

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**“Interacciones colibrí-planta en dos tipos de hábitat (Sub-caducifolio y Ripario) del Área Protegida Trinacional Montecristo, departamento de Santa Ana, El Salvador”**

Trabajo de Graduación presentado por:

Jeniffer Estefany Abrego Granados

Melvin Francisco Bonilla Navidad

Para optar al grado de

Licenciado/a en Biología

Ciudad Universitaria, febrero de 2014

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**“Interacciones colibrí-planta en dos tipos de hábitat (Sub-caducifolio y Ripario) del Área Protegida Trinacional Montecristo, departamento de Santa Ana, El Salvador”**

Trabajo de Graduación presentado por:

Jeniffer Estefany Abrego Granados

Melvin Francisco Bonilla Navidad

Para optar al grado de

Licenciado/a en Biología

Asesoras de Investigación

MSc. Miriam Elizabeth Cortez de Galán: \_\_\_\_\_

Licda. Roselvy Catalina Juárez Jovel: \_\_\_\_\_

Ciudad Universitaria, febrero de 2014

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**“Interacciones colibrí-planta en dos tipos de hábitat (Sub-caducifolio y Ripario) del Área Protegida Trinacional Montecristo, departamento de Santa Ana, El Salvador”**

Trabajo de Graduación presentado por:

Jeniffer Estefany Abrego Granados

Melvin Francisco Bonilla Navidad

Para optar al grado de

Licenciado/a en Biología

Jurado Evaluador

Licda. Milagro Elizabeth Salinas: \_\_\_\_\_

Licda. Ana Victoria Galán Cantón: \_\_\_\_\_

Ciudad Universitaria, febrero de 2014

## **AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR  
ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL  
DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA

FISCAL GENERAL  
LIC. FRANCISCO CRUZ LETONA

## **FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA**

DECANO  
M. SC. MARTÍN ENRIQUE GUERRA CÁCERES

DIRECTOR ESCUELA DE BIOLOGÍA  
LIC. RODOLFO FERNANDO MENJÍVAR

## **DEDICATORIA**

A la Licenciada Delfina Herrera de Benítez (Q.D.D.G), quien nos apoyó durante toda la carrera de Biología así como los inicios de esta investigación; siempre la tendremos en nuestros corazones. Como también sus reconfortantes palabras de apoyo y de regaño que a veces recibíamos, todas las recordamos con alegría; nunca la vamos a olvidar, nos hace mucha falta.

A nuestra asesora y amiga, la MSc. Miriam Cortez de Galán, ya que ella nos transmitió el amor por las aves desde los inicios de nuestra carrera; su esfuerzo, dedicación, sinceridad y siempre buen humor es lo que nos motiva a seguir en los mismos pasos. Gracias al tiempo que nos dedicó oyendo nuestras preguntas y tonterías, así como las ganas de aprender desde que nos prestó la primera guía de aves que fue para nosotros el inicio de este amor. Gracias infinitas.

## AGRADECIMIENTOS

A toda nuestra familia, amistades y compañeros de la Escuela de Biología ya que sin su apoyo moral no hubiésemos podido ser capaces de seguir adelante.

A nuestra asesora MSc Miriam Cortez de Galán que nos dedicó muchísimo de su tiempo para leer este documento así como el apoyo incondicional que nos brindó durante toda la investigación. También a nuestra asesora Roselvy Juárez, quien desde Honduras nos dedicó tiempo para leer y corregir este trabajo, también por la bibliografía proporcionada y el apoyo moral que siempre nos brindó, el cual sirvió como un empujón para finalizar este proyecto.

A la Licenciada Milagro Salinas y Victoria Galán por ayudarnos con el documento, revisándolo hasta dejarlo finalizado.

Muchas gracias a la Licenciada Jenny Menjívar y Don Gregorio Pérez por habernos ayudado con nuestro viaje de reconocimiento así como con la identificación de muchas plantas. También a la MSc. Maritza Guido por apoyarnos con la logística de la investigación en el área de estudio y por las charlas interesantes que tuvimos sobre educación ambiental.

A Doña Blanca de Martínez y Amanda Martínez por alimentarnos siempre, ayudándonos a recobrar energías después de días duros de trabajo físico. A Don Ernesto Martínez por las pláticas tan amenas acompañadas de un buen café.

A la Licenciada Nohemy Guerra y a Reynaldo Martínez por habernos ayudado muchísimo con las clases de GPS, de ubicación de redes, transectos y muchas cosas más, el apoyo incondicional que nos brindaron nos ayudó en gran parte para este trabajo, a la vez que compartieron muchos conocimientos que nos hacen mejores investigadores y personas.

No podemos olvidar a los que nos enseñaron cómo trabajar en Montecristo, agradecemos muchísimo a Don Alejandro López, Don Víctor Martínez, Don Asención Paredes, Don Alfredo Gómez, Aníbal Meza y Don Juan Pacheco quienes nos acompañaron y enseñaron no sólo a ver, sino a observar todo lo que nos rodea.

## **LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS**

**APT**M: Área Protegida Trinacional Montecristo

**MARN**: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

**ANP**: Áreas Naturales Protegidas

**p.e.**: por ejemplo

**KBA**: Siglas en inglés de Áreas Clave para la Biodiversidad

**IBA**: Siglas en inglés de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

**ITIC**: Instituto Tropical de Investigación Científica

**MUHNES**: Museo de Historia Natural de El Salvador

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

### ➤ Mutualismo

Interacción que constituye la base para el funcionamiento de muchos ecosistemas, dado que de ellas depende gran parte de la reproducción de muchas especies de plantas. Además, gran número de especies animales dependen estrechamente de los recursos que las plantas proveen alrededor de sus estructuras reproductivas (flores, frutos, néctar) (Medel *et al.* 2009).

