las Figuras 2.5 y 2.6.

FILO		QUEBRADA		SENDERO	
Cavendisha sp.2	(Cv2)	*Anthurium dombeiianum*	(Ando)	*Anthurium grobbii*	(Ango)
Macleania sp.1	(Ma1)	*Cavendisha cf zamorensis*	(Cvza)	*Anthurium sp.4*	(An4)
Miconia sp.15	(Mi15)	*Faramea uniflora*	(Faun)	*Ficus sp.3*	(Fi3)
Miconia sp.20	(Mi20)	*Ficus sp.1*	(Fi1)	*Miconia sp.9*	(Mi9)
No identificada 81	(N81)	*Ficus sp.2*	(Fi2)	*Piper sp.5*	(Pi5)
		Hedyosmun sp.	(Hed)	*Piper sp.6*	(Pi6)
		Hyeronima sp.2	(Hy2)	*Piper sp.7*	(Pi7)
		Miconia sp.2	(Mi2)	*Piper sp.14*	(Pi14)
		Miconia sp.17	(Mi17)	*Piper sp.15*	(Pi15)
		Palicourea sp.4	(Pa4)	*Piper sp.16*	(Pi16)
		Piper sp.9	(Pi9)	*Rubus sp.*	(Rub)
		Piper sp.11	(Pi11)	Solanaceae 85	(N85)
		Piper sp.12	(Pi12)	Solanaceae 109	(N109)
		Prunus sp.	(Pru)	No identificada 16	(N16)
		Stenospermation sp.	(Sten)	No identificada 46	(N46)
		Arecaceae 105	(N105)	No identificada 63	(N63)
		Ericaceae 39	(N39)	No identificada 86	(N86)
		Gesneriaceae 118	(N118)		
		Solanaceae 57	(N57)		
		Solanaceae 78	(N78)		
		Solanaceae 94	(N94)		
		No identificada 6	(N6)		
		No identificada 18	(N18)		
		No identificada 33	(N33)		
		No identificada 51	(N51)		
		No identificada 53	(N53)		
		No identificada 58	(N58)		
		No identificada 59	(N59)		
		No identificada 62	(N62)		
		No identificada 70	(N70)		
		No identificada 71	(N71)		
		No identificada 72	(N72)		
		No identificada 73	(N73)		
		No identificada 75	(N75)		
		No identificada 76	(N76)		
		No identificada 77	(N77)		
		No identificada 89	(N89)		
		No identificada 100	(N100)		
		No identificada 110	(N110)		

Tabla 2.2. Morfotipos de semillas colectados por la noche, comunes a dos o tres sitios de estudio. Entre paréntesis los códigos utilizados en las Figuras 2.5 y 2.6.

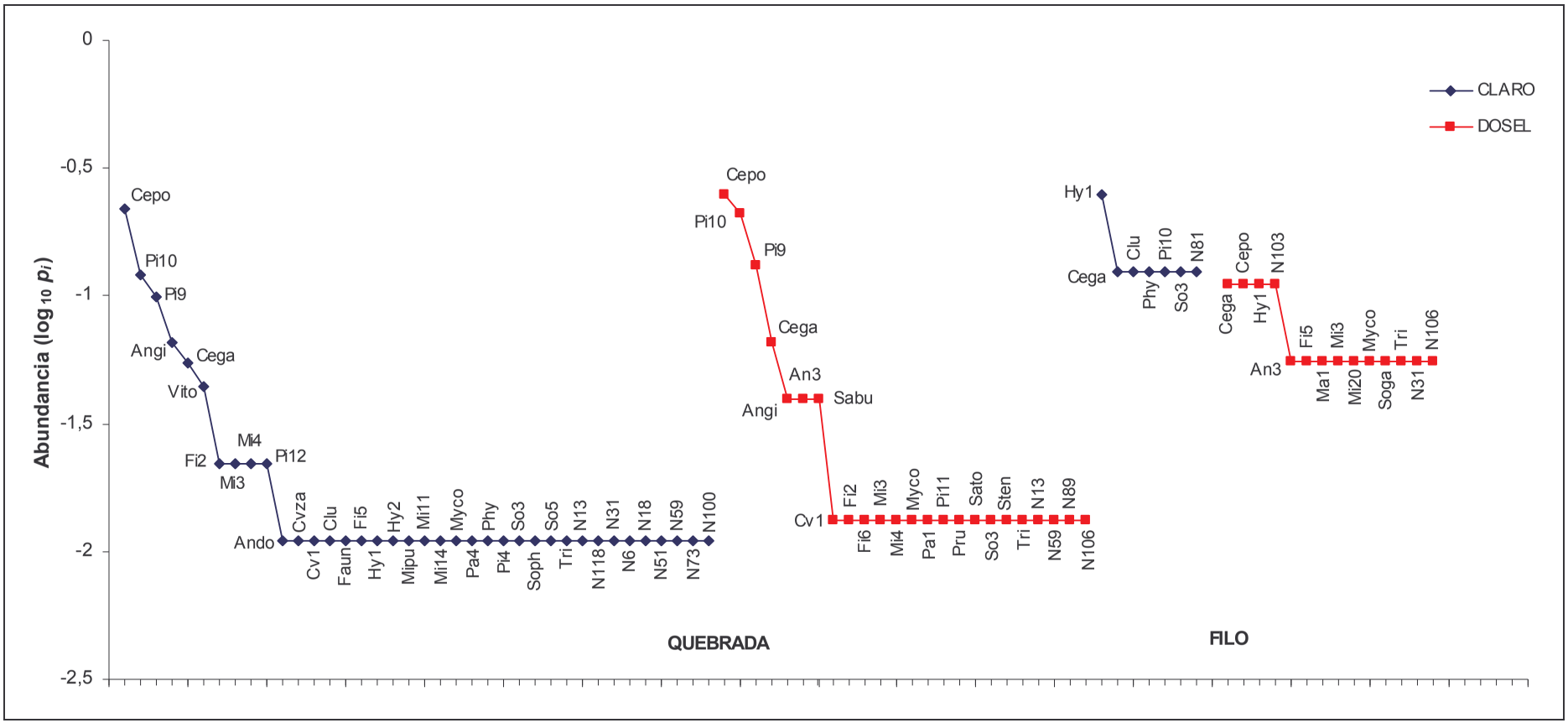
FILO-QUEBRADA		FILO-SENDERO		QUEBRADA-SENDERO	
Anthurium sp.3	(An3)	*Anthurium sp.3*	(An3)	*Anthurium giganteum*	(Angi)
Cavendisha sp.1	(Cv1)	*Cecropia gabrielis*	(Cega)	*Anthurium sp.3*	(An3)
Cecropia gabrielis	(Cega)	*Cecropia polyphlebia*	(Cepo)	*Cecropia gabrielis*	(Cega)
Cecropia polyphlebia	(Cepo)	*Miconia sp.3*	(Mi3)	*Cecropia polyphlebia*	(Cepo)
Clusia sp.	(Clu)	*Physallis sp.*	(Phy)	*Ficus sp.6*	(Fi6)
Ficus sp.5	(Fi5)	*Solanum grandiflora*	(Soga)	*Miconia sp.3*	(Mi3)
Hyeronima sp.1	(Hy1)	*Trianea sp.*	(Tri)	*Miconia sp.4*	(Mi4)
Miconia punctata	(Mipu)			*Miconia sp.14*	(Mi14)
Miconia sp.3	(Mi3)			*Physallis sp.*	(Phy)
Miconia sp.11	(Mi11)			*Piper sp.4*	(Pi4)
Myrsine coriacea	(Myco)			*Piper sp.8*	(Pi8)
Palicourea sp.1	(Pa1)			*Saurauia cf bullosa*	(Sabu)
Physallis sp.	(Phy)			*Saurauia tomentosa*	(Sato)
Piper sp.10	(Pi10)			*Solanum aphyodendron*	(Soph)
Solanum sp.3	(So3)			*Solanum sp.5*	(So5)
Trianea sp	(Tri)			*Trianea sp.*	(Tri)
Solanaceae 31	(N31)			*Vismia tomentosa*	(Vito)
No identificada 103	(N103)			Araceae 13	(N13)
No identificada 106	(N106)				

2.1.1.4. Claros de bosque

2.1.1.4.1. Riqueza y Abundancia de especies

En filo se encontraron 70 semillas de 7 morfotipos en 8 eventos de dispersión en un área de 18 m^2 de **claro** de bosque, una densidad de 0,04 semillas m^{-2} $noche^{-1}$; y 762 semillas de 14 morfotipos en 18 eventos de dispersión en un área de 18 m^2 cubierta por **dosel,** una densidad de 0,4 semillas $m^{-2}noche^{-1}$. Ambas muestras, claro y dosel, son muy uniformes en la distribución de las abundancias relativas de las especies, pues no se aprecia que haya alguna dominante (Fig. 2.6).

Figura 2.6. Gráficos de abundancias relativas de los morfotipos de plantas dispersados por la noche en claro e interior del bosque (dosel) en quebrada y filo del área de la ECSF. El orden de las muestras es arbitrario; los morfotipos están ordenados de la mayor a la menor abundancia dentro de cada muestra, los códigos con que se los identifica se indican en las tablas 2.1 y 2.2. Quebrada: claro *S*= 38 y *N*= 91, dosel *S*=24 y *N*=76; Filo: claro *S*= 7 y *N*= 8, dosel *S*= 14 y *N*= 18.



En quebrada se encontraron 5447 semillas de 38 morfotipos en 91 eventos de dispersión en un área de 18 m^2 de **claro** de bosque, una densidad de 3 semillas $m^{-2}noche^{-1}$; y 2159 semillas de 24 morfotipos en 76 eventos de dispersión en un área de 18 m^2 cubierta por **dosel,** una densidad de 1,2 semillas $m^{-2}noche^{-1}$. Ambas muestras son similares en la distribución de las abundancias relativas de las especies, estando dominadas por *C. polyphlebia*, *Piper sp.10* y *Piper sp.9* (Fig. 2.6), que juntas representan el 44% y 59% de los registros en claro y dosel, respectivamente.

El resultado estadístico de la prueba U de Mann-Whitney, con un valor p = 0,465 mayor a α= 0,05 confirma lo observado en la Figura 2.6, que no existe una diferencia significativa en el número de morfotipos y eventos de dispersión por la noche entre claro y dosel.

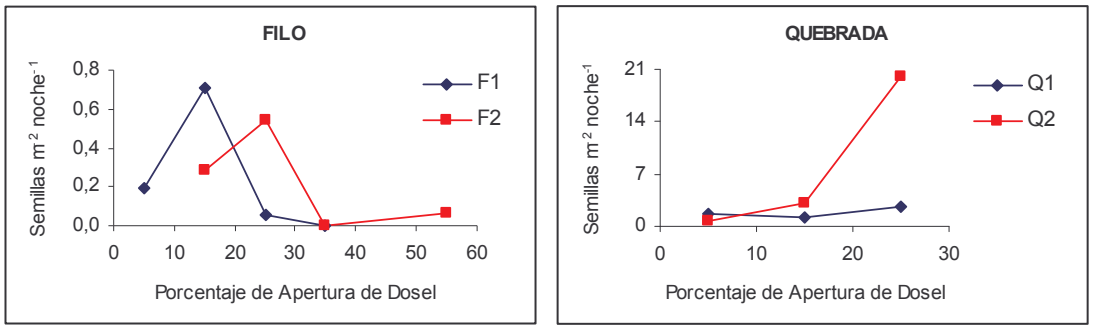
2.1.1.4.2. Patrones de deposición de semillas

Para determinar si los patrones de deposición de semillas estuvieron asociados con las diferencias en la cobertura de dosel y la ubicación en el claro, se corrió la prueba de correlación de rangos de Spearman entre el porcentaje de apertura del dosel sobre cada colector y el número de morfotipos y de semillas que en él se depositaron; y, entre la distancia del colector al centro del claro y el número de morfotipos y de semillas que registró. Estos cálculos se hicieron en base a la muestra de 53 m^2 en filo y 56 m^2 en quebrada; 109 m^2, durante 100 noches.

Los resultados de la prueba revelaron que existe una correlación negativa entre el porcentaje de apertura del dosel y el número de morfotipos (V_{obs}= -0,382, p < 0,0001) y de semillas (V_{obs}= -0,394, p < 0,0001); es decir que mientras menor es la apertura del dosel sobre un colector mayor es el número de morfotipos y semillas que registra. En la Figura 2.7 se expresa el número de semillas por m^2 por noche según rangos de apertura de dosel en claros de filo y quebrada. Se puede apreciar que en tres de los

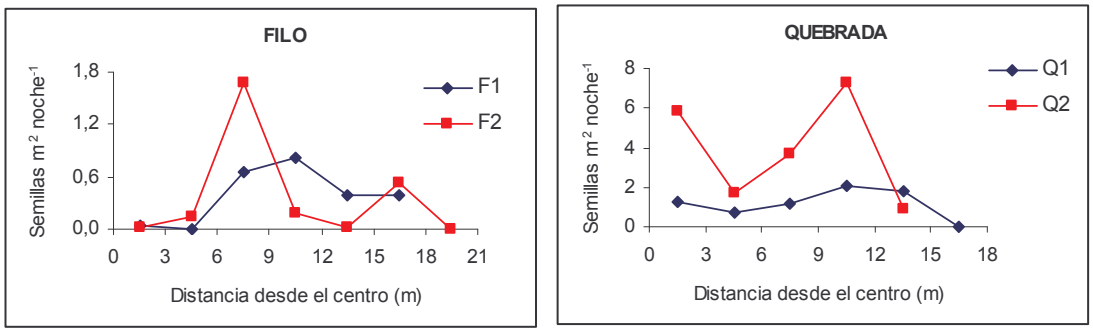
cuatro claros se ha obtenido la mayor densidad de semillas en trampas ubicadas en sitios con un 20 – 30% de apertura de dosel

Figura 2.7. Densidad de semillas depositadas en la noche en claros de filo y quebrada según rangos (en decenas) de apertura de dosel. En claros de quebrada ninguna trampa se ubicó en un sitio con una apertura de dosel mayor al 30%.



Por otro lado se encontró que no existe una correlación significativa entre la distancia al centro del claro y el número de morfotipos (V_{obs}= -0,060, p = 0,537) y semillas (V_{obs}= 0,007, p = 0,944) colectados en una trampa. En la Figura 2.8 se expresa el número de semillas por m^2 por noche según rangos de distancia al centro del claro en filo y quebrada.

Figura 2.8. Densidad de semillas depositadas en la noche en claros de filo y quebrada según rangos (3 m) de distancia al centro del claro.

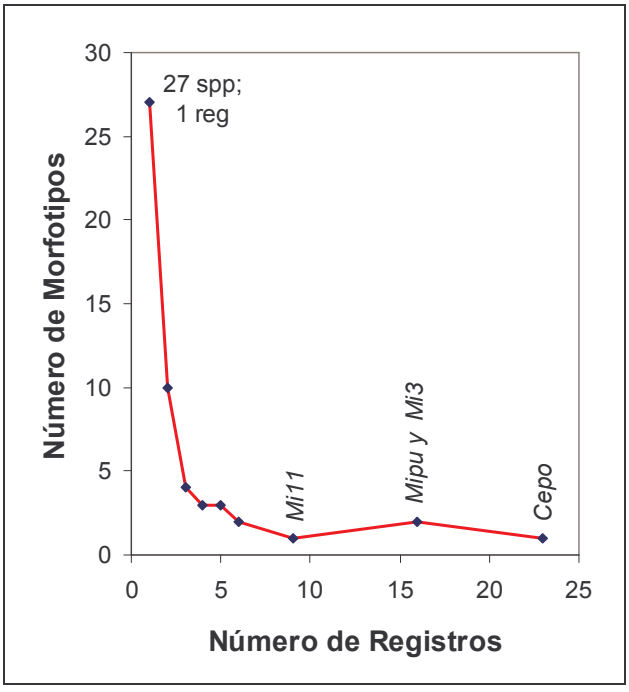


2.1.2. Dispersión diurna

Durante cien días, entre las 6:00 y 18:00, se colectó una muestra de 17501 semillas de 53 morfotipos (S) en 162 eventos de dispersión (N) en un área de 134 m^2 de bosque siempreverde montano bajo. Una densidad de 1,3 semillas $m^{-2}día^{-1}$. Fueron identificados hasta el nivel de familia 41 morfotipos, 34 hasta género y 9 hasta especie, mientras que 12 morfotipos no fueron identificados.