### ➤ Coevolución

Serie de cambios evolutivos que se dan de forma recíproca entre dos o más especies ecológicamente interrelacionadas (Medel *et al.* 2009).

### ➤ Palinomorfos

Estructuras microscópicas que incluyen la forma de una variedad de entidades orgánicas, como esporas de hongos, dinoflagelados, esporas de algas y granos de polen de las plantas (Chittka y Thomson, 2004).

### ➤ Datos morfométricos

Valores basados en la forma y el tamaño del organismo. Estos números permiten la aplicación de métodos para el respectivo análisis de la variación (De Luna, s.a.)

### ➤ Síndrome de ornitofilia

Es la polinización de las plantas por las aves. Las flores de estas plantas suelen tener colores, a menudo rojo, flores con corolas tubulares que sostienen suficiente néctar, también poseen los estambres y estigma orientados hacia afuera para asegurar el contacto con el polinizador. Tanto las aves como los colibríes que participan en el síndrome de ornitofilia tienden a ser especializados, por ejemplo los colibríes poseen lenguas terete, picos largos, capaces de vuelo estacionario o son lo suficientemente ligeros para posarse en las estructuras de la flor (Web Académica, 2013).

### ➤ Plantas ornitófilas

Especies de plantas que poseen el síndrome de la ornitofilia, es decir que son polinizadas por aves, como por ejemplo por los colibríes. Usualmente, las flores poseen características singulares como corolas largas y colores atrayentes para los colibríes (rojos, anaranjados o la combinación de estos) (Stiles, 1976).

### ➤ Plantas no ornitófilas

Especies de plantas que no poseen el síndrome de la ornitofilia pero interactúan con aves como los colibríes (Rodrigues y Araujo, 2010).

## ÍNDICE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN.....	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1.	GENERALIDADES DE LOS COLIBRÍES.....	4
2.2.	RELACIONES MUTUALISTAS.....	5
2.3.	GRADO DE ESPECIALIZACIÓN EN LAS INTERACCIONES.....	6
2.4.	ADAPTACIONES EN LAS INTERACCIONES COLIBRÍ-PLANTA .....	6
2.4.1.	Papel del néctar en las Interacciones colibrí-planta .....	7
2.4.2.	Papel del polen en las Interacciones colibrí-planta.....	8
2.5.	INTERACCIONES COLIBRÍ-PLANTA REGISTRADAS EN EL NEOTRÓPICO.....	9
2.6.	ANTECEDENTES EN EL SALVADOR.....	12
2.7.	BASES DE CONSERVACIÓN E IMPORTANCIA DEL APT MONTECRISTO.....	13
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
3.1.	UBICACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO.....	15
3.2.	DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO .....	16
3.3.	METODOLOGÍA DE CAMPO.....	18
3.4.	METODOLOGÍA DE LABORATORIO.....	28
3.5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	29
IV.	RESULTADOS.....	30
4.1.	RIQUEZA DE COLIBRÍES .....	30
4.2.	INTERACCIONES MUTUALISTAS.....	33
4.2.1.	Según especie .....	33
4.2.2.	Según transecto.....	34
4.2.3.	Según hábitat.....	35
4.3.	ESPECIES DE COLIBRÍES Y PLANTAS INTERACTUANTES.....	36
4.4.	CARACTERIZACIÓN DE LAS PLANTAS INTERACTUANTES.....	40
4.5.	PERÍODOS DE FLORACIÓN DE LAS PLANTAS INTERACTUANTES.....	43
4.6.	ESPECIES DE COLIBRÍES CAPTURADOS .....	45
4.7.	CARACTERÍSTICAS DE LOS GRANOS DE POLEN COLECTADOS .....	46
4.8.	DIVERSIDAD DE COLIBRÍES .....	49
4.9.	RELACIÓN ENTRE COLIBRÍES Y PLANTAS INTERACTUANTES .....	51

4.10.	RELACIÓN ENTRE COLIBRÍES Y PALINOMORFOS .....	52
4.11.	OTRAS INTERACCIONES REGISTRADAS .....	52
V.	DISCUSIÓN.....	54
5.1.	COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS UTILIZADAS .....	54
5.2.	RIQUEZA DE COLIBRÍES .....	54
5.3.	INTERACCIONES MUTUALISTAS .....	55
5.4.	ESPECIES DE COLIBRÍES Y PLANTAS INTERACTUANTES.....	56
5.5.	CARACTERIZACIÓN DE LAS PLANTAS INTERACTUANTES.....	58
5.6.	PERÍODOS DE FLORACIÓN DE LAS PLANTAS INTERACTUANTES .....	60
5.7.	COLIBRÍES CAPTURADOS Y GRANOS DE POLEN COLECTADOS.....	61
5.8.	DIVERSIDAD DE COLIBRÍES .....	63
5.9.	RELACIÓN ENTRE COLIBRÍES Y PLANTAS INTERACTUANTES .....	63
5.10.	RELACIÓN ENTRE COLIBRÍES Y PALINOMORFOS .....	65
5.11.	OTRAS INTERACCIONES REGISTRADAS .....	65
VI.	CONCLUSIONES.....	66
VII.	RECOMENDACIONES.....	68
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	70
IX.	ANEXOS .....	76