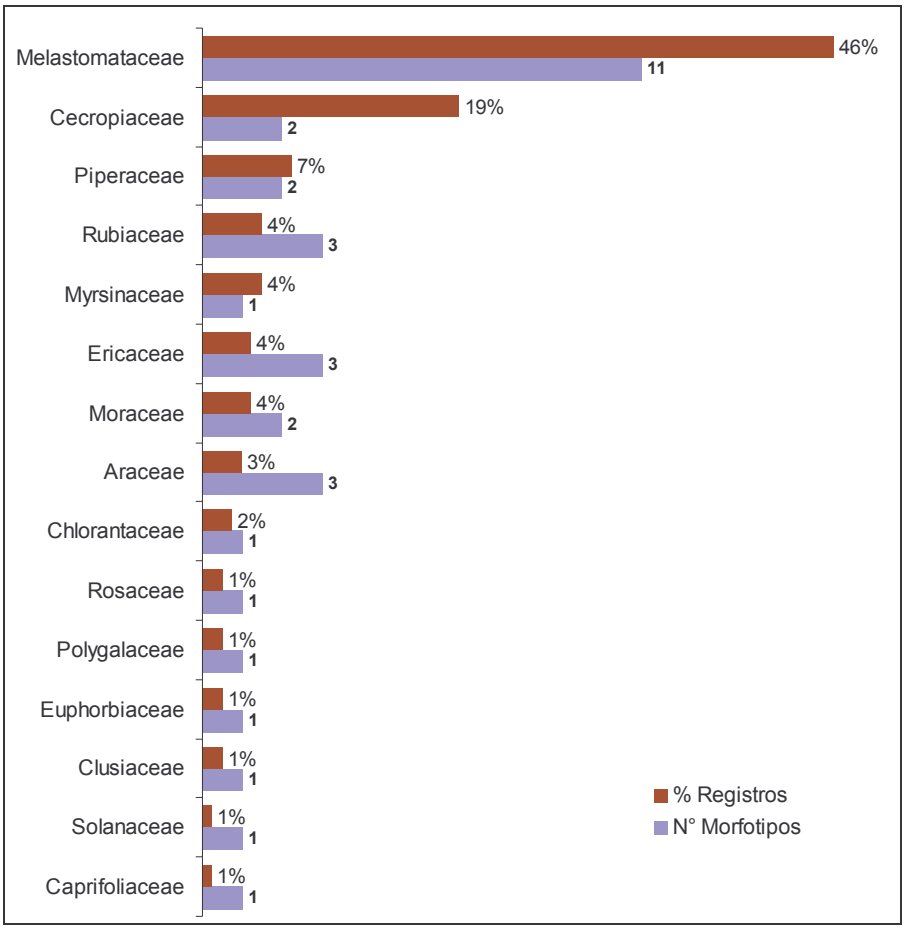
Igual a lo que sucede en la muestra de dispersión nocturna, durante el día se encontraron 27 morfotipos (51%) que pertenecen a especies "raras" registradas en una sola ocasión, mientras que 4 morfotipos (8%) representan el 40% de los registros (Figura 2.9).

Figura 2.9. Distribución de morfotipos de semillas encontradas durante el día según el número de registros (eventos de dispersión) que presentan en la muestra. Se puede apreciar el pico formado por 27 spp que presentan un solo registro y la cola donde destacan las 6 especies más abundantes. *S*= 53, *N*= 162.



Los 34 morfotipos determinados hasta género pertenecen a 15 familias botánicas expresadas en la Figura 2.10. Se observa que la familia Melastomataceae posee una abundancia relativa dominante comprendiendo el 46% de la muestra. La familia Cecropiaceae presenta una abundancia relativa moderada en comparación con la anterior, comprendiendo el 19% de la muestra. Las restantes trece familias cuyas abundancias no son significativas fueron de aparición ocasional durante el periodo de estudio, con muy pocos registros.

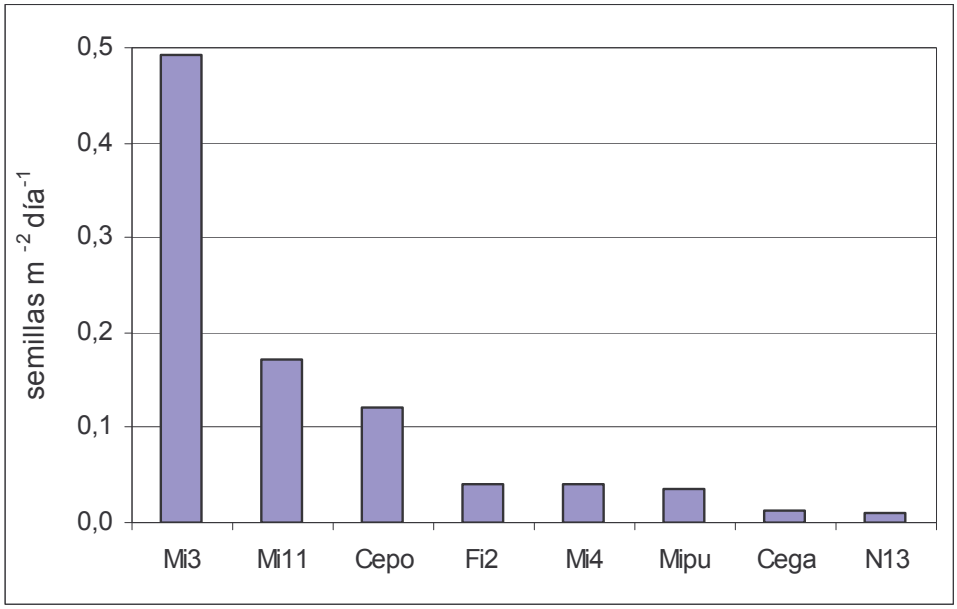
Figura 2.10. Abundancia relativa y número de morfotipos de las familias de plantas cuyas semillas fueron dispersadas durante el día en el bosque de la ECSF. *S*= 34, *N*= 138.



2.1.2.1. Especies prominentes

Los morfotipos más abundantes según el número de eventos de dispersión o registros (Fig. 2.9) son: *C. polyphlebia* (Cepo) 14%, *Miconia sp.3* (Mi3) 10%, *M. punctata* (Mipu) 10% y *Miconia sp.11* (Mi11) 6%. Estos morfotipos junto con *Ficus sp.2* (Fi2), *Miconia sp.4* (Mi4), *C. gabrielis* (Cega) y Araceae 13 (N13) presentaron la mayor densidad de semillas, aunque no necesariamente en el orden mencionado (Fig. 2.11).

Figura 2.11. Morfotipos con la mayor densidad de semillas en un área de 134 m^2 de bosque en cien días de muestreo.



2.1.2.2. Riqueza y abundancia de especies entre sitios

En **filo** se encontraron 7052 semillas de 21 morfotipos (*S*) en 58 eventos de dispersión (*N*), en un área de 53 m^2 durante 100 días. Una densidad de 1,3 semillas

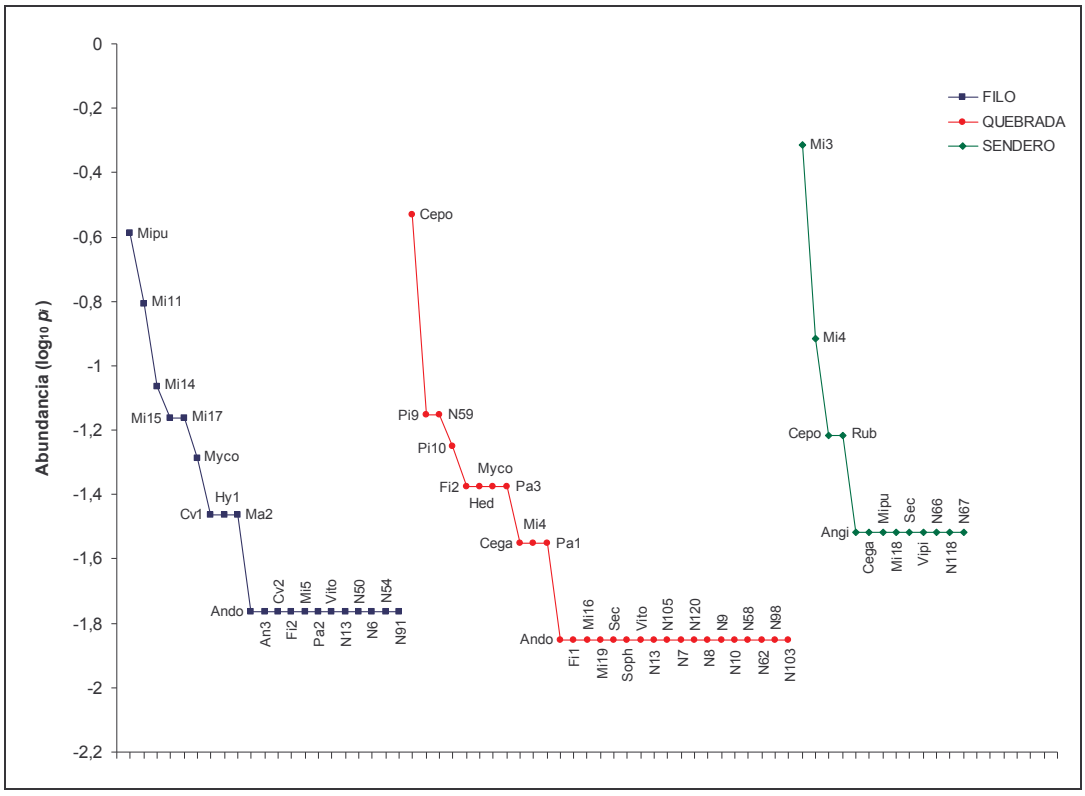
$m^{-2}día^{-1}$. El índice de diversidad de Simpson es 8,495 un valor medio-bajo comparado con el máximo posible *S*. Observando el gráfico correspondiente en la Figura 2.12 se aprecia que existen dos especies, *M. punctata* (26%) y *Miconia sp.11* (15%), con abundancia relativa dominante; un conjunto de siete especies con abundancias similares (38%), y 12 especies "raras" que forman la cola del gráfico (21%). La marcada dominancia de estas dos especies en la muestra influye en el valor del índice de diversidad. Entre los morfotipos más abundantes tenemos, a más de los mencionados, *Miconia sp.14* (8,5%).

En **quebrada** se encontraron 2959 semillas de 29 especies (*S*) en 71 eventos de dispersión (*N*), en un área de 56 m^2 durante 100 días. Una densidad de 0,53 semillas $m^{-2}día^{-1}$. El índice de diversidad de Simpson es 8,798 un valor medio-bajo comparado con el máximo posible *S*. Observando el gráfico correspondiente en la Figura 2.12 se aprecia que existe una especie, *C. polyphlebia* (30%), cuya abundancia relativa es dominante; diez especies se presentan como un conjunto con abundancias similares (45%) y 18 especies raras forman la "cola" del gráfico (25%). La marcada dominancia de una especie en la muestra determina el valor del índice de diversidad. Los morfotipos más abundantes son: *C. polyphlebia* (30%), *Piper sp.9* (7%), No identificada 59 (7%) y *Piper sp.10* (6%).

En **sendero** se encontraron 7490 semillas de 13 especies (*S*) en 33 eventos de dispersión (*N*), en un área de 25 m^2 durante 90 días (no se tomaron muestras durante Octubre 2003). Una densidad de 3,3 semillas $m^{-2}día^{-1}$. El índice de diversidad de Simpson es 3,768 un valor bajo comparado con el máximo posible *S*. Observando el gráfico correspondiente en la Figura 2.12 se aprecia que dos especies, *Miconia sp.3* (49%) y *Miconia sp.4* (12%), tienen abundancia relativa dominante; una particularidad de esta muestra es que no presenta un conjunto variado de especies con abundancias relativas similares, pues las dos siguientes son ligeramente superiores en sus abundancias (12%) a las nueve especies "raras" que se encuentran en a cola del gráfico (27%). Estas abruptas diferencias en las abundancias relativas de las especies determinan el bajo valor del índice de diversidad.

La prueba Kruskall-Wallis, con un valor p = 0,751 mayor a α= 0,05 confirman lo observado en la Figura 2.12, que no existe una diferencia significativa en el número de morfotipos y eventos de dispersión diurna entre los tres sitios.

Figura 2.12. Gráficos de abundancias relativas de los morfotipos de plantas dispersadas durante el día en claros naturales de filo, quebrada y en sendero del bosque de la ECSF. El orden de las muestras es arbitrario; los morfotipos están ordenados de la mayor a la menor abundancia dentro de cada muestra, los códigos con que se los identifica se indican en las tablas 2.3 y 2.4. Filo: S= 21, N= 58; Quebrada: S= 29, N= 71; Sendero: S= 13, N= 33.



2.1.2.3. Similitud en la composición de especies

Se encontró que 15 morfotipos se hallan únicamente en filo, 20 morfotipos en quebrada y 8 morfotipos en sendero (Tabla 2.3). Filo y quebrada presentan una similitud de 10% en la composición de especies, compartiendo cinco morfotipos; filo y sendero son 3% similares, compartiendo un morfotipo; mientras que quebrada y

sendero son 13% similares, compartiendo cuatro morfotipos (Tabla 2.4). Ningún morfotipo es común a los tres sitios.

Tabla 2.3. Morfotipos de semillas colectados durante el día en uno de los tres sitios de estudio. Entre paréntesis los códigos utilizados en las Figura 2.12 y 2.13.

FILO		QUEBRADA		SENDERO	
Anthurium sp.3	(An3)	*Ficus sp.2*	(Fi2)	*Anthurium giganteum*	(Angi)
Cavendisha sp.1	(Cv1)	*Hedyosmun sp.*	(Hed)	*Miconia sp.3*	(Mi3)
Cavendisha sp.2	(Cv2)	*Miconia sp.16*	(Mi16)	*Miconia sp.18*	(Mi18)
Hyeronima sp.1	(Hy1)	*Miconia sp.19*	(Mi19)	*Rubus sp.*	(Rub)
Macleania sp.2	(Ma2)	*Palicourea sp.1*	(Pa1)	*Viburnum cf pichinchense*	(Vipi)
Miconia sp.5	(Mi5)	*Palicourea sp.3*	(Pa3)	Ericaceae 66	(N66)
Miconia sp.11	(Mi11)	*Piper sp.9*	(Pi9)	Gesneriaceae 118	(N118)
Miconia sp.14	(Mi14)	*Piper sp.10*	(Pi10)	No identificada 67	(N67)
Miconia sp.15	(Mi15)	*Solanum aphyodendron*	(Soph)		
Miconia sp.17	(Mi17)	Arecaceae 105	(N105)		
Palicourea sp.2	(Pa2)	Rubiaceae 7	(N7)		
Rubiaceae 50	(N50)	Rubiaceae 120	(N120)		
No identificada 6	(N6)	No identificada 8	(N8)		
No identificada 54	(N54)	No identificada 9	(N9)		
No identificada 91	(N91)	No identificada 10	(N10)		
		No identificada 58	(N58)		
		No identificada 59	(N59)		
		No identificada 62	(N62)		
		No identificada 98	(N98)		
		No identificada 103	(N103)		

Tabla 2.4. Morfotipos de semillas colectados durante el día, comunes a dos sitios de estudio. Entre paréntesis los códigos utilizados en las Figuras 2.12 y 2.13.

FILO-QUEBRADA		FILO-SENDERO		QUEBRADA-SENDERO	
Anthurium dombeiianum	(Ando)	*Miconia punctata*	(Mipu)	*Cecropia gabrielis*	(Cega)
Ficus sp.1	(Fi1)			*Cecropia polyphlebia*	(Cepo)
Myrsine coriacea	(Myco)			*Miconia sp.4*	(Mi4)
Vismia tomentosa	(Vito)			*Securidaca sp.*	(Sec)
Araceae 13	(N13)				

2.1.2.4. Claros de bosque

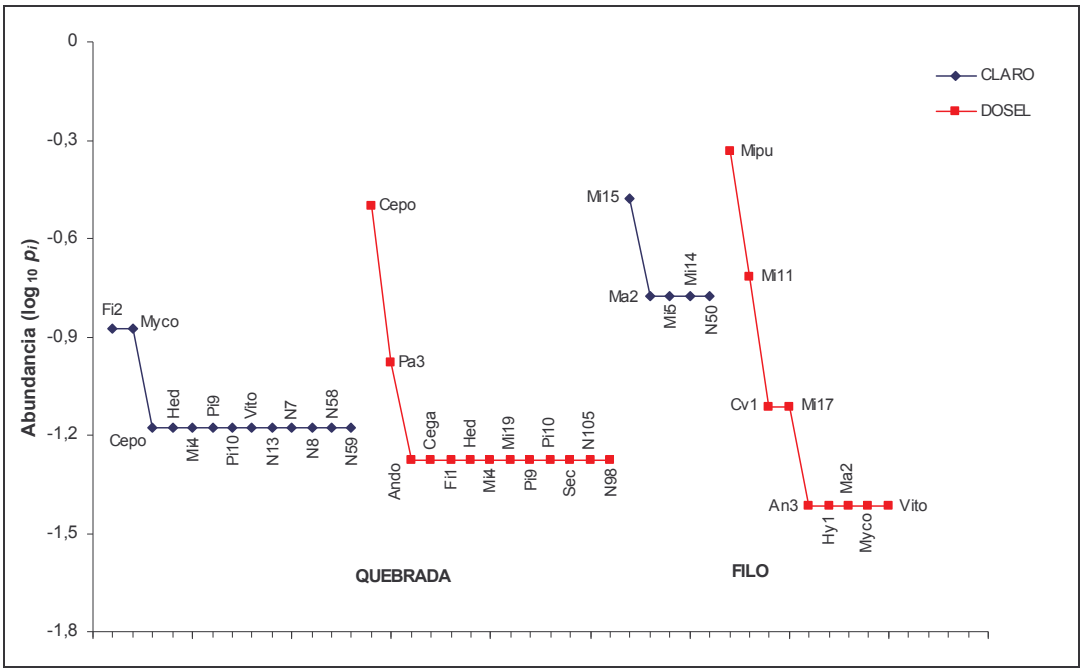
2.1.2.4.1. Riqueza y abundancia de especies

En filo se encontraron 710 semillas de 5 morfotipos en 6 eventos de dispersión en un área de 18 m^2 de **claro** de bosque, una densidad de 0,4 semillas $m^{-2}día^{-1}$; y 1985 semillas de 9 morfotipos en 26 eventos de dispersión en un área de 18 m^2 cubierta por **dosel**, una densidad de 1,1 semillas $m^{-2}día^{-1}$. La muestra de claro es uniforme sin la predominancia de especie alguna, mientras que en la de dosel se puede apreciar las abundancias relativas dominantes de *M. punctata* y *Miconia sp.11*, que juntas representa el 65% de la muestra (Figura 2.13).

En quebrada se encontraron 435 semillas de 13 morfotipos en 15 eventos de dispersión en un área de 18 m^2 de **claro** de bosque, una densidad de 0,24 semillas $m^{-2}día^{-1}$; y 729 semillas de 13 morfotipos en 19 eventos de dispersión en un área de 18 m^2 cubierta por **dosel**, una densidad de 0,4 semillas $m^{-2}día^{-1}$. Ambas muestras son similares en el número y la distribución de las abundancias relativas de especies, con la excepción de que en dosel se aprecia una dominancia en la abundancia de *C. polyphlebia* que constituye el 32% de los registros (Figura 2.13).

El resultado estadístico de la prueba U de Mann-Whitney, con un valor $p = 0,044$ menor a $\alpha = 0,05$ sugiere que existe una leve diferencia en el número de morfotipos y eventos de dispersión durante el día entre claro y dosel, siendo mayor en este último.

Figura 2.13. Gráficos de abundancias relativas de los morfotipos de plantas dispersados durante el día en claro e interior del bosque (dosel) de quebrada y filo del área de la ECSF. El orden de las muestras es arbitrario; los morfotipos están ordenados de la mayor a la menor abundancia dentro de cada muestra, los códigos con que se los identifica se indican en las tablas 2.3 y 2.4. Quebrada: claro *S*= 13 y *N*= 15, dosel *S*=13 y *N*=19; Filo: claro *S*= 5 y *N*= 6, dosel *S*= 9 y *N*= 26.

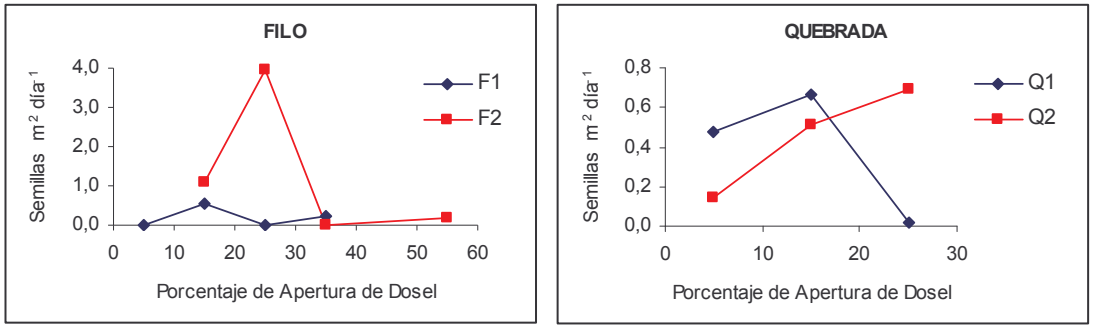


2.1.2.4.2. Patrones de deposición de semillas

Al igual que con la muestra de dispersión nocturna se quiso determinar si los patrones de deposición de semillas estuvieron asociados con las diferencias en la cobertura de dosel y la ubicación en el claro, para lo cual se corrió la prueba de correlación de rangos de Spearman entre el porcentaje de apertura del dosel sobre cada colector y el número de morfotipos y de semillas, y entre la distancia del colector al centro del claro y el número de morfotipos y de semillas. Los cálculos se hicieron en base a la muestra de 53 m^2 en filo y 56 m^2 en quebrada; 109 m^2, durante 100 días.

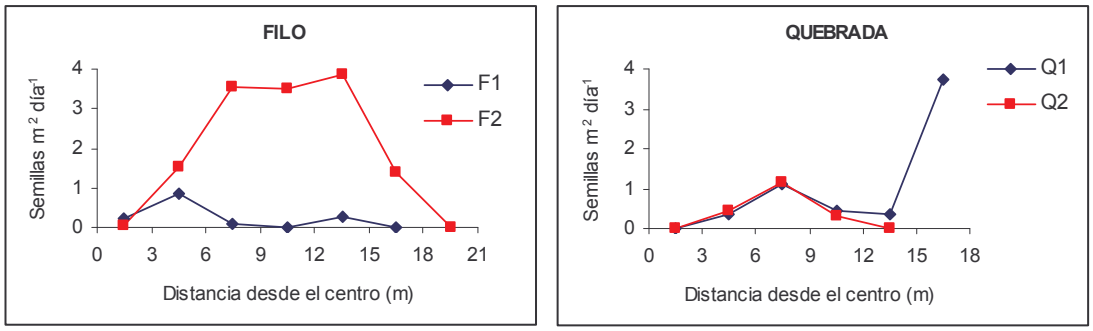
Los resultados de la prueba revelaron que no existe una correlación significativa entre el porcentaje de apertura del dosel y el número de morfotipos (V_{obs}= 0,009, p= 0,929) y de semillas (V_{obs}= 0,005, p= 0,958). En la Figura 2.14 se expresa el número de semillas por m^2 por día según rangos de apertura de dosel en claros de filo y quebrada, se puede apreciar que no existe un rango de apertura de dosel que concentre la mayor densidad de semillas y sea común a los cuatro claros.

Figura 2.14. Densidad de semillas depositadas en el día en claros de filo y quebrada según rangos (en decenas) de apertura de dosel. En claros de quebrada ninguna trampa se ubicó bajo una apertura de dosel mayor al 30%.



Por otro lado tampoco existió una correlación significativa entre la distancia al centro del claro y el número de morfotipos (V_{obs}= 0,141, p = 0,143) y semillas (V_{obs}= 0,169, p = 0,080) registrados. En la Figura 2.15 se expresa el número de semillas por m^2 por día según rangos de distancia al centro del claro en filo y quebrada.

Figura 2.15. Densidad de semillas depositadas en el día en claros de filo y quebrada según rangos (3 m) de distancia al centro del claro.

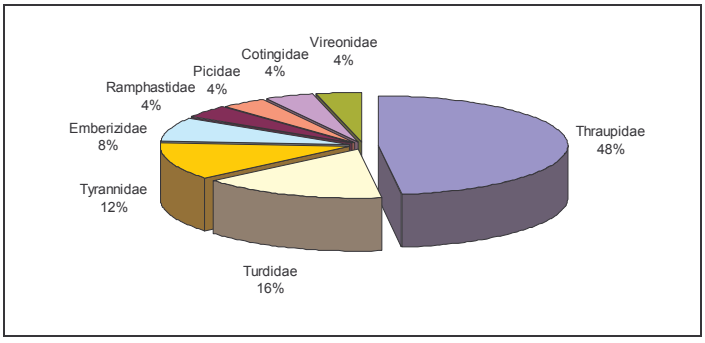


2.2. Especies dispersoras

2.2.1. Aves

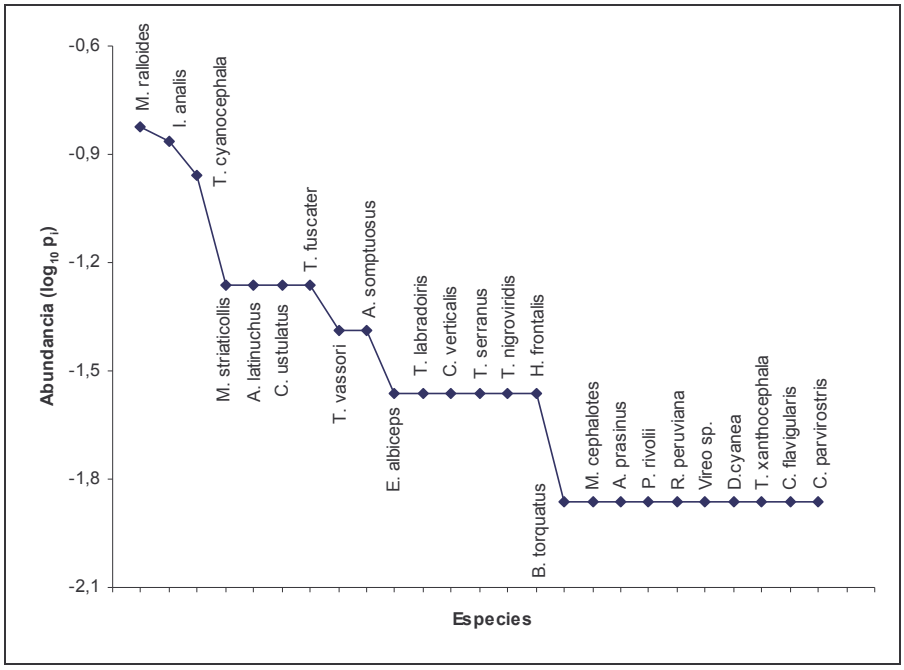
Mediante la captura con redes de niebla se obtuvo un total de 107 individuos de 29 especies de aves consumidoras de frutos, pero únicamente 73 individuos pertenecientes a 25 especies de ocho familias mostraron semillas en sus fecas. Analizando la riqueza de especies por familia en la muestra (Figura 2.16) se observa que las tangaras (Thraupidae) son las más numerosas, seguidas por los mirlos (Turdidae) y atrapamoscas (Tyrannidae).

Figura 2.16. Abundancia por familias de las especies de aves dispersoras de semillas capturadas en el bosque de la Estación Científica San Francisco entre Octubre 2003 y Septiembre 2004.



Las especies más comunes son *Myadestes ralloides* (15%), *Iridosornis analis* (14%) y *Thraupis cyanocephala* (11%), que presentan una leve dominancia en sus abundancias relativas; doce especies cuentan con abundancias similares (46%) y diez especies que fueron registradas en una sola ocasión (11%) o presentaron semillas en sus heces en una sola ocasión (3%) forman el grupo de especies "raras" (Figura 2.17.).

Figura 2.17. Gráfica de abundancias relativas de las especies de aves dispersoras de semillas en la ECSF.

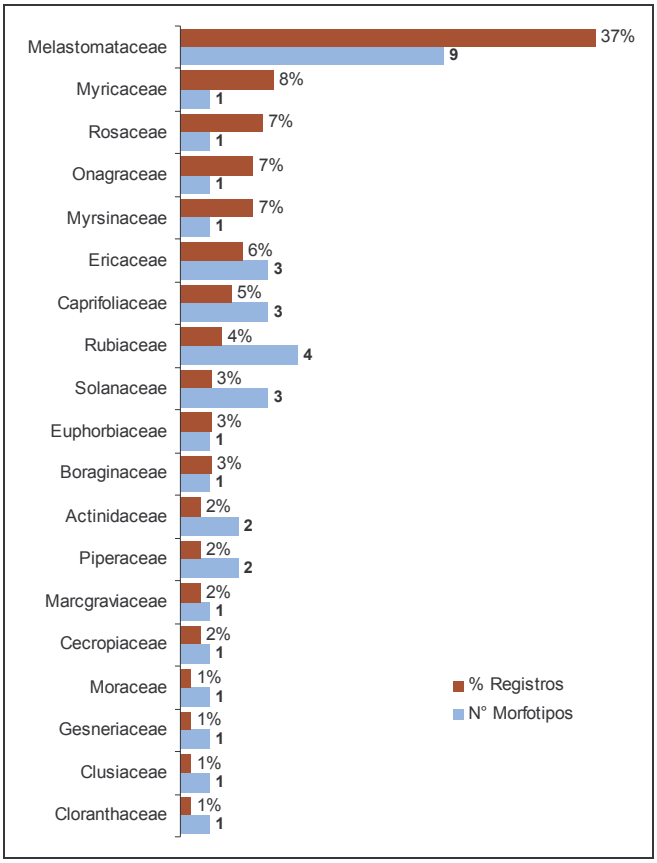


2.2.1.1. Dieta

En 73 muestras fecales se encontró 46 morfotipos de semillas en 114 eventos de dispersión. Fueron identificados hasta el nivel de familia 39 morfotipos, 38 hasta género y 10 hasta especie, mientras que 7 morfotipos con un solo registro permanecieron sin identificar.

Las semillas encontradas se distribuyen en 19 familias, siendo Melastomataceae la dominante con la mayor abundancia relativa y número de especies; diez familias presentan abundancias relativas similares pero varían en el número de especies y ocho familias presentan uno o dos registros (Figura 2.18).Vale recalcar que dentro de las melastomatáceas existen 11 registros de semillas que si bien fueron identificadas hasta género (*Miconia sp.*) no se les pudo asignar un morfotipo, en la mayoría de los casos por ser inmaduras; así este grupo genérico de "miconias" no ha sido tabulado como un morfotipo independiente pero se incluye en la abundancia de la familia.

Figura 2.18. Abundancia relativa y número de morfotipos por familia de las semillas encontradas en la muestra de heces de aves en el bosque de la ECSF. S= 39, N=107.



Veinte especies de aves presentaron al menos un registro de *Miconia* de cualquier especie en su dieta, el morfotipo más frecuente *Miconia sp.3* estuvo presente en las fecas de diez especies, *Miconia sp.10*, en las fecas de cuatro y *Miconia sp.1*, *Miconia sp.2* y *M. punctata* en las heces de dos especies cada una. *Myrica pubescens* fue hallada en la dieta de siete especies. *Rubus sp.* en cinco, *Myrsine coriacea* en cuatro y *Fuchsia lehmannii* en tres.

Las aves más comunes son también los dispersores de semillas más importantes, en la Figura 2.19, se puede apreciar que *Myadestes ralloides*, *Iridosornis analis*, *Thraupis cyanocephala* y *Turdus fuscater* son las especies que dispersan el mayor número de morfotipos.

Figura 2.19. Número de morfotipos de semillas encontrados en las heces de aves capturadas en el bosque de la ECSF.

La dieta de *M. ralloides* es muy variada, 22% de los eventos de dispersión corresponden a cuatro morfotipos de *Miconia* (Melastomataceae), 17% a *Viburnum cf pichinchense* (Caprifoliaceae), 11% a *Myrica pubescens* (Myricaceae), 11% a dos morfotipos de *Palicourea* (Rubiaceae) y el restante 39% a siete morfotipos de diferentes familias.

En la dieta de *I. analis*, el 28% de los eventos de dispersión corresponden a *Fuchsia lehmannii* (Onagraceae), 17% a tres morfotipos de *Miconia*, 11% a dos morfotipos de ericáceas, 11% a dos morfotipos de *Saurauia* (Actinidaceae) y el restante 33% a seis morfotipos de diferentes familias.

T. cyanocephala presento el mayor número de eventos de dispersión (20); su dieta, aparentemente más uniforme, está constituida en un 40% por cinco morfotipos de *Miconia*, 20% por *Myrsine coriacea* (Myrsinaceae), 15% por *Rubus sp* (Rosaceae), 10% por *Myrica pubescens* y 15% por tres morfotipos de familias diferentes.

T. fuscater prefiere consumir *Rubus sp*. y *Hyeronima sp.1* (Euphorbiaceae), que representan el 18% de su dieta cada una, mientras el restante 64% corresponde a siete morfotipos de diferentes familias; un registro interesante en la dieta de esta ave es el consumo de *C. polyphlebia*, especie que también se encontró en las fecas de *Tangara labradorides*.

Otros registros interesantes en la dieta de aves constituyen el consumo de *Souroubea sp.* por *T. cyanocephala* y *Tangara nigroviridis*, de *Vismia tomentosa* por *Mionectes striaticollis*, de *Ficus sp.2* por *Turdus serranus*, de *Piper sp.10* por *Vireo sp.* y de *Piper sp.17* (morfotipo gigante) por *Hemispingus frontalis*. En el anexo 4 se expone en detalle los morfotipos consumidos por todas las aves capturadas.