## ÍNDICE FIGURAS

Fig. 1. Diversos palinomorfos que presenta la familia Rubiaceae. Tomada de Erdtman, 1952.....	8
Fig. 2. Diversos palinomorfos que presenta la familia Bromeliaceae. Tomada de Roubik y Moreno, 2003.....	9
Fig. 3. Ubicación del APTM y de los hábitats muestreados. Fuente QGIS 2.0.1. Dafour. 2013.....	15
Fig. 4. Vista panorámica del Hábitat Sub-caducifolio .....	16
Fig. 5. Vista panorámica del Hábitat Ripario y del Río San José Ingenios .....	17
Fig. 6. Colocación de los transectos en hábitat Ripario (número 1 y 2) y Sub-caducifolio (número 3, 4, 5 y 6).....	18
Fig. 7. Observación directa y toma de fotografías.....	20
Fig. 8. Identificación con guías especializadas de las especies de colibríes.....	20
Fig. 9. Colocación de las redes de neblina en hábitat Ripario (A, B y C) y Sub-caducifolio (D, E, F, G, H e I).....	21
Fig. 10. Colocación de redes de neblina en el hábitat Ripario y Sub-caducifolio del APTM, 2013.....	22
Fig. 11. Red de neblina abierta, ubicada en el hábitat Sub-caducifolio del APTM, 2013... ..	22
Fig. 12. Bebederos de plástico y de bambú utilizados en ambos tipos de hábitat del APTM, 2013.....	23
Fig. 13. Extracción de <i>Campylopterus hemileucurus</i> macho capturado en hábitat Sub-caducifolio del APTM, 2013. ....	23
Fig. 14. Extracción de dos <i>Basileuterus rufifrons</i> , capturados en red del hábitat Ripario del APTM, 2013. ....	24
Fig. 15. Alimentando con agua azucarada a individuos de <i>Amazilia beryllina</i> y <i>Chlorostilbon canivetii</i> capturados hábitat Ripario del APTM, 2013.....	24
Fig. 16. Individuo de <i>Psarocolius wagleri</i> capturado en hábitat Sub-caducifolio del APTM, 2013.....	25
Fig. 17. Regiones anatómicas del colibrí que entran en contacto con los granos de polen. Fuente: Samboní 2010. ....	25
Fig. 18. Extracción de granos de polen en <i>Amazilia beryllina</i> , capturado en hábitat Sub-caducifolio del APTM, 2013. ....	26
Fig. 19. Depósito plástico con muestras del polen colectado en especies de colibríes del APTM, 2013. ....	26
Fig. 20. Liberación de <i>Campylopterus hemileucurus</i> capturado en hábitat Sub-caducifolio del APTM, 2013.....	27
Fig. 21. Colecta de flores de <i>Russelia sarmentosa</i> utilizada por la especie <i>Amazilia beryllina</i> en hábitat Sub-caducifolio del APTM, 2013.....	27
Fig. 22. Observación y clasificación de los granos de polen en la oficina de Investigación del APTM, 2013.....	28
Fig. 23. Observación y clasificación de los granos de polen colectados, Escuela de Biología, Universidad de El Salvador, 2013. Foto por Martínez Galán. ....	28

Fig. 24. Especies de colibríes registradas en los hábitat Sub-caducifolio y Ripario del APTM, 2013.....	31
Fig. 25. Flores de las plantas interactuantes en hábitat Sub-caducifolio y Ripario del APTM, 2013.....	42
Fig. 26. Especies de colibríes capturados con redes de neblina en dos hábitats del APTM, 2013.....	45
Fig. 27. Granos de polen en microscopio con objetivo 40X en el APTM, 2013 .....	47
Fig. 28. Granos de polen en microscopio con objetivo 10X en el APTM, 2013 .....	48
Fig. 29. Granos de polen en microscopio con objetivo 4X en el APTM, 2013.....	49
Fig. 30. Individuo de <i>Amazilia beryllina</i> robando néctar de la especie <i>Sanchezia speciosa</i> en el APTM, 2013.....	53
Fig. 31. Individuo de <i>Heliomaster longirostris</i> observado en hábitat Ripario del APTM, 2013.....	64

## ÍNDICE CUADROS

Cuadro 1. Especies de colibríes presentes en ATPM según MARN (2009).....	14
Cuadro 2. Esfuerzo de muestreo en base a las metodologías de campo utilizadas por tipo de hábitat en el APTM. Año 2013.....	30
Cuadro 3. Interacciones entre colibríes y plantas en el hábitat Sub-caducifolio del ATPM, 2013.....	38
Cuadro 4. Interacciones entre colibríes y plantas en el hábitat Ripario del ATPM, 2013...	39
Cuadro 5. Características de las plantas interactuantes registradas en hábitat del APTM, 2013.....	41
Cuadro 6. Clasificación de los granos de polen colectados en el APTM, 2013 .....	47
Cuadro 7. Índice de Shannon-Wiener calculado por muestreo en ambos tipos de hábitat del APTM durante abril-agosto de 2013.....	50

## ÍNDICE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje de la riqueza de colibríes reportados en el hábitat Sub-caducifolio del APTM, 2013.....	32
Gráfico 2. Porcentaje de la riqueza de colibríes reportados en el hábitat Ripario del APTM, 2013.....	32
Gráfico 3. Interacciones de colibríes por transecto, hábitat Sub-caducifolio del APTM, 2013.....	33
Gráfico 4. Interacciones de colibríes por transecto, hábitat Ripario del APTM, 2013.....	34
Gráfico 5. Interacciones registradas por transecto, hábitat Sub-caducifolio del APTM, 2013.....	34
Gráfico 6. Interacciones registradas por transecto, hábitat Ripario del APTM, 2013.....	35
Gráfico 7. Interacciones registradas por tipo de hábitat en los cinco muestreos realizados en el APTM, 2013.....	36
Gráfico 8. Interacciones registradas en los meses de floración, hábitat Sub-caducifolio del APTM, 2013.....	43
Gráfico 9. Interacciones registradas en los meses de floración, hábitat Ripario del APTM, 2013.....	44
Gráfico 10. Frecuencia de capturas a colibríes en dos hábitat del APTM, 2013.....	46
Gráfico 11. Valores del Índice de Shannon-Wiener (H') por individuos según EstimateS en el APTM, 2013.....	50
Gráfico 12. Curva de acumulación entre número de especies y muestreos realizados en el APTM, 2013.....	51

## ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1. Hoja de colecta de datos con observación directa para el APTM, 2013 .....	76
Anexo 2. Hoja de colecta de aves capturadas en el APTM, 2013 .....	76
Anexo 3. Titulación de Viñetas para colecta de polen en el APTM, 2013.....	76
Anexo 4. Hoja de colecta de datos de colibríes capturados en el APTM, 2013.....	77
Anexo 5. Hoja de colecta plantas en el APTM, 2013 .....	77
Anexo 6. Fichas generales de los colibríes registrados en el APTM, 2013.....	78
Anexo 7. Listado de especies de plantas interactuantes con colibríes en el APTM, 2013	79
Anexo 8 Colección palinológica de las plantas interactuantes con colibríes en el APTM, 2013.....	80
Anexo 9. Capturas fotográficas de los granos de polen en microscopio con objetivo 10X en el APTM, 2013.....	81
Anexo 10. Capturas fotográficas de los granos de polen en microscopio con objetivo 40X en el APTM, 2013.....	82
Anexo 11. Lista de otras especies de aves capturadas con redes de neblina en el APTM, 2013.....	84
Anexo 12. Imágenes de otras aves capturadas con redes de neblina en el APTM, 2013 .	85

## RESUMEN

La investigación sobre interacciones colibrí-planta se llevó a cabo en el Área Protegida Trinacional Montecristo, entre los meses de abril a agosto de 2013, en dos tipos de hábitat Sub-caducifolio y Ripario, ubicados entre los 730-900 msnm. La metodología comprendió las fases de campo y de laboratorio. Para la realización de los muestreos se seleccionaron dos transectos en el Hábitat Ripario y cuatro en el Hábitat Sub-caducifolio.

La fase de campo se realizó mensualmente utilizando las metodologías de Observación directa para comprobar las interacciones y estudiar el comportamiento de los colibríes y la Captura con redes de neblina para obtener los granos de polen y verificar las especies de plantas que los colibríes polinizan.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio, se identificó una comunidad de colibríes de cinco especies en total, interactuando con 24 especies de plantas de cinco estratos diferentes. El color de las flores o brácteas preferidas por los colibríes para visitar fue el blanco y luego el rojo, no pudiendo cumplirse a cabalidad el síndrome de ornitofilia. Las familias de plantas más representativas importantes para estas aves son la Fabaceae, Bromeliaceae y Rubiaceae.

En base a las interacciones registradas entre colibríes y plantas, se identificaron a las especies de colibrí *Amazilia beryllina* y *Chlorostilbon canivetii* como generalistas. Asimismo, se identificó a las plantas *Pitcairnia imbricata* y *Cornutia pyramidata* como especies generalistas por poseer interacciones con la mayoría de los colibríes registrados.

Se capturaron tres especies de colibríes, de los cuales dos fueron identificados como polinizadores, pues estaban acarreado en su cuerpo los granos de polen de tres especies de plantas que presentan síndrome de ornitofilia. Con esta investigación se logró obtener la primera Colección Palinológica para El Salvador de plantas registradas como interactuantes con colibríes.

Se determinó una mayor diversidad de colibríes para el hábitat Sub-caducifolio durante la época estudiada en base a curvas de rarefacción del índice de Shannon-Wiener y curvas de acumulación de especies. La relación entre las variables riqueza de colibríes y plantas interactuantes fue mayor en el hábitat Sub-caducifolio, asimismo se estableció la relación entre la riqueza de colibríes y palinomorfos.

Además se identificó a la especie *Amazilia beryllina* realizando interacciones depredativas (robo de néctar) en *Sanchezia speciosa*.

## I. INTRODUCCIÓN

La importancia de esta investigación se enfoca en la imprescindible función ecológica que tienen estas aves como polinizadoras. Esta investigación permitió obtener información sobre las interacciones que realizan los colibríes con las plantas en los tipos de hábitat Sub-caducifolio y Ripario. Estos hábitats fueron seleccionados debido a lo poco que han sido estudiados, solventando de esta manera un vacío de información.

Con esta investigación se proporcionó información pionera para el APTM que servirá para que futuras investigaciones tengan un antecedente sobre el tema en estudio. Asimismo, se generó la primera colección palinológica de referencia sobre plantas interactuantes con colibríes para el APTM y a nivel nacional.