2.2.1.3. Similitud de muestras

Para determinar cuan similar es la muestra de semillas obtenidas en las fecas de aves a la muestra de semillas encontradas durante el día en trampas colectoras, se calculó el índice de similitud de comunidades, encontrándose que:

- La muestra de fecas y filo presentan una similitud de 24% en la composición de especies, compartiendo siete morfotipos.
- La muestra de fecas y quebrada presentan una similitud de 21% en la composición de especies, compartiendo siete morfotipos.
- La muestra de fecas y sendero presentan una similitud de 27% en la composición de especies, compartiendo siete morfotipos.

Además, entre estos morfotipos dos son comunes a filo y quebrada, dos a quebrada y sendero y uno a filo y sendero (Tabla 2.5).

Tabla 2.5. Morfotipos de semillas encontrados en heces de aves y en la muestra de dispersión diurna en los tres sitios de estudio.

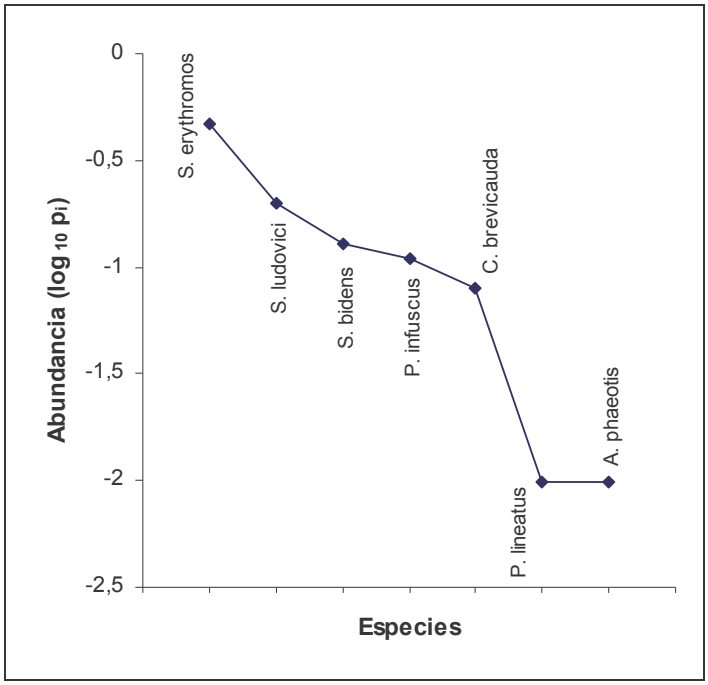
FILO	QUEBRADA	SENDERO
Cavendisha sp.1	*Cecropia polyphlebia*	*Cecropia polyphlebia*
Hyeronima sp.1	*Ficus sp.2*	*Miconia punctata*
Miconia punctata	*Hedyosmun sp.*	*Miconia sp.3*
Miconia sp.5	*Miconia sp.4*	*Miconia sp.4*
Myrsine coriacea	*Myrsine coriacea*	*Rubus sp.*
Palicourea sp.2	*Piper sp.10*	*Viburnum cf pichinchense*
Vismia tomentosa	*Vismia tomentosa*	Gesneriaceae 118

2.2.2. Murciélagos

Se capturó un total de 102 individuos de 8 especies de murciélagos consumidoras de frutos, de los cuales 94 individuos pertenecientes a 7 especies de la familia Phyllostomidae proveyeron muestras fecales con semillas.

Las especie más común fue *Sturnira erythromos* (46%) que muestra una ligera dominancia en su abundancia relativa; *Sturnira ludovici* (20%), *Sturnira bidens* (13%), *Platyrrhinus infuscus* (11%) y *Carollia brevicauda* (8%) forman un grupo de especies comunes con abundancias relativas similares; y dos especies registradas en una sola ocasión, *Platyrrhinus lineatus* y *Artibeus phaeotis* podrían considerarse “raras” (Figura 2.20).

Figura 2.20. Gráfica de abundancias relativas de las especies de murciélagos dispersores de semillas en la ECSF.

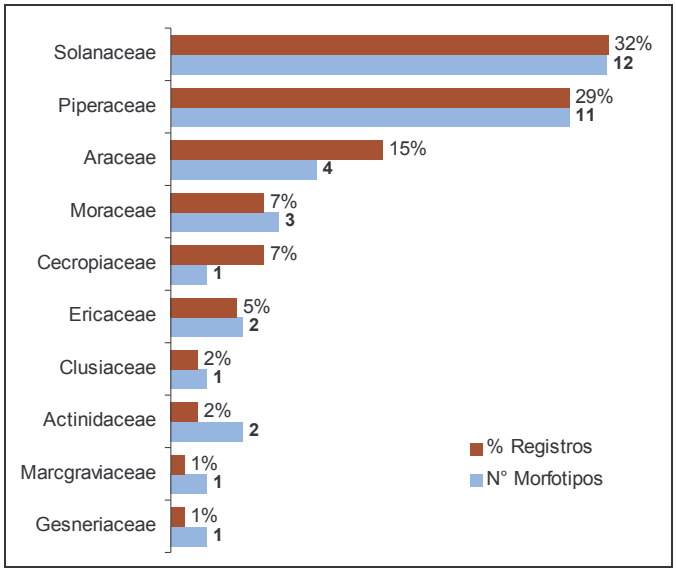


2.2.2.1. Dieta

En 94 muestras fecales se encontró 39 morfotipos de semillas en 105 eventos de dispersión. Fueron identificados hasta el nivel de familia 38 morfotipos, 37 hasta género y 14 hasta especie, mientras que 1 morfotipo con un solo registro permaneció sin identificar.

La muestra de semillas se distribuye en 10 familias, siendo las dominantes tanto por su abundancia relativa como por el número de especies Solanaceae, Piperaceae y Araceae; Moraceae, Cecropiaceae y Ericaceae presentan abundancias relativas similares pero diferente número de especies, y cuatro familias presentan uno o dos registros (Figura 2.21).

Figura 2.21. Abundancia relativa y número de morfotipos por familia de las semillas encontradas en la muestra de heces de murciélagos en el bosque de la ECSF. S= 38, N=104.

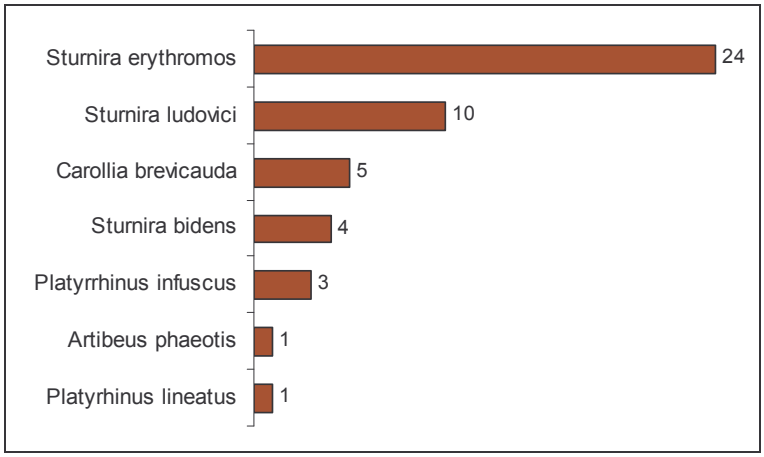


De forma similar a lo observado en las aves, los murciélagos más comunes son también los dispersores de semillas más importantes, en la Figura 2.22 se puede apreciar que *S. erythromos* y *S. ludovici* son las especies que dispersan el mayor número de morfotipos.

S. erythromos tiene una dieta muy variada, donde el 52% de los eventos de dispersión corresponden a solanáceas, entre las más importantes *S. grandiflora*, *Trianea sp.* y *Solanum sp.6* (fx043); las piperáceas representan el 22% de los eventos, en este grupo destaca *Piper sp.8* (común) que es al ítem alimenticio más frecuente en su dieta (11%); *Anthurium longistrorsum* y *Cavendishia zamorensis* también son consumidas con frecuencia por *S. erythromos*. Otros registros interesantes en la dieta de esta especie son el consumo de *Marcgravia helversiana* (Marcgraviaceae), *Vismia tomentosa* (Clusiaceae), y *Saurauia peruviana* (Actinidaceae).

La dieta de *S. ludovici* esta compuesta en un 67% de *Piper* spp., siendo los más frecuentes *Piper cf ecuadorensis* y *Piper sp.3* (frutos chicos) que representan el 17% cada una, seguidas por *Piper sp.8* (común) y *Piper sp.5* (morf. 277); las solanáceas representan el 22% de su consumo alimenticio, siendo la más frecuente *Solanum sp.2* (fx261); otra especie en su dieta es *C. gabrielis* aunque con menor frecuencia que las anteriores.

Figura 2.22. Número de morfotipos de semillas encontrados en las heces de murciélagos capturados en el bosque de la ECSF.



C. brevicauda se alimenta en un 75% de *Piper* spp entre las que destaca *Piper sp.13* (morf. 42). El 84% de la dieta de *S. bidens* la constituyen dos aráceas: *Anthurium effusispatha* y *Anthurium longistrorsum*, en idénticas proporciones. La dieta de *P. infuscus* esta formada por dos especies *C. gabrielis* y *Ficus sp. 4* (Q1) en proporciones iguales. De *Artibeus phaeotis* y *Platyrhinus lineatus* no se obtuvo información suficiente para describir su dieta. En el anexo 5 se expone en detalle los morfotipos consumidos por todos los murciélagos capturados.

2.2.2.2. Similitud de muestras

Para determinar cuan similar es la muestra de semillas obtenidas en las fecas de murciélagos a la muestra de semillas encontradas por la noche en trampas colectoras, se calculó el índice de similitud de comunidades, encontrándose que:

— La muestra de fecas y filo presentan una similitud de 13% en la composición de especies, compartiendo cuatro morfotipos.

— La muestra de fecas y quebrada presentan una similitud de 20% en la composición de especies, compartiendo once morfotipos.

— La muestra de fecas y sendero presentan una similitud de 35% en la composición de especies, compartiendo trece morfotipos.

Además, tres morfotipos son comunes a los tres sitios, seis a quebrada y sendero, y uno a filo y sendero (Tabla 2.6).

Tabla 2.6. Morfotipos de semillas encontrados en heces de murciélagos y en la muestra de dispersión nocturna en los tres sitios de estudio.

FILO	QUEBRADA	SENDERO
Cecropia gabrielis	*Cavendisha cf zamorensis*	*Cecropia gabrielis*
Physallis sp.	*Cecropia gabrielis*	*Physallis sp.*
Solanum grandiflora	*Physallis sp.*	*Piper sp.4*
Trianea sp	*Piper sp.4*	*Piper sp.5*
	Piper sp.8	*Piper sp.6*
	Saurauia cf bullosa	*Piper sp.8*
	Solanum aphyodendron	*Piper sp.15*
	Solanum sp.5	*Saurauia cf bullosa*
	Trianea sp	*Solanum grandiflora*
	Vismia tomentosa	*Solanum aphyodendron*
	Gesneriaceae 118	*Solanum sp.5*
		Trianea sp
		Vismia tomentosa

CAPITULO III

3. DISCUSIÓN

3.1. Composición de la muestra

Los 113 morfotipos de semillas encontrados en los colectores de claros y sendero son una muestra representativa de lo que pudiera ser el total de especies dispersadas por vertebrados frugívoros voladores en el bosque montano bajo de la ECSF. Por dar una idea, dentro de los 67 morfotipos identificados hasta género están representados el 10% y 22% de las 318 especies de árboles y 134 de arbustos registradas por Bussmann (2002) en el área. Sin embargo, el 36% de estos morfotipos corresponde a especies que fueron registradas en una sola ocasión, sin considerar las no identificadas. Según Krebs (1986) el contener comparativamente pocas especies que sean comunes y un número elevado de especies raras representadas por un solo ejemplar es un hecho muy característico en ciertas comunidades. Esta distribución de las abundancias relativas de las especies puede tener dos interpretaciones:

(a) La especie más abundante estaría ocupando una mayor proporción de los recursos disponibles en la comunidad; la siguiente especie una proporción similar de los recursos restantes y así sucesivamente. Krebs (1986) describe esta tendencia en comunidades con "relativamente" pocas especies; y si bien el bosque en estudio esta lejos de ser una comunidad de pocas especies, los claros naturales podrían serlo al estar dominados por ciertas plantas pioneras (ver Bussmann 2002). Analizando la dispersión de semillas en claros de quebrada (de donde proviene la mayoría de datos) se tiene que el 52% de eventos de dispersión corresponden a cuatro especies presentes en esos sitios; y más de la mitad de estos registros son de *Cecropia polyphlebia*. Aún queda por reconocer que tipo

de recursos estarían acaparando tales especies para ser tan exitosas; desde la óptica de este estudio se podría decir, por ejemplo, que *C. polyphlebia* atrae a un mayor número de dispersores por su copiosa y constante producción de frutos.

(b) El muestreo no fue lo suficientemente intenso como para develar las abundancias relativas de un gran número de especies que pueden parecer raras pero en realidad no lo son. Krebs (1986) sugiere que solo con un número considerable de muestras, aparecerían las especies verdaderamente raras de una comunidad. Esto no se aplica para los resultados del estudio ya que la intensidad de muestreo no es baja, podrían ser las condiciones del área las que determinan la presencia de especies raras en la dispersión de semillas. Al existir una oferta abundante de frutos en claros y sendero, el arribo de semillas ajenas a tales sitios estaría condicionado por las preferencias alimenticias de los dispersores y sus rutas de forrajeo; es decir, que con la frecuencia que forrajeen en otros sitios del bosque para luego dirigirse a los claros será la frecuencia con que introduzcan en ellos semillas foráneas o de especies "raras".

3.2. La lluvia de semillas

Asumiendo que las fecas y restos de fruto colectados temprano por la mañana (dispersión nocturna) son debidos a la actividad de los murciélagos y que las fecas y restos de fruto colectados en las últimas horas de la tarde (dispersión diurna) son debidos a la actividad de las aves, podemos decir que la mayoría de especies fueron usualmente dispersadas por murciélagos (53%) una menor cantidad por las aves (18%) y algunas indistintamente por aves o murciélagos (29%). Como ya se ha indicado la mayor parte de estas especies presentan registros únicos, entonces si se considera solo aquellas con un número más significativo de eventos de dispersión, se puede decir que tres especies fueron dispersadas exclusivamente por murciélagos: *Solanum grandiflora*, *Physallis sp.* y *Saurauia cf bullosa*, y ninguna especie fue dispersada solo por aves; mientras que, once de las doce especies más frecuentes fueron dispersadas indistintamente por aves o murciélagos, este grupo representa el

56% de los eventos de dispersión, y el 75% de la lluvia de semillas. Acerca de estas doce especies se discute a continuación.

La gran abundancia del género *Cecropia* en la lluvia de semillas debida a la actividad de aves y murciélagos en los bosques neotropicales ha sido documentada por varios autores (Charles-Dominique 1986; Gorchov, *et al.* 1993; Cardoso da Silva, *et al.* 1996; Medellín y Gaona 1999; Galindo-Gonzáles, *et al.* 2000). En el bosque montano bajo de la ECSF la lluvia de semillas estuvo dominada por *Cecropia polyphlebia*, un árbol pionero presente en las quebradas (Clavijo 2005) que produce una gran cantidad de frutos con semillas muy pequeñas. Se observó que los claros naturales en quebradas son su hábitat propicio, ya que la producción de frutos en estos sitios excedió a lo consumido por vertebrados frugívoros. Es así que el 59% de las semillas colectadas en trampas correspondió a restos de fruto que podrían haber caído directamente de los árboles parentales o al ser manipulados por los animales durante el forrajeo, mientras que el restante 41% correspondió a semillas encontradas en fecas. La mayoría de registros de *C. polyphlebia* se obtuvieron en la noche, lo que sugeriría que los murciélagos son los principales responsables de su dispersión. Sin embargo, el análisis de la dieta de vertebrados frugívoros indica que solo dos especies de aves y ninguna de murciélagos consumen sus frutos. Otros estudios previos en el área (Espinosa 2000 y Almeida y Arguero 2005) tampoco la registran en la dieta de quirópteros, esto podría deberse a que la especie realmente no fue dispersada por ellos, sino por aves que defecaron sus semillas en los colectores en las primeras horas de la mañana. En todo caso, los resultados sugieren que *C. polyphlebia* es la principal especie en la dispersión nocturna atribuida a murciélagos y la más importante en la dispersión diurna atribuida a las aves en los claros de quebrada.

Con una abundancia menor a la de su congénere, *Cecropia gabrielis* presento semillas en restos de frutos (60%), heces de murciélagos (36%) y heces de aves (4%). Al evaluar la dieta de los dispersores se encontró que tres especies de murciélagos y ningún ave consumen sus frutos. Sin embargo, Almeida y Arguero (2005) la registraron en las heces del tucán *Aulacorhynchus prasinus* y observaron a

la tangara *Anisognathus somptuosus* forrajeando en sus infrutiscencias. La mayoría de registros de *C. gabrielis* se obtuvieron en los claros de quebrada y una menor proporción en sendero.