Desde una perspectiva de conservación de las áreas naturales y parques nacionales, es importante obtener esta información a nivel nacional, pues ambos grupos desempeñan un rol único en los ecosistemas. Los colibríes prestan un servicio ambiental muy importante, ya que estos son polinizadores de diversas plantas, ayudando a su dispersión y fecundación, contribuyendo, por tanto, a la existencia de diferentes especies de plantas y de esta manera poder facilitar la regeneración natural de los bosques.

Estos dos tipos de hábitat se encuentran influenciados por intrusiones antropogénicas de las comunidades cercanas, resultando vulnerables a cualquier tipo de acción por parte de las personas, es por ello que con esta investigación se pretende obtener la información y compartirla con las autoridades correspondientes del área para que incluyan programas de reforestación con plantas nativas que están siendo afectadas por los habitantes de las comunidades aledañas, y diseñen y ejecuten programas de protección de algunas especies impactadas.

Además, esta investigación será esencial para estudios posteriores que podrían enfocarse en factores externos que afectan las interacciones colibrí-planta, como por ejemplo la pérdida y cambio en el uso del hábitat, fragmentación de bosques y alteraciones en el clima, pues se conoce que las variaciones en factores climáticos como temperatura y precipitación, tiene un efecto en estas interacciones pues tanto la floración como la disponibilidad de artrópodos parecen ser particularmente vulnerables a cambios mínimos de estos parámetros climáticos (Maglianesi, 2011).

Esta investigación se realizó con la finalidad de determinar la riqueza de colibríes, para relacionarla con las plantas interactuantes, además de determinar la relación entre diversidad de palinórfos y riqueza de colibríes e identificar interacciones no mutualistas (depredativas); para los dos tipos de hábitat (Sub-caducifolio y Ripario) presentes en la parte baja del APTM, departamento de Santa Ana, El Salvador.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. GENERALIDADES DE LOS COLIBRÍES

El Neotrópico contiene los ensambles ave-flor más especializados y numerosos, donde el grupo dominante ecológicamente es el de los colibríes. Existen 315 especies de colibríes, que constituyen el 90% de las especies nectarívoras (Stiles, 1981). Pertenecen a la familia Trochilidae, del orden Apodiformes y se distribuyen únicamente en el continente americano (Martínez, 2006).

Los colibríes se caracterizan por su tamaño reducido, colores iridiscentes y su especial tipo de vuelo. Son las únicas aves que pueden volar en cualquier dirección, inclusive en reversa o mantenerse en el mismo sitio en vuelo cernido. Por su reducido tamaño, los colibríes presentan las tasas metabólicas y requerimientos energéticos más altos de todas las aves. En la mayoría de las especies, los machos son más coloridos que las hembras, pueden presentar gargantas o coronillas brillantes. También presentan colas largas que en ocasiones ayudan al reconocimiento de la especie y también para atraer a las hembras (Stiles y Skutch, 1995).

Los colibríes se pueden encontrar en diferentes tipos de hábitat, desde las selvas húmedas y secas en los trópicos donde proliferan con una gran variedad de formas, hasta los bosques de coníferas en las zonas templadas. Geográficamente, se distribuyen desde Alaska hasta la Patagonia, pero su área de mayor diversidad se ubica a lo largo de la línea del Ecuador. Su distribución altitudinal se encuentra desde el nivel del mar hasta más de 4000 m.s.n.m. (Ornelas, 1996).

En cuanto a su comportamiento reproductivo, en todas las especies de colibríes estudiadas hasta el momento la hembra es la encargada de construir el nido, empollar y cuidar de los polluelos, sin ayuda del macho. Los machos de varias especies anuncian la disponibilidad a las hembras mediante sus cantos, y algunos realizan elaborados despliegues aéreos para atraerlas y reproducirse con ellas (Stiles y Skutch, 1995).

Los nidos de los colibríes son de material suave, en forma de tazas compactas. Unen los materiales con telaraña y con estas anclan el nido a su soporte, que generalmente es una ramita de un arbusto o árbol. Los colibríes siempre ponen dos huevos blancos alargados que eclosionan entre 15-19 días. Los pichones son alimentados por la madre con néctar e insectos, permanecen entre 20 y 26 días en el nido, para cuando lo abandonan ya vuelan bien, aunque los padres siempre están pendientes de proporcionarles el alimento (Stiles y Skutch, 1995).

## 2.2. RELACIONES MUTUALISTAS

Los colibríes se alimentan esencialmente del néctar de las flores. Aunque llegan a consumir gran cantidad de artrópodos, los colibríes en conjunto con los murciélagos son los nectarívoros vertebrados más importantes del nuevo mundo. Los colibríes y murciélagos no se alimentan de las mismas especies de plantas, por lo tanto ambos grupos polinizan diferentes especies de plantas (Ornelas, 1996).

La interacción colibrí-planta es clasificada como mutualista, ya que la planta le proporciona alimento como azúcares importantes para el metabolismo al colibrí; pero cuando el colibrí se posa en las plantas para alimentarse, recoge polen que luego al alimentarse nuevamente, lo deposita en otra flor. Este mecanismo es lo que permite la reproducción y proliferación de las plantas (Dalsgaard *et al.*, 2009).