Resumiendo se podría decir que *C. polyphlebia* es dispersada por aves o murciélagos indistintamente, mientras que *C. gabrielis* es mayoritariamente dispersada por quirópteros siendo consumida ocasionalmente por algunas aves. Estas diferencias en el tipo de dispersores que interactúan con ambas cecropiáceas podrían explicarse por el síndrome de dispersión que presentan sus frutos. Las infrutiscencias de *C. polyphlebia* parecen ser ornitocóreas, puesto que son apicales con el pedúnculo corto, ancho, lignificado y sosteniendo frutos orientados de manera oblicua con respecto al tronco, de forma que permite a un ave estar perchada mientras se alimenta. Mientras que las infrutiscencias de *C. gabrielis* son quiroptocóreas con el pedúnculo sosteniendo frutos colgantes y alargados que comienzan a madurar desde las puntas hacia la base, siendo las partes comestibles difíciles de alcanzar desde las ramas (ver Charles-Dominique 1986).

Doce especies de *Piper* estuvieron presentes en la lluvia de semillas por la noche. Es bien conocido que estas especies son dispersadas por murciélagos (Fleming y Heithaus 1981; Gorchov, *et al.* 1993; Galindo-Gonzáles 1998; Galindo-Gonzáles, *et al.* 2000), sin embargo en este estudio los dos morfotipos más abundantes: *Piper sp.9* (xcc437) y *Piper sp.10* (xcc249), también fueron registrados durante el día; lo que sugiere que las aves podrían consumir ciertas especies de este género. Este resultado fue corroborado con el hallazgo de semillas de *Piper* spp en las heces tanto de murciélagos como de aves. La gran mayoría de registros de piperáceas se obtuvieron en los claros de quebrada, y una menor proporción en sendero.

Las semillas de solanáceas fueron colectadas casi en su totalidad (98%) en la noche, lo que sugiere que las especies de esta familia en el área de la ECSF son dispersadas por quirópteros, el mayor número de registros se obtuvo en sendero, una menor cantidad en claros de quebrada, y muy pocos en claros de filo. La especie más

frecuente de la familia fue *Solanum grandiflora* registrada principalmente en sendero.

Una familia muy importante en la lluvia de semillas es la de las melastomatáceas, que cuenta con la mayor riqueza de especies en la muestra (14), todas pertenecientes al género *Miconia*. Su identificación fue difícil debido a la variedad de especies con semillas muy pequeñas (<1 mm) y similares entre sí, además como se mencionó en los resultados, en varias ocasiones se colecto semillas inmaduras que resultaba prácticamente imposible clasificarlas dentro de algún morfotipo. La interpretación de los datos también fue conflictiva. Como estos frutos son consumidos por aves (Levey 1990; Gorchov, *et al.* 1993) se esperaba una gran cantidad de eventos de dispersión durante el día y muy pocos o ninguno por la noche, pero ocurrió que el 62% de los registros fueron diurnos y el 38% nocturnos. Analizando la dieta de los dispersores se encontró que solamente las heces de aves contenían semillas de este género. En base a esto y al conocimiento de la historia natural de los animales dispersores, se podría decir que las semillas de *Miconia* spp presentes en la muestra nocturna no fueron defecadas por murciélagos, sino por aves durante las primeras horas de la mañana, previo a la revisión de las trampas. Probablemente una revisión más temprana de los colectores hubiese evitado tal confusión; sin embargo también vale mencionar que en otras latitudes se ha encontrado melastomatáceas dispersadas por la noche, concretamente en fecas de murciélagos; es el caso *Conostegia* spp que ha sido registrada en la dieta del murciélago *Dermanura tolteca* en un bosque nublado de Costa Rica (Dinerstein 1986 en Galindo-Gonzáles 1998), y bosques tropicales bajos en Perú (Romo 1993 en Galindo-Gonzáles 1998) y México (Galindo-Gonzáles, *et al.* 2000).

Entre las melastomatáceas más frecuentes tenemos: *Miconia sp.3* que fue registrada principalmente en sendero, y en claros de quebrada; *M. punctata*, que al contrario de su congénere fue encontrada con mayor frecuencia en claros de filo, y en una mínima proporción en claros de quebrada; y *Miconia sp.11* que al igual que la anterior fue hallada con mayor frecuencia en claros de filo, y en menor proporción en claros de quebrada.

Otra especie frecuentemente encontrada en la lluvia de semillas es *Vismia tomentosa* (Clusiaceae), registrada especialmente en fecas de murciélagos y también en fecas de aves, tanto en colectores de semillas como en el análisis de dieta de los dispersores, la mayoría de sus registros corresponden a claros de quebrada y una parte a sendero.

Ficus sp.2 fue muy difícil de diferenciar entre las semillas de sus congéneres por lo que podrían estar incluidos bajo esta denominación más de un morfotipo de *Ficus*, esto es un problema común en la identificación de estas semillas (Fleming y Heithaus 1981; Ingle 2003). Asumiendo que se trata de una sola especie se puede decir que fue encontrada especialmente en la noche en claros de quebrada. En el análisis de dieta se lo halló en una especie de ave, mientras otros tres morfotipos del mismo género fueron registrados en las heces de quirópteros.

Anthurium giganteum, fue colectada casi exclusivamente por la noche, principalmente en claros de quebrada y en sendero, sin encontrárselo en la dieta de dispersor alguno. Aunque vale mencionar que otras cuatro especies de *Anthurium* fueron registradas en la dieta de tres especies de quirópteros.

Myrsine coriacea fue encontrada en similares proporciones en la noche y en el día, presentando el problema antes mencionado para las especies de *Miconia*, de parecer ser dispersada por murciélagos cuando en realidad no lo es. Esto se dilucido por el hecho de que fue encontrada en la dieta de varias especies de aves, pero en ninguna de quirópteros. La mayoría de sus registros provienen de claros de quebrada y una parte de claros de filo.

Ocho de las especies mencionadas son consumidas por murciélagos, siete de ellas presentan el mayor número de eventos de dispersión durante la noche en claros de quebrada y una por la noche en sendero; además, cuatro especies también registran un número significativo de eventos de dispersión durante el día en quebrada, y tres

durante la noche en sendero. Conjuntamente, la similitud de especies entre las semillas encontradas en la dieta de murciélagos y las semillas colectadas por la noche en los tres sitios, fue más significativa con sendero (35%) y quebrada (20%). Tales resultados sugieren que los murciélagos realizan sus vuelos de forrajeo principalmente en quebradas, donde se alimentan de *Cecropia* spp y *Piper* spp y en sendero donde consiguen frutos de *S. grandiflora* y *V. tomentosa*, entre otras especies. Como consecuencia la riqueza y abundancia de especies en la lluvia de semillas nocturna es mayor en los claros de quebrada y sendero que en los claros de filo. Esto último concuerda con lo hallado por Clavijo (2005), quien registra en las quebradas una mayor diversidad de plantas quiroptocóreas y quiroptofíleas comparadas con los filos. Es lógico que si estos sitios cuentan con una mayor oferta de frutos, sean más frecuentados por los quirópteros y que la mayor cantidad de semillas sean defecadas en el mismo trayecto.

Las incursiones de quirópteros en los claros de filo parecen ser muy raras, las especies más frecuentes en la lluvia de semillas en estos sitios fueron aquellas consumidas por aves, mientras que las quiroptocóreas cuentan con escasos registros, algunos de ellos posiblemente provenientes de plantas de los alrededores como *Piper spp*, *Anthurium spp* y *V. tomentosa* (ver Clavijo 2005). Sin embargo los registros más interesantes corresponden a especies que no están presentes en filos y son traídas desde lugares lejanos. Por ejemplo, ambas *Cecropia* aparecieron en la lluvia de semillas nocturna sin estar registradas en este sitio (ver Clavijo 2005), lo más probable es que los árboles parentales de donde provinieron esas semillas estén ubicados en la quebrada "Q2", la más cercana al filo "T2", lo cual implicaría una distancia salvada por el dispersor (probablemente un murciélago) de más de 200 m.

Las aves en cambio parecen no tener preferencia por un sitio específico. De de las cuatro principales especies "ornitocóreas" dos presentan la mayor cantidad de eventos de dispersión durante el día en claros de filo, una en sendero y otra por la noche en quebrada; además *C. polyphlebia* que también es consumida por aves (o quizá únicamente por aves) es la especie "diurna" más frecuente en claros de quebrada. La similitud de especies entre las semillas encontradas en la dieta de aves

y las semillas colectadas durante el día en los tres sitios, no difiere en forma significativa: sendero (27%), filo (24%) y quebrada (21%). Tales resultados sugieren que las aves forrajean indistintamente del lugar, consumiendo los frutos que tienen a disposición en cada sitio: *Miconia sp.3* en sendero, *C. polyphlebia* en claros de quebrada, *M. punctata* y *Miconia sp.11* en claros de filo. La riqueza y abundancia de especies en la lluvia de semillas diurna también es similar en los tres lugares, ya que en todos se observa la superabundancia de alguna especie que es la preferida por las aves en ese sitio.

En las observaciones casuales que se hicieron en el área durante esta investigación, se encontró que algunas especies de *Miconia* están presentes en bordes de senderos y en filos; posiblemente al ser estos sitios más perturbados e iluminados que las quebradas, son preferidos por Miconias pioneras e intolerantes a la sombra. Es arriesgado hacer inferencias de este tipo, ya que el género es muy diverso en el área de la ECSF, y de seguro cuenta con una gran variedad de especies de diferentes hábitos y estados sucesionales, pero al parecer las miconias reemplazan a las cecrópias en los claros de filo, solo que a diferencia de estas su producción de frutos es estacional. Por ello, hubiese sido muy útil contar con un estudio de diversidad y fenología de las especies ornitocóreas en filos y quebradas, similar al desarrollado por Clavijo (2005) para especies quiroptocóreas.

Probablemente los registros más interesantes, en lo que al alcance espacial de la dispersión por aves se refiere, lo constituyan las semillas de ciertas especies de *Miconia* encontradas en claros de quebrada, de manera similar a como lo son las semillas de *Cecropia* en los claros de filo; pero al desconocerse la identidad y la distribución en el área de estas especies, tales registros permanecerán por el momento “invisibles”.

En el estudio de la dieta de vertebrados frugívoros faltó por registrarse algunas semillas que fueron comunes en las trampas de heces, así como algunas semillas frecuentes en la dieta de estos animales nunca fueron halladas en trampas de heces.

Esto podría deberse a que los datos además de proceder de sitios diferentes, podrían proceder de estratos de bosque también diferentes; ya que las aves y murciélagos fueron capturados en sotobosque al borde del sendero, mientras que las heces fueron colectadas en claros y sendero, y posiblemente provienen de animales que forrajeaban en todos los estratos del bosque. Aunque comparando la dieta de los dispersores con las semillas colectadas en sendero, la similitud no va más allá de 27% en las especies dispersadas por aves y 35% en las dispersadas por murciélagos, lo que sugiere que la diversidad de especies dispersadas por vertebrados frugívoros en el bosque de la ECSF es mucho mayor a lo encontrado en esta investigación.

3.3. Patrones de deposición de semillas en claros

Antes de desarrollar este tema es importante aclarar que los análisis de resultados se hicieron con la totalidad de lluvia de semillas atribuida a vertebrados frugívoros sin diferenciar entre los eventos de dispersión provenientes de fecas y restos de frutos.

Al comparar la riqueza y abundancia de las especies dispersadas por la noche entre claro y dosel, no se encontró una variación de los datos en función del factor de diseño (Fig. 2.6). Esta tendencia de los murciélagos a defecar en vuelo y dispersar semillas de una manera homogénea (Charles-Dominique, 1986; Gorchov *et al*, 1993; Medellín y Gaona, 1999; Galindo-Gonzáles *et al.*, 2000) ha sido comprobada en derrumbes de la ECSF por Almeida y Arguero (2005). En claros naturales este resultado no considera la variabilidad entre los sitios donde estuvieron colocadas las trampas, además podría estar influenciado por factores alineados. Por ello también se relacionó la riqueza de especies y el número de semillas colectadas en cada trampa con la *apertura de dosel* y la *distancia al centro del claro*.

En el primer caso se obtuvo una correlación negativa que indica que a mayor apertura de dosel se deposita una menor riqueza de especies y número de semillas; varios autores han descrito esta tendencia en la dispersión de semillas por aves

(Charles-Dominique, 1986; Gorchov *et al*, 1993). Es por ello que gran parte de la dispersión calificada como "nocturna" en este estudio, en realidad podría deberse a la actividad de las aves al amanecer; otra explicación probable es que la deposición de semillas provenientes de árboles parentales en el dosel, como *C. polyphlebia* y ciertas especies de *Miconia,* sea dominante y no permita apreciar los patrones de deposición debidos a la actividad de murciélagos. Por otro lado es importante recalcar que esta tendencia proviene de una muestra en la que el 94% de los colectores estuvieron localizados en lugares con una apertura de dosel menor al 30%, ni siquiera el centro de los claros (especialmente los de quebrada) superó tal magnitud. En el segundo caso se hallo que no hay relación alguna entre la distancia al centro del claro y la riqueza de especies o el número de semillas colectadas en las trampas. Esta tendencia, al contrario de la anterior, confirma que no existió una variación en el número de especies y de semillas entre claro y dosel.

Al comparar la riqueza y abundancia de las especies dispersadas durante el día entre claro y dosel se encontró que en este último ambas variables son superiores (Fig. 2.13). La diferencia en el número de eventos de dispersión entre tratamientos esta dada aparentemente por las especies dominantes en el dosel: *C. polyphlebia* en quebrada, *Miconia punctata* y *Miconia sp.11* en filo. Las semillas de estas especies podrían estar depositándose directamente como restos de frutos y en las heces de aves que forrajean en estos árboles y defecan en el mismo sitio. Hoppes (1988) sugiere que el patrón de deposición de semillas en los alrededores de un claro natural depende de la distribución de las plantas fructificantes en el perímetro del mismo.

Al contrario de lo que se esperaba, ni la apertura del dosel ni la distancia al centro del claro estuvieron relacionadas con la riqueza de especies o el número de semillas que se depositaron en los colectores durante el día. Pudiéndose decir que tampoco existió una variación en la deposición de semillas entre claro y dosel.

El que no haya existido una tendencia en la deposición de semillas durante el día con respecto a la apertura del dosel y la distancia al centro del claro revela que lo

considerado como dosel o interior del bosque es en realidad el "borde externo" del claro con patrones muy similares de deposición de semillas al centro propiamente dicho; algo contrario a lo descrito por otros investigadores en bosques templados (Hoppes 1988; Armesto *et al.* 2001) y tropicales (Charles-Dominique, 1986; Gorchov *et al*, 1993; Loiselle et al. 1996 en Armesto *et al.* 2001) donde el borde del claro recibe una mayor deposición de semillas producto de la actividad de aves frugívoras.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los murciélagos dispersan la mayor riqueza y abundancia de semillas en quebrada, y en menor cantidad en sendero y filos. Al parecer prefieren utilizar espacios abiertos en sus rutas de forrajeo. En el área de estudio dispersaron una mayor diversidad de especies que las aves; además, al ser frugívoros estrictos con dietas especializadas que incluyen a muchas especies pioneras, se convierten en los principales dispersores de semillas en áreas secundarias del bosque de la ECSF.

Las aves dispersan una riqueza y abundancia de semillas similar entre quebrada y filo, y una menor cantidad en sendero. Al parecer no utilizan rutas de vuelo y forrajean indiscriminadamente en cualquier sitio del bosque donde logren conseguir alimento. Hay que considerar que las aves, a diferencia de los murciélagos, complementan su dieta con insectos.

Los murciélagos dispersan una riqueza y abundancia de semillas muy similar entre claros e interior del bosque. Aunque, la riqueza de especies y el número de semillas que dispersan disminuye ligeramente conforme aumenta la apertura de dosel, no existe relación entre la riqueza de especies o el número de semillas con la distancia al centro del claro. Se podría decir que los murciélagos dispersan las semillas de las especies que consumen de manera uniforme entre claros e interior del bosque.

Las aves dispersan una riqueza de especies muy similar entre claros e interior del bosque, pero en este último sitio el número de eventos de dispersión es ligeramente superior. No existe una relación entre la riqueza de especies o el número de semillas que dispersan, con la apertura de dosel o la distancia al centro del claro. Por lo que también se podría decir que dispersan las semillas de las especies que consumen de una manera uniforme. Estos resultados se comportan contrario a lo esperado, pues según varios estudios en el tema las aves depositan una mayor cantidad de semillas en el borde que en el centro de los claros.

Al ser más numerosas, las aves ocupan una mayor variedad de nichos tróficos que los murciélagos, llegando a consumir especies que presentan síndrome de dispersión quiroptocórea como ciertos *Piper*, *Solanum* y *C. gabrielis*, mientras que los murciélagos parecen tener dietas más específicas compuestas solo por especies quiroptocóreas. Sin embargo es de notar que el ave más generalista, *M. ralloides*, incluye 15 especies en su dieta, mientras el murciélago más generalista, *S. erythromos*, consume 24 especies.

Una especie clave, cuya dispersión sin duda merece mayor investigación es *C. polyphlebia*. Según la muestra de heces en colectores, es ampliamente consumida por murciélagos y aves, por lo que podría ser recomendada para la reforestación en áreas degradadas con fines de regeneración del bosque en la estribación suroriental de los Andes ecuatorianos. Esta recomendación también es válida para *C. gabrielis*, y en general para las especies quiroptocóreas, ya que algunas de ellas también son consumidas por aves.

En cuanto a la metodología de estudio se puede decir que el diseño de la cruz para comparar la dispersión de semillas entre el centro del claro e interior del bosque resultó práctico, pero hubiese sido mejor que tenga los "brazos" más largos para obtener muestras más representativas del interior del bosque sin la influencia del borde del claro. Un diseño en cruz más recomendable, para colectar la lluvia de semillas en claros de bosque es el utilizado por Hoppes (1988).

Por último, pero no menos importante, es recalcar que no se consiguió evitar la mezcla de datos, a pesar de que la metodología estaba diseñada para evitar la mezcla en colectores de las semillas que son dispersadas por murciélagos con las que son dispersadas por aves. Esto se debió a que no siempre fue posible revisar los colectores a las horas exactas y a que el número y su disposición espacial resultaron demasiado extensos.

BIBLIOGRAFÍA

ALBUJA, L. 1999. Murciélagos del Ecuador. 2da edición. Cicetrónic Cía. Ltda. Offset. Quito, Ecuador.

ALMEIDA, K. y ARGUERO, A. 2005. Dispersión de semillas por aves, murciélagos y viento en áreas alteradas del bosque montano del suroriente Ecuatoriano. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.

ARMESTO, J. J., I. DÍAZ, C. PAPIC y M. F. WILLSON. 2001. Seed rain of fleshy and dry propagules in different habitats in the temperate rainforest of Chiloé Island, Chile. Austral Ecology 26: 311 – 320.

BAQUERO, F., R. SIERRA, M. ORDOÑEZ, L. TIPÁN, M. ESPINOZA, B. RIVERA y P. SORIA. 2004. Vegetación de los Andes del Ecuador: Memoria explicativa de los mapas de vegetación potencial y remanente a escala 1:250.000 y del modelamiento predictivo con especies indicadoras. EcoCiencia / CELSA / Corporación EcoPar / MAG SIGAGRO / CDC – Jatun Sacha / División Geográfica IGM. Quito, Ecuador.

BENGEL, C. 2002. Carta topográfica de la quebrada Q2. Documento no publicado.

BROKAW, N. V. L. 1985. Gap-phase regeneration in a tropical forest. Ecology 66: 682 – 687.

BUSSMANN, R. W. 2002. Estudio fitosociológico de la vegetación de la Reserva Biológica San Francisco (ECSF), Zamora-Chinchipe, sur de Ecuador. Herbario LOJA 8: 1-35.

CARDOSO DA SILVA, J. M., C. UHL, y G. MURRAY. 1996. Plant succession, landscape management, and the ecology of frugivorous birds in abandoned Amazonian pastures. Conservation Biology 10: 491-503.

CLARK, D. B. 1990. The role of disturbance in the regeneration of neotropical moist forests. Pp 291 – 315 en K. S. Bawa y M. Hadley (eds.) Reproductive ecology of tropical forest plants. Man and the Biosphere Series. Vol. 7. UNESCO and The Parthenon Publishing Group.

CLAVIJO, X. L. 2005. Diversidad y fenología reproductiva (floración y fructificación) en plantas consumidas por murciélagos frugívoros y nectarívoros en un bosque de montaña en la vertiente nororiental del Parque Nacional Podocarpus, Zamora – Ecuador. Tesis de Biología. Universidad del Azuay. Cuenca, Ecuador.

CHARLES-DOMINIQUE, P. 1986. Inter-relations between frugivorous vertebrates and pioneer plants: Cecropia, birds and bats in French Guyana. Pp 119 -135 en A. Estrada y T. h. Fleming, editors. Frugivores and seed dispersal. Dr. W. Junk, Dordrecht, The Netherlands.

ESPINOSA, S. 2000. Ecología trófica de una comunidad de murciélagos frugívoros en un bosque montano del sur oriente ecuatoriano. Tesis de licenciatura en Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito.

FEINSINGER, P. 2003. El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

FJELDSA, J y N. KRABBE. 1990. Birds of the High Andes. L. Lyneborg (ed.). Zoological Museum, University of Copenhague and Apollo Books. Svendborg, Denmark.

FLEMING, T. H. y E. R. HEITHAUS. 1981. Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of tropical forests. Reproductive Botany 45 – 53.

GALINDO-GONZÁLES, J, S. GUEVARA y V. J. SOSA. 2000. Bat- and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical forest. Conservation Biology 14: 1693-1703.

GALINDO-GONZÁLES, 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.

GENTRY, A. H. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forest. Pp 103 – 126 en S. P. Churchill, H. Balslev, E. Forero y J. L. Luteyn (eds.) Biodiversity and conservation of tropical cloud forest. The New York Botanical Garden. New York, U.S.A.

GORCHOV, D. L., F. CORNEJO, C. ASCORRA, y M. JARAMILLO. 1993. The role of seed dispersal in the natural regeneration of rain forest after strip-cutting in the Peruvian amazon. Pp 339-349 en T. H. Fleming and A. Estrada, editors.

Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands.

HOPPES, W. G. 1988. Seedfall pattern of several species of bird-dispersed plants in an Illinois woodland. Ecology 69 (2): 320 – 329.

HOWE, H. F. 1986. Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals. Pp 123 – 190 en D. R. Murray (ed.) Seed dispersal. Academic Press. New Cork, U.S.A.

INGLE, N. 2003. Seed dispersal by wind, birds and bats between Philippine montane rainforest and successional vegetation. Oecologia 134: 251 – 261.

JØRGENSEN P. M. y LEÓN-YANEZ (eds.). 1999. Catalogue of vascular plants of Ecuador. Monographs of Systematic Botany of the Missouri Botanical Garden. U.S.A.

JOSSE, C., M. HURTADO y T. GRANIZO. 2001. La biodiversidad del Ecuador. Informe 2000. Carmen Josse (ed.). Ministerio del Ambiente del Ecuador, EcoCiencia y UICN. Quito, Ecuador.

KREBS, C. 1986. Ecología: Análisis experimental de la distribución y abundancia. Ediciones Pirámide S.A. Madrid, España.

LEVEY, D. J. 1990. Habitat-dependet fruiting behavior of an understorey tree, *Miconia centrodesma*, and tropical treefall gaps as keystone habitats for frugivores in Costa Rica. Journal of Tropical Ecology 6: 409 – 420.

MARTÍNEZ, A. In. Prep. Composición de bosques secundarios afectados por diferentes tipos de perturbación en el bosque nublado montano. Zamora, Ecuador. Tesis previa a la obtención del título de Doctor en Biología. Universidad de Bayreuth. Alemania.

MATT, F. 2001. Los murciélagos visitadores de plantas en un bosque de montaña: diversidad, especialización y estructura de gremios. Un estudio de las comunidades de murciélagos en tres niveles altitudinales de la vertiente oriental de los Andes en el Parque Nacional Podocarpus en el Ecuador. Den Naturwissenschaftlichen Fakultäten der Friedrich-Alexander-Univertität Erlangen-Nürnberg.

MEDELLÍN, R. A., y O. GAONA. 1999. Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats in Chiapas, México. Biotropica 31(3): 478-485.

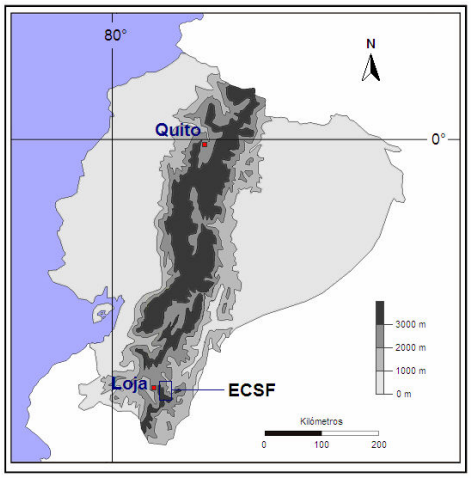
RIDGELY, R. y P. GREENFIELD. 2001. The Birds of Ecuador: Field guide. Cornell University Press. Ithaca, New York, U.S.A.

TIRIRA, D. 1999. Mamíferos del Ecuador. SIMBIOE. Publicación especial sobre mamíferos del Ecuador 2. Quito. Ecuador.

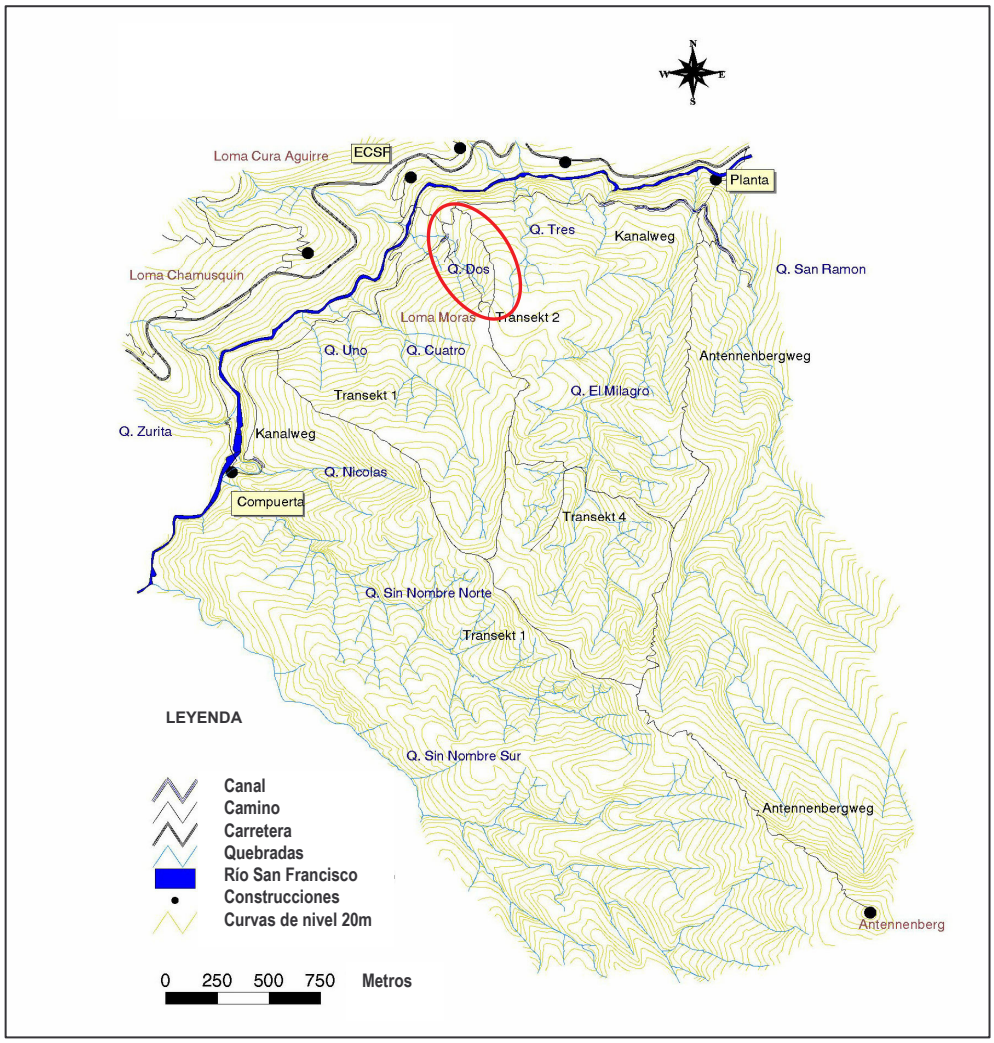
XL STAT–Pro versión 7,5. 2004. Macro de Microsoft Excel. Addinsoft.