Estas interacciones mutualistas implican adaptaciones y coadaptaciones. Desde el punto de vista de la planta, estas se encuentran orientadas a tener el vector de polen óptimo, y desde el punto de vista del ave a tener una fuente de néctar óptima (Stiles, 1976).

En base a la co-evolución entre estos dos grupos, se espera que el ave nectarívora (colibrí) maximice el radio de energía obtenida para gastar menor energía o de obtener la mayor cantidad de néctar con el mínimo movimiento realizado entre sitios; asimismo se espera que la planta maximice el radio de polinización exitosa y gastar menos energía en recompensas a polinizadores o a obtener la movilización de más polinizadores con la mínima cantidad de néctar disponible (Feinsinger, 1978).

Según Feinsinger (1978), estas "estrategias" opuestas entre plantas y polinizadores puede tener dos consecuencias muy diferentes:

- 1) Si las flores son escasas en relación a los polinizadores, entonces, las flores serán visitadas, siempre y cuando la energía que proporcionan supera ligeramente la energía gastada por el polinizador mientras se alimenta. Dentro de una población dada, la planta cuyas flores segregan esa mínima cantidad de néctar no sólo conservará la mayor cantidad de calorías, sino también disfrutarán de la mayor frecuencia de transferencia de polen, ya que los polinizadores tienen que visitar muchas flores en diferentes plantas con el fin de satisfacer sus requisitos metabólicos diarios.

- 2) Si las flores son abundantes en relación con los polinizadores, entonces los polinizadores individuales se alimentarán selectivamente de aquellas plantas

cuyas flores ofrecen más néctar, y descuidan o no visitan aquellas plantas que ofrecen menor cantidad de néctar, aunque posean las cantidades adecuadas.

### 2.3. GRADO DE ESPECIALIZACIÓN EN LAS INTERACCIONES

Tanto las plantas como los colibríes, pueden ser categorizados de acuerdo al grado de interacciones que presentan. En el caso de los colibríes, se clasifican como *generalista* si visita una alta diversidad de plantas, y como *especialista* si por el contrario visita una baja variedad de plantas (Feinsinger 1976; Linhart y Feinsinger 1980; Ornelas 1996; Rodrigues y Araujo 2011).

Analizando las plantas por el grado de interacción que presenta con los colibríes, asignamos que son *generalistas* cuando son visitadas y polinizadas por más de una especie de colibrí, y *especialistas* cuando son polinizadas por una, o muy pocas especies (Rodrigues y Araujo 2011; Johnson y Steiner 2000; Amaya *et al.* 2001).

### 2.4. ADAPTACIONES EN LAS INTERACCIONES COLIBRÍ-PLANTA

Entre las aves nectarívoras, los colibríes han alcanzado la máxima especialización para visitar y polinizar flores (Stiles, 1981).

Los colibríes se alimentan de flores especializadas. La relación de los colibríes con las plantas, se conoce como una relación biológica mutualista, en donde tanto las aves como las plantas se benefician (Maglianesi, 2011).

La diversidad morfológica y conductual de los colibríes se puede relacionar con las distintas maneras en que estos explotan los recursos florales (Ornelas, 1996). En ellos, el tamaño corporal, el pico y las estructuras de la boca, tracto digestivo, locomoción, patrones de comportamiento y ciclo anual, han sido fuertemente modificados a lo largo de su historia evolutiva, para suplir parte de sus requerimientos energéticos a base de néctar floral (Stiles, 1976).

La asociación entre colibríes y flores está influenciada también por la morfología de las flores, específicamente por la longitud y forma (Ornelas, 1996).

Las plantas evolutivamente han creado una serie de atributos morfológicos, fisiológicos y ecológicos descritos en el síndrome de ornitofilia. El mecanismo de atracción primaria son los colores brillantes en sus flores y algunas veces en sus partes vegetativas, que contrastan con el follaje en el hábitat. La coloración de las flores inmaduras o partes vegetativas puede aumentar la duración de la señal visual que indica la disponibilidad de néctar. Los colores rojos, naranjas, amarillos

e incluso una combinación de ellos, optimizan el contraste con las hojas y tallos de las plantas. (Stiles 1976; Raven 1972; Gutiérrez y Rojas 2001; Dalsgaard *et al.* 2009).

Según Stiles (1981), las plantas tienen diferentes formas y colores por ejemplo, las corolas tubulares de diferentes longitudes o curvaturas con relación a diferencias en la morfología y longitud del pico del colibrí, pueden afectar la eficiencia de extracción del néctar, lo que a su vez ejerce una gran influencia en la elección de la flor por parte del colibrí.

Las corolas tubulares pueden ser un mecanismo para forzar al ave a orientar su pico de manera particular al momento de visitar la flor, especialmente cuando picos y corolas son curvados, esto facilita la ubicación del polen desde las anteras hasta partes específicas del cuerpo del ave para reducir la mezcla de polen en un vector poco especializado. Esto ha abierto el camino para una variedad de coadaptaciones morfológicas específicas (Stiles, 1981).

Se ha asociado una diversidad de familias de plantas que interactúan con colibríes. En los países en donde se ha realizado investigaciones de esta índole, como Colombia y Costa Rica, las plantas se encuentran representadas por las familias Asteraceae, Bignoniaceae, Lamiaceae, Fabaceae, Ericaceae, Bromeliaceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Campalunaceae, Passifloraceae, Gesneriaceae y Heliconiaceae (Stiles 1979; Snow y Snow 1986; Hilty 1994; Buzato *et al.* 2000; Amaya *et al.* 2001; Gutiérrez y Rojas 2001; Rosero y Sazima 2004; Carranza y Estévez 2008; Dalsgaard 2009; Samboní 2010). Sin embargo, la literatura citada no especifica un patrón de floración definido. Es importante conocer esta información para comprender mejor la fenología de las plantas que habitan los bosques del Neotrópico (Stiles 1979; Gutiérrez y Rojas 2001; Rodrigues y Araujo 2011).