Anexo 1. La Estación Científica San Francisco

A. Mapa del Ecuador continental, en el recuadro se destaca la ubicación de la Estación Científica San Francisco (ECSF).

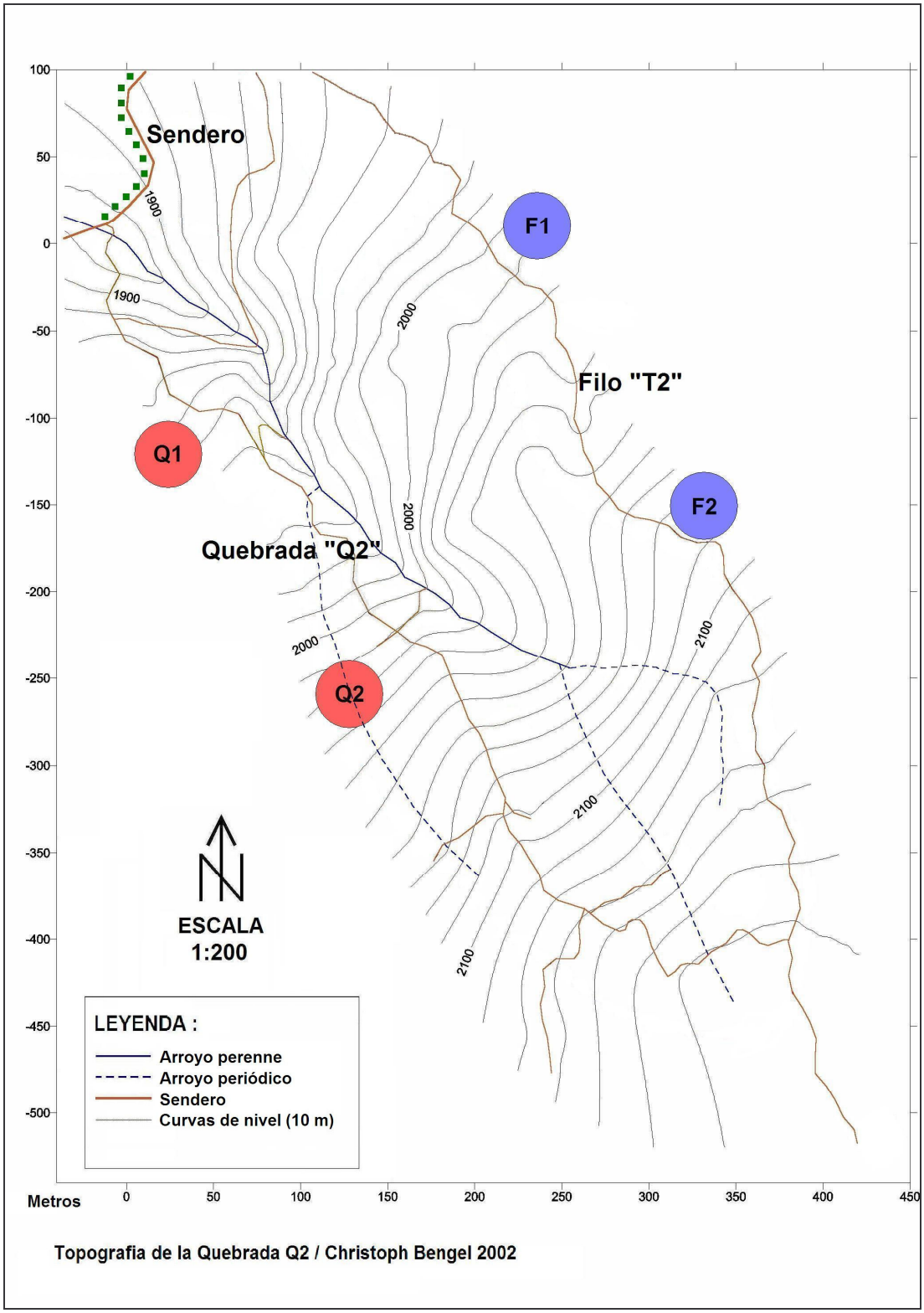


B. Área de bosque de la ECSF, en rojo el sitio de estudio

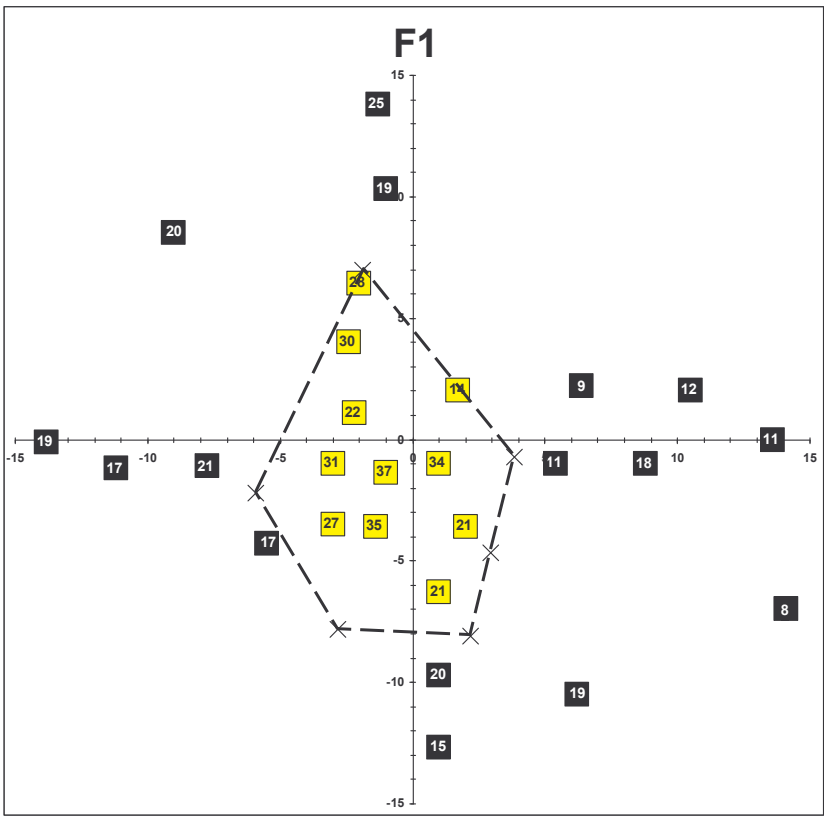


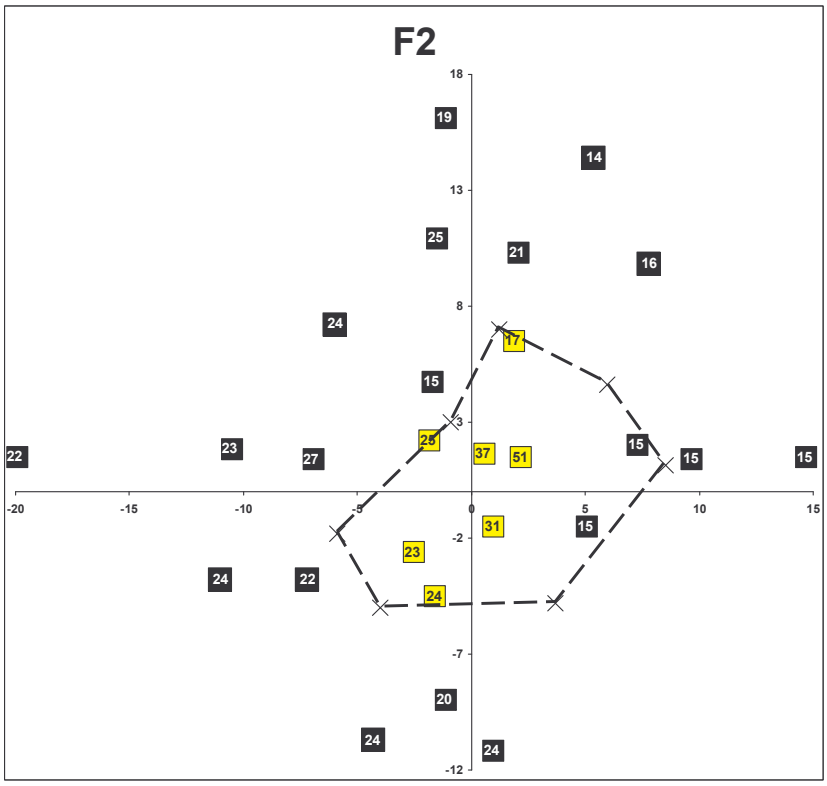
Anexo 2. Área de estudio

A. Ubicación de los sitios de estudio: claros en filo, quebrada y el sendero.

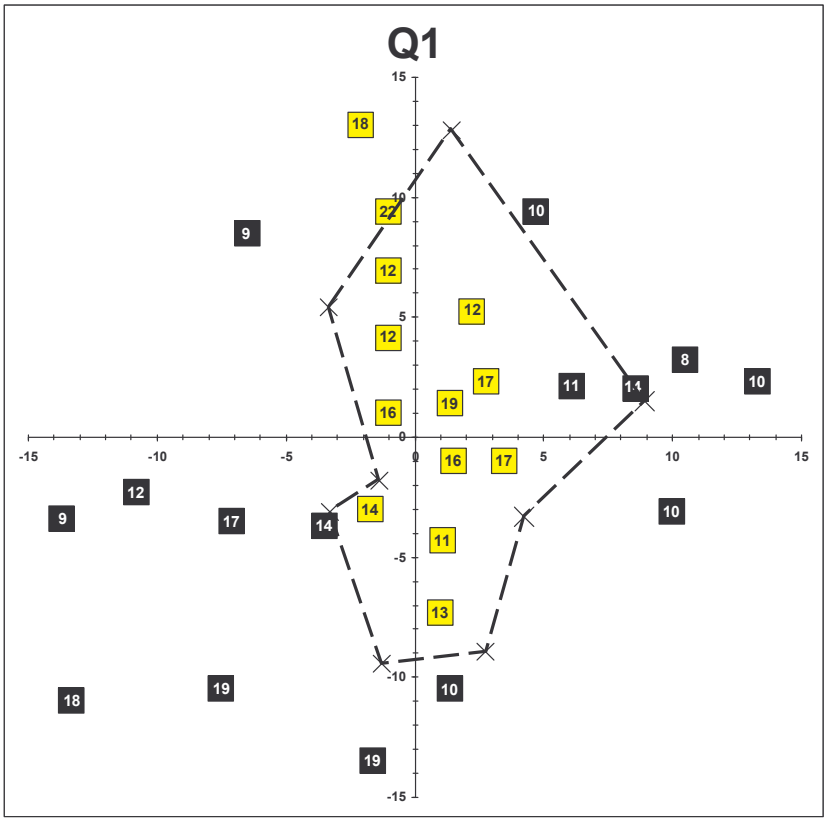


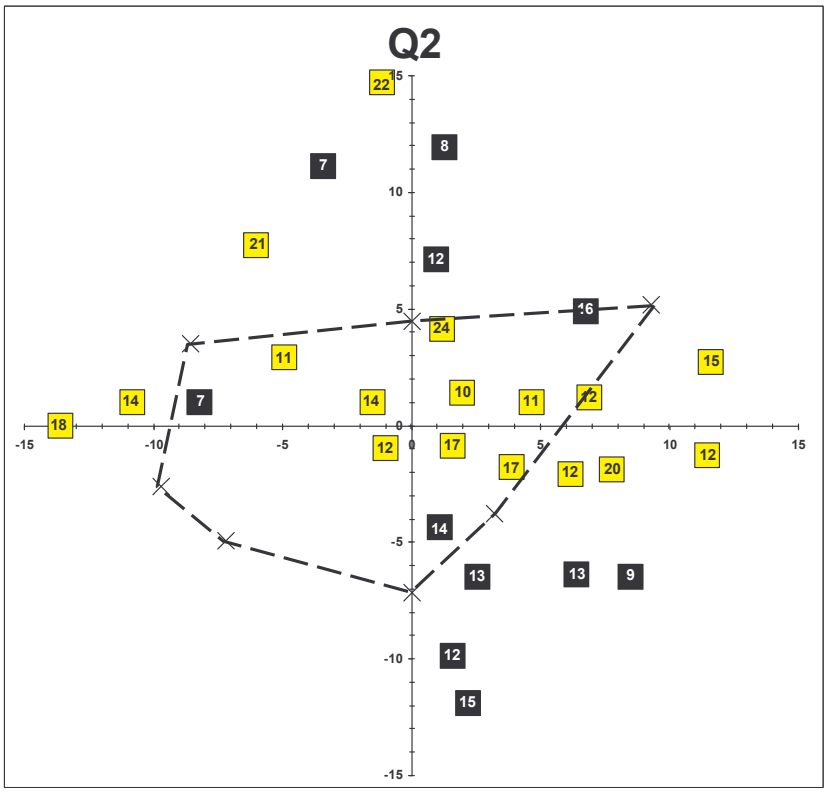
B. Ubicación de los colectores de semillas en claros de filo, en amarillo aquellos ubicados en el centro y borde del claro, y en negro los ubicados en el interior del bosque; los números indican el porcentaje de apertura de dosel. La línea discontinua representa el límite del claro tomando como vértices (×) los árboles de más de 10 cm de dap.





C. Ubicación de los colectores de semillas en claros de quebrada, en amarillo aquellos ubicados en el centro y borde del claro, y en negro los ubicados en el interior del bosque; los números indican el porcentaje de apertura de dosel. La línea discontinua representa el límite del claro tomando como vértices (×) los árboles de más de 10 cm de dap.





Anexo 3. Especies registradas en la lluvia de semillas en claros y sendero del bosque de la Estación Científica San Francisco ordenadas según el periodo de colección, se indica el número de eventos de dispersión y de semillas por especie.

FAMILIA	MORFOTIPO	NOCHE		DÍA	
		EVENTOS	SEMILLAS	EVENTOS	SEMILLAS
CLARO F1					
Cecropiaceae	*Cecropia gabrielis*	3	139		
Cecropiaceae	*Cecropia polyphlebia*	2	63		
Moraceae	*Ficus sp.5*	1	44		
Melastomataceae	*Miconia sp.3*	1	177		
Myrsinaceae	*Myrsine sp.*	1	1		
Solanaceae	*Physallis sp.*	1	5		
Solanaceae	*Solanum grandiflora*	1	2		
Solanaceae	*Trianea sp.*	1	113		
Solanaceae	No identificada 31	1	51		
No Identificada	No identificada 103	2	25		
No Identificada	No identificada 106	1	1		
Araceae	*Anthurium sp.3*	1	1	1	1
Ericaceae	*Cavendisha sp.1*	1	39	1	13
Melastomataceae	*Miconia punctata*	1	20	1	1
Melastomataceae	*Miconia sp.11*	3	323	3	708
Melastomataceae	*Miconia sp.5*			1	87
Clusiaceae	*Vismia tomentosa*			1	4
CLARO F2					
Clusiaceae	*Clusia sp.*	2	5		
Ericaceae	*Macleania sp.1*	1	140		
Melastomataceae	*Miconia sp.20*	1	17		
Rubiaceae	*Palicourea sp.1*	1	1		
Piperaceae	*Piper sp.8*	1	9		
Solanaceae	*Solanum sp.3*	1	4		
No Identificada	No identificada 81	1	24		
Ericaceae	*Cavendisha sp.2*	1	9	1	52
Euphorbiaceae	*Hyeronima sp.*	5	14	2	15
Melastomataceae	*Miconia punctata*	4	148	14	472
Melastomataceae	*Miconia sp.15*	4	633	4	1510
Araceae	*Anthurium dombeiianum*			1	1
Ericaceae	*Cavendisha sp.1*			1	7
Moraceae	*Ficus sp.1*			1	3
Ericaceae	*Macleania sp.2*			2	28
Melastomataceae	*Miconia sp.11*			6	1600
Melastomataceae	*Miconia sp.14*			5	1227
Melastomataceae	*Miconia sp.17*			4	1263
Myrsinaceae	*Myrsine sp.*			3	10
Rubiaceae	*Palicourea sp.2*			1	1
Araceae	No identificada 13			1	35
Rubiaceae	No identificada 50			1	3
No Identificada	No identificada 6			1	7
No Identificada	No identificada 54			1	2
No Identificada	No identificada 91			1	2
CLARO Q1					
Araceae	*Anthurium giganteum*	2	4		
Araceae	*Anthurium sp.3*	1	2		
Moraceae	*Ficus sp.2*	2	40		

FAMILIA	MORFOTIPO	NOCHE		DÍA	
		EVENTOS	SEMILLAS	EVENTOS	SEMILLAS
Moraceae	*Ficus sp.5*	1	2		
Moraceae	*Ficus sp.6*	1	50		
Melastomataceae	*Miconia sp.3*	2	35		
Melastomataceae	*Miconia sp.17*	2	404		
Myrsinaceae	*Myrsine sp.*	1	1		
Rubiaceae	*Palicourea sp.4*	1	2		
Piperaceae	*Piper sp.4*	2	38		
Piperaceae	*Piper sp.9*	2	14		
Piperaceae	*Piper sp.10*	3	25		
Piperaceae	*Piper sp.12*	1	2		
Actinidaceae	*Saurauia sp.1*	3	47		
Actinidaceae	*Saurauia sp.2*	1	114		
Solanaceae	*Solanum sp.4*	2	16		
Araceae	*Stenospermation sp.*	1	8		
Solanaceae	*Trianea sp.*	1	3		
Clusiaceae	*Vismia tomentosa*	1	4		
Gesneriaceae	No identificada 118	1	330		
Solanaceae	No identificada 31	1	3		
Solanaceae	No identificada 78	1	1		
No Identificada	No identificada 33	1	3		
No Identificada	No identificada 51	1	1		
No Identificada	No identificada 59	1	1		
No Identificada	No identificada 106	1	2		
No Identificada	No identificada 110	1	2		
Cecropiaceae	*Cecropia gabrielis*	10	656	2	145
Cecropiaceae	*Cecropia polyphlebia*	32	1629	15	1344
Melastomataceae	*Miconia sp.4*	2	100	1	30
Rubiaceae	*Palicourea sp.1*	2	5	1	2
Araceae	No identificada 13	5	219	1	99
Arecaceae	No identificada 105	1	1	1	1
No Identificada	No identificada 103	2	19	1	1
Chloranthaceae	*Hedyosmun sp.*			2	4
Melastomataceae	*Miconia sp.19*			1	23
Rubiaceae	*Palicourea sp.3*			3	5
No Identificada	No identificada 98			1	2
CLARO Q2					
Araceae	*Anthurium giganteum*	7	11		
Araceae	*Anthurium sp.3*	3	3		
Ericaceae	*Cavendisha cf zamorensis*	1	5		
Ericaceae	*Cavendisha sp.1*	2	13		
Cecropiaceae	*Cecropia gabrielis*	15	3425		
Clusiaceae	*Clusia sp.*	1	1		
Rubiaceae	*Faramea uniflora*	1	1		
Moraceae	*Ficus sp.6*	1	72		
Euphorbiaceae	*Hyeronima sp.1*	1	1		
Euphorbiaceae	*Hyeronima sp.2*	1	2		
Melastomataceae	*Miconia punctata*	2	2		
Melastomataceae	*Miconia sp.3*	1	51		
Melastomataceae	*Miconia sp.2*	1	17		
Melastomataceae	*Miconia sp.11*	2	276		
Melastomataceae	*Miconia sp.14*	1	304		
Solanaceae	*Physallis sp.*	3	19		
Piperaceae	*Piper sp.8*	1	1		
Piperaceae	*Piper sp.11*	1	14		
Piperaceae	*Piper sp.12*	3	3		

FAMILIA	MORFOTIPO	NOCHE		DÍA	
		EVENTOS	SEMILLAS	EVENTOS	SEMILLAS
Rosaceae	*Prunus sp.*	1	2		
Actinidaceae	*Saurauia sp.1*	2	53		
Solanaceae	*Solanum sp.3*	3	7		
Solanaceae	*Solanum sp.5*	1	4		
Solanaceae	*Trianea sp.*	1	49		
Araceae	No identificada 13	1	1		
Ericaceae	No identificada 39	2	13		
Solanaceae	No identificada 57	4	6		
Solanaceae	No identificada 94	1	23		
No Identificada	No identificada 6	1	3		
No Identificada	No identificada 18	1	3		
No Identificada	No identificada 53	1	2		
No Identificada	No identificada 70	1	3		
No Identificada	No identificada 71	1	5		
No Identificada	No identificada 72	1	2		
No Identificada	No identificada 73	1	1		
No Identificada	No identificada 75	1	3		
No Identificada	No identificada 76	1	1		
No Identificada	No identificada 77	1	1		
No Identificada	No identificada 89	1	1		
No Identificada	No identificada 100	1	1		
No Identificada	No identificada 103	1	5		
Araceae	*Anthurium dombeiianum*	4	4	1	1
Cecropiaceae	*Cecropia polyphlebia*	60	5861	6	110
Moraceae	*Ficus sp.1*	1	45	1	227
Moraceae	*Ficus sp.2*	8	370	3	553
Chloranthaceae	*Hedyosmun sp.*	1	1	1	1
Melastomataceae	*Miconia sp.4*	1	4	1	63
Myrsinaceae	*Myrsine sp.*	6	9	3	9
Rubiaceae	*Palicourea sp.1*	4	9	1	8
Piperaceae	*Piper sp.9*	23	1199	5	121
Piperaceae	*Piper sp.10*	32	600	4	25
Clusiaceae	*Vismia tomentosa*	9	18	1	1
No Identificada	No identificada 58	7	14	1	1
No Identificada	No identificada 59	7	9	5	11
No Identificada	No identificada 62	1	1	1	27
Melastomataceae	*Miconia sp.16*			1	123
Polygalaceae	*Securidaca sp.*			1	1
Solanaceae	*Solanum sp.4*			1	7
Rubiaceae	No identificada 7			1	7
Rubiaceae	No identificada 120			1	2
No Identificada	No identificada 8			1	1
No Identificada	No identificada 9			1	3
No Identificada	No identificada 10			1	1
SENDERO					
Araceae	*Anthurium grobbii*	1	1		
Araceae	*Anthurium sp.3*	3	7		
Araceae	*Anthurium sp.4*	1	1		
Moraceae	*Ficus sp.3*	1	9		
Moraceae	*Ficus sp.6*	2	45		
Melastomataceae	*Miconia sp.9*	1	55		
Melastomataceae	*Miconia sp.14*	1	26		
Solanaceae	*Physallis sp.*	7	40		
Piperaceae	*Piper sp.4*	5	210		
Piperaceae	*Piper sp.5*	2	6		