#### 2.4.1. Papel del néctar en las Interacciones colibrí-planta

El néctar contiene azúcar, proteínas, aminoácidos, lípidos, ácidos orgánicos, antioxidantes y otros. Los azúcares más comunes en el néctar son sacarosa, fructosa y glucosa, en proporciones que varían por especie e individuo (De la Cruz, 2011).

El néctar cumple un papel fundamental en la interacción polinizador-planta y refleja un mecanismo de coevolución directa, ya que no es parte del sistema reproductivo de las plantas, sino una recompensa que la planta ofrece al polinizador que le facilita la reproducción. La producción de néctar implica un gasto fisiológico para la planta, pero se justifica porque aves y murciélagos llegan a tomar néctar y transfieren el polen. Aparentemente, la única función del néctar

es satisfacer necesidades energéticas y nutricionales de los polinizadores (De la Cruz, 2011).

#### 2.4.2. Papel del polen en las Interacciones colibrí-planta

El polen es un microgametofito que forma parte del sistema reproductivo de la planta, por lo cual contiene compuestos que son esenciales para su germinación. Aunque su composición no es la de satisfacer las demandas nutricionales o energéticas del polinizador, el polen podría ser una excelente fuente de alimento por su alto contenido de Nitrógeno (N) y otros elementos esenciales (De la Cruz, 2011).

La Palinología es la ciencia que estudia el polen y las esporas (Erdtman, 1952). La morfología de los granos de polen (palinomorfos) puede variar entre géneros así como entre familias (Lagos, 1975).

Algunos palinomorfos descritos por Lagos (1975) muestran que pueden presentar forma esférica como las Rubiaceae (Erdtman, 1952), o alargados como las Bromeliaceae (Roubik y Moreno, 2003) tal como se observa en las Figuras 1 y 2.

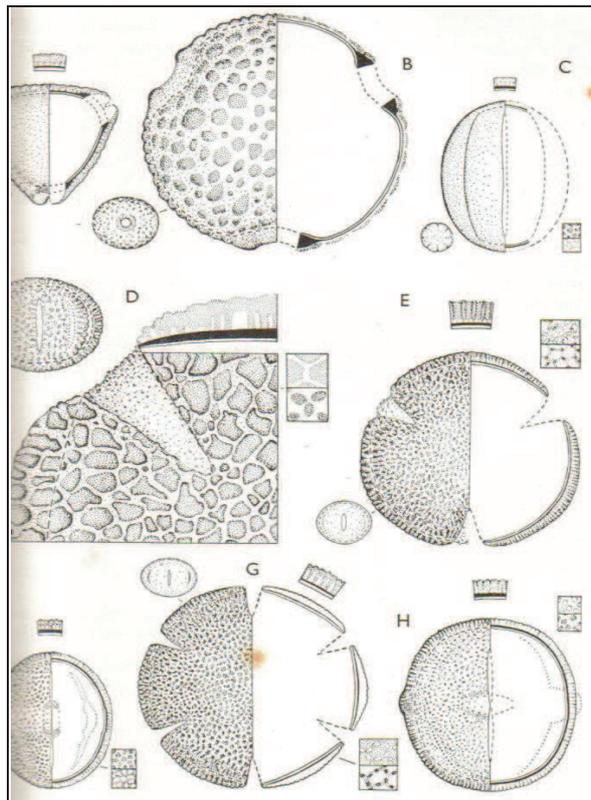


Fig. 1. Diversos palinomorfos que presenta la familia Rubiaceae. Tomada de Erdtman, 1952

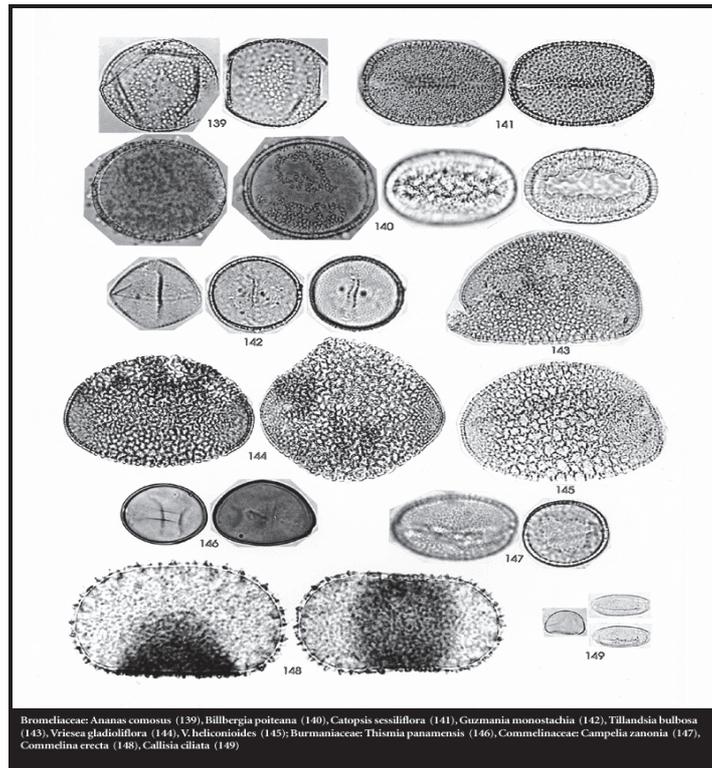


Fig. 2. Diversos palinomorfos que presenta la familia Bromeliaceae. Tomada de Roubik y Moreno, 2003.