FAMILIA	MORFOTIPO	NOCHE		DÍA	
		EVENTOS	SEMILLAS	EVENTOS	SEMILLAS
Piperaceae	*Piper sp.6*	3	41		
Piperaceae	*Piper sp.7*	1	24		
Piperaceae	*Piper sp.8*	1	17		
Piperaceae	*Piper sp.14*	1	7		
Piperaceae	*Piper sp.15*	1	5		
Piperaceae	*Piper sp.16*	1	1		
Actinidaceae	*Saurauia sp.1*	4	142		
Actinidaceae	*Saurauia sp.2*	1	19		
Solanaceae	*Solanum grandiflora*	17	51		
Solanaceae	*Solanum sp.4*	3	9		
Solanaceae	*Solanum sp.5*	2	10		
Solanaceae	*Trianea sp*	1	10		
Clusiaceae	*Vismia tomentosa*	7	18		
Araceae	No identificada 13	2	51		
Solanaceae	No identificada 85	2	12		
Solanaceae	No identificada 109	1	3		
No Identificada	No identificada 16	1	2		
No Identificada	No identificada 46	1	8		
No Identificada	No identificada 63	1	47		
No Identificada	No identificada 86	1	3		
Araceae	*Anthurium giganteum*	4	8	1	1
Cecropiaceae	*Cecropia gabrielis*	8	163	1	19
Cecropiaceae	*Cecropia polyphlebia*	8	106	2	161
Melastomataceae	*Miconia sp.3*	9	1604	16	6597
Melastomataceae	*Miconia sp.4*	1	61	4	452
Rosaceae	*Rubus sp.*	2	51	2	65
Melastomataceae	*Miconia punctata*			1	1
Melastomataceae	*Miconia sp.18*			1	41
Polygalaceae	*Securidaca sp.*			1	1
Caprifoliaceae	*Viburnum sp*			1	1
Ericaceae	No identificada 66			1	147
Gesneriaceae	No identificada 118			1	3
No Identificada	No identificada 67			1	1
	TOTAL	**484**	**21218**	**162**	**17501**

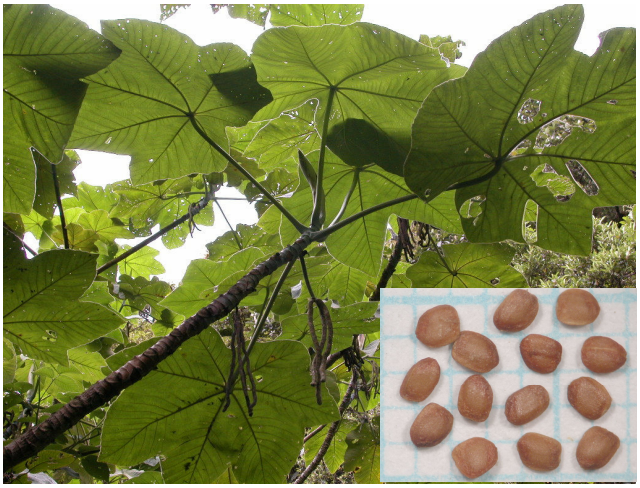
Anexo 4. Dieta de los murciélagos capturados, los números indican cuantas veces fue registrado un morfotipo de semillas en la dieta de un murciélago.

	MURCIÉLAGOS						
MORFOTIPOS CONSUMIDOS	*A. phaeotis*	*C. brevicauda*	*P. infuscus*	*P. lineatus*	*S. bidens*	*S. ludovici*	*S. erythromos*
Anthurium effusispatha					5		
Anthurium longistrorsum					5		4
Anthurium sp.1 (planas)							1
Anthurium triphyllum		1					
Cavendishia sp.3 (t1)							1
Cavendishia zamorensis							4
Cecropia gabrielis			5	1		1	
Ficus sp.4 (q1)			5				
Ficus sp.7 (entrada a la estación)			1				
Ficus subandina	1						
Gesneriaceae 118		1					
Marcgravia helversiana							1
Physalis sp.							3
Piper cf.ecuadorense						3	1
Piper sp.1 (310 cap)						1	
Piper sp.13 (42)		3					
Piper sp.15 (xcc441)		1					
Piper sp.17 (gigante)							1
Piper sp.18 (52)						1	1
Piper sp.3 (frutos chicos)						3	1
Piper sp.4 (269 cap)							1
Piper sp.5 (morf.277)						2	
Piper sp.6 (276 cap)							1
Piper sp.8 (común)		2				2	6
Saurauia bullosa					1		
Saurauia peruviana							1
Solanum aphyodendron							3
Solanum asperolanatum						1	
Solanum grandiflora						1	4
Solanum sp.2 (fx261)						2	3
Solanum sp.4 (frutos chicos.)							3
Solanum sp.5 (hoja espinosa)							1
Solanum sp.6 (fx043)							4
Solanum sp.7 (fx093)							2
Solanum sp.8 (tallo con espinas)							1
Solanum sp.9 (q3)					1		
Trianea sp.							4
Vismia tomentosa							2
TOTAL	1	8	11	1	12	17	54

Anexo 5. Dieta de las aves capturadas, los números indican cuantas veces fue registrado un morfotipo de semilla en la dieta de un ave.

	AVES																								
MORFOTIPOS CONSUMIDOS	*A. prasinus*	*B. torquatus*	*C. flavigularis*	*C. parvirostris*	*C. verticalis*	*D.cyanea*	*T. vassorii*	*T. xanthocephala*	*A. somptuosus*	*C. ustulatus*	*E. albiceps*	*H. frontalis*	*M. cephalotes*	*P. rivolii*	*R. peruviana*	*T. nigroviridis*	*Vireo sp.*	*T. serranus*	*M. striaticollis*	*T. labradorides*	*A. latinuchus*	*T. fuscater*	*T. cyanocephala*	*I. analis*	*M. ralloides*
Cavendisha sp.																								1	
Cecropia polyphebia																				1		1			
Cuatresia sp.																								1	
Ficus sp.2																		1							
Fuchsia lehmannii																						1		5	1
Galium sp.																								1	
Gaultheria erecta																					1			1	1
Hedyosmum sp.																						1			
Hyeronima sp.1																		1				2			
Lycianthes sp.																									1
Miconia punctata										1														1	
Miconia spp. (inm.)		1	1	1	1				2		1	2				1				1					
Miconia sp.1																							2		
Miconia sp.10										1										1			1		1
Miconia sp.2																							2		1
Miconia sp.3						1	3	1						1				2	1		1		2	1	1
Miconia sp.4																									1
Miconia sp.5																								1	
Miconia sp.6																							1		
Miconia sp.7																					1				
Myrica pubescens																	1		1	1		1	2	1	2
Myrsine coriacea														1					1			1	4		
Orthaea sp.													1										1		
Palicourea angustifolia																					1				
Palicourea sp.																									1
Palicourea sp.2																									1
Piper sp.10																	1								
Piper sp.17 (gigante)												1													
Rubus sp.									1													2	3	1	1
Saurauia sp.																								1	
Saurauia tomentosa																								1	
Solanum sp.																						1			
Souroubea sp.																1							1		
Tournefortia sp.																						1		1	1
Viburnum pichinchense																									3
Viburnum sp.2															1										
Viburnum sp.3																							1		
Vismia tomentosa																			1						
Gesneriaceae 118																									1
No Determinada 1													1												
No Determinada 2																									1
No Determinada 3	1																								
No Determinada 4																					1				
No Determinada 5															1										
No Determinada 6																								1	
No Determinada 7											1														
TOTAL	1	1	1	1	1	1	3	1	3	2	2	3	2	2	2	2	2	4	4	4	5	11	20	18	18

Anexo 6: Especies dispersadas por murciélagos



A. Arguero y K. Almeida

Cecropia gabrielis (Cecropiaceae)

X. Clavijo

Piper sp.10 (Piperaceae)

X. Clavijo

Piper sp.9 (Piperaceae)

X. Clavijo

Piper sp.8 (Piperaceae)

A. Arguero y K. Almeida

Physallis sp. (Solanaceae)

A. Arguero y K. Almeida

Solanum aphyodendron (Solanaceae)

A. Arguero y K. Almeida

Solanum grandiflora (Solanaceae)

A. Arguero y K. Almeida

Trianaea sp. (Solanaceae)

A. Arguero y K. Almeida

Vismia tomentosa (Clusiaceae)

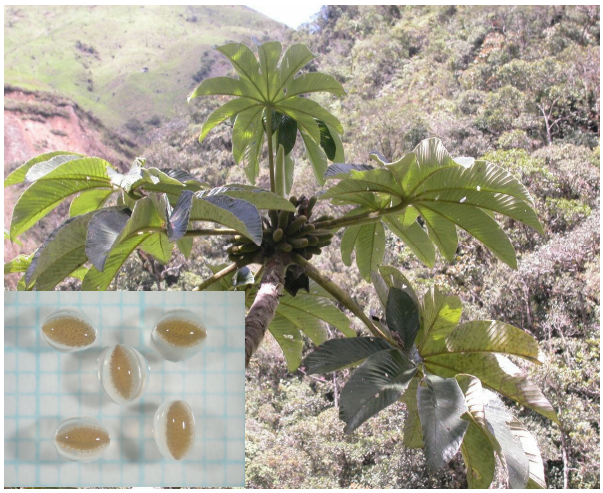
X. Clavijo

Anthurium giganteum (Araceae)

A. Arguero y K. Almeida

Saurauia cf bullosa (Actinidaceae)

Anexo 7: Especies dispersadas por aves



Cecropia polyphlebia (Cecropiaceae)

Miconia sp.3 (Melastomataceae)

Miconia punctata (Melastomataceae)

Fotos: A. Arguero y K. Almeida

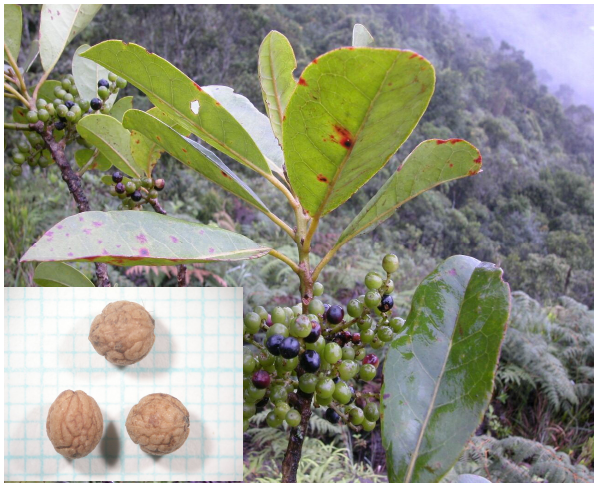
Miconia sp.11 (Melastomataceae)

Miconia sp.4 (Melastomataceae)

Miconia sp.5 (Melastomataceae)

Fotos: A. Arguero y K. Almeida

Miconia sp.1 (Melastomataceae)



Hyeronima sp.1 (Euphorbiaceae)

Viburnum pichinchense (Caprifoliaceae)

Fotos: A. Arguero y K. Almeida

Fuchsia lehmannii (Onagraceae)

Gaultheria erecta (Ericaceae)

Myrica pubescens (Myricaceae)

Fotos: A. Arguero y K. Almeida

Myrsine coriacea (Myrsinaceae)

Rubus sp. (Rosaceae)

Fotos: A. Arguero y K. Almeida

Anexo 8: Murciélagos dispersores de semillas en el bosque de la ECSF

PHYLLOSTOMIDAE

Sturnira erythromos (Dark yellow-shouldered fruit

Sturnira ludovici (Western yellow-shouldered fruit

Carollia brevicauda (Medium short-tailed fruit bat)

Sturnira bidens (Andean yellow-shouldered fruit

Fotos: Félix Matt

Platyrrhinus infuscus (Pale-lined fruit bat)

Artibeus phaeotis (Little fruit-eating bat)

Platyrrhinus lineatus (Geoffroy's white-lined fruit

Fotos: Félix Matt

Anexo 9: Aves dispersoras de semillas en el bosque de la ECSF

THRAUPIDAE

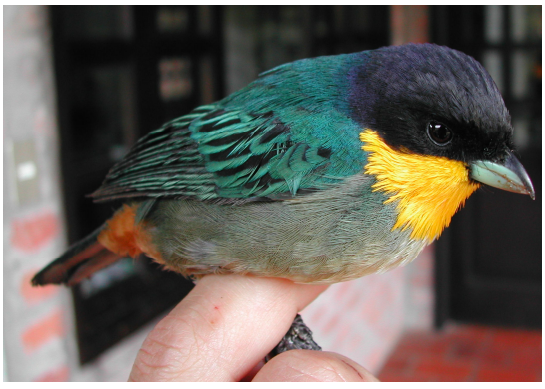
Diglossopis cyanea (Masked Flowerpiercer)

Tangara xanthocephala (Saffron-Crowned Tanager)

Tangara labradorides (Metallic-Green Tanager)

Tangara nigroviridis (Beryl-Spangled Tanager)

Tangara vassorii (Blue-And-Black Tanager)



Iridosornis analis (Yellow-Throated Tanager)

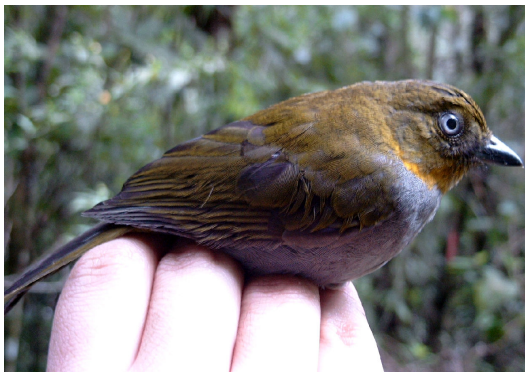
Fotos: A. Arguero, K. Almeida y J. Zamora

Creurgops verticalis (Rufous-Crested Tanager) ♂

Creurgops verticalis ♀

Anisognathus somptuosus (Blue-Winged Mountain-Tanager)

Thraupis cyanocephala (Blue-Capped Tanager)



Chlorospingus parvirostris (Yellow-Whiskered Bush-Tanager)

Hemispingus frontalis (Oleaginous Hemispingus)

Fotos: A. Arguero, K. Almeida y J. Zamora

TURDIDAE

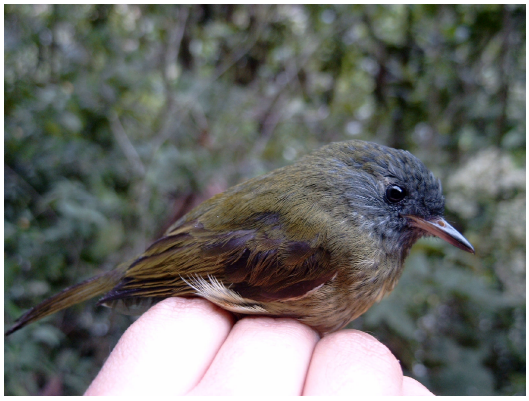
Myadestes ralloides (Andean Solitaire)

Catharus ustulatus (Swainson's Thrush)

Turdus fuscater (Great Thrush)

Turdus serranus (Glossy-Black Thrush)

TYRANNIDAE



Mionectes striaticollis (Streak-Necked Flycatcher)

Elaenia albiceps (White-Crested Elaenia)

Fotos: A. Arguero, K. Almeida y J. Zamora

EMBERIZIDAE

Myiarchus cephalotes (Pale-Edged Flycatcher)

Atlapetes latinuchus (Rufous-Naped Brush-Finch)

VIREONIDAE

Buarremon torquatus (Stripe-Headed Brush-Finch)

Vireo sp.

RAMPHASTIDAE

Aulacorhynchus prasinus (Emerald Toucanet)

PICIDAE

Piculus rivolii (Crimson-Mantled Woodpecker)

Fotos: A. Arguero, K. Almeida y J. Zamora