## 2.5. INTERACCIONES COLIBRÍ-PLANTA REGISTRADAS EN EL NEOTRÓPICO

La interacción entre dos especies se puede realizar de diferentes formas, desde una especie que se alimenta de otra (depredación), hasta una donde ambas especies se benefician entre sí (mutualismo). Esta última forma de interacción es la que más comúnmente experimentan los colibríes con las diferentes plantas que visitan. Los colibríes se alimentan del néctar que producen las plantas por medio de sus bellas y atractivas flores, mientras que las plantas aseguran su reproducción por medio de la polinización que realizan los colibríes, perpetuando así la especie y finalmente regenerando los bosques (Martínez, 2006).

Se ha documentado que las interacciones mutualistas que experimentan los colibríes interactuando con las flores difieren latitudinalmente. En Hidalgo, México una comunidad de ocho especies de colibríes (*Cynanthus latirostris*, *Hylocharis leucotis*, *Amazilia violiceps*, *Lampornis clemenciae*, *Eugenes fulgens*, *Calothorax lucifer*, *Archilochus colubris* y *Archilochus alexandri*) se registró interactuando con 27 especies de plantas (Martínez, 2006).

Asimismo, Martínez en el 2006, reportó que la especie de colibrí *Hylocharis leucotis* fue la que realizó interacciones con una mayor diversidad de plantas, 13, por lo que en ese sitio es considerada como una especie generalista. Mientras que, *Stenocereus marginatus* y *Salvia mexicana* fueron las plantas que obtuvieron visitas de una mayor diversidad de colibríes, tres cada una. Entonces, como estas dos especies de plantas son aparentemente polinizadas por más de una especie de colibrí, se dice que son generalistas.

Según De la Cruz (2011), en Oaxaca México, analizaron 78 muestras de polen colectadas de las aves; se encontró que al menos seis especies de colibríes comparten una especie de planta (*Jacaranda mimosifolia*), lo que significa que esa especie de planta es generalista. En esa investigación, los troquílidos también fueron identificados como especies generalistas, pues compartían dos especies de plantas (*Astianthus viminalis*, *Jacaranda mimosifolia*).

Para el mismo país, los autores Ortiz y Díaz (2001) registraron a cinco especies de colibríes interactuando con 24 especies de plantas; de igual manera Arizmendi y Ornelas (1990) reportaron una comunidad de seis especies de colibríes que realizaron interacciones con 23 plantas diferentes.

Diversos estudios en Colombia han registrado una alta riqueza de colibríes en ecosistemas altoandinos, bosques secos, páramos y subpáramos (Amaya *et al.* 2001; Gutiérrez y Rojas 2001; Rosero y Sazima 2004; Gutiérrez 2008; Samboní 2010). En la Reserva Natural El Charmolán se estableció que la comunidad de colibríes se encuentra conformada por doce especies. En esa investigación, *Adelomyia melanogenys*, *Colibri coruscans*, *Chlorostilbon mellisugus* y *Colibri thalassinus* fueron las especies más comunes y abundantes a lo largo del período de muestreo. Estas especies interactuaron con las familias de plantas más representativas Asteraceae, Bignoniaceae, Lamiaceae y Fabaceae (Samboní, 2010).

Rosero y Sazima (2004) en el Parque Chiribiquete, Colombia, documentaron que 44 especies de plantas interactuaron con 13 especies de colibríes. Las familias más predominantes de plantas fueron Rubiaceae y Bromeliaceae.

Amaya *et al.* (2001) identificaron en Amayacu, Colombia, que 11 especies de colibríes interactuaron con 29 especies de plantas, además registraron que sólo en las cargas de polen analizadas se reconocieron 29 especies de plantas, y siete fueron identificados sólo a nivel de género.

La mayoría de las especies de plantas crecen en la ribera (65%), una cantidad menor en la tierra firme (30%) y muy pocas en la várzea (5%). Las corolas de

estas plantas presentaron colores: rojo (31 %), amarillo (25%), anaranjado (17%), lila (17%) y blanco (10%); usualmente contrastan con el color verde o morado del cáliz o las brácteas.

En Galeras Colombia, se analizaron 575 cargas de polen y se encontró que al menos 62 palinomorfos fueron transportados por trece especies de colibríes. Se identificaron 26 plantas exclusivamente por análisis palinológico, entre las que sobresalen varias enredaderas o epífitas del dosel del bosque que difícilmente son detectadas por simple observación, además de cuatro palinomorfos identificados sólo hasta el nivel de familia (Gutiérrez, 2008).

En la misma localidad de Galeras, Gutiérrez y Rojas (2001) encontraron una comunidad compuesta por 13 especies de colibríes que visitan 42 especies de plantas en los ecosistemas altoandinos. Las familias más visitadas fueron las Ericaceae, las Bromeliaceae y Loranthaceae.

En los Cerros de Torca, Cordillera Oriental de Colombia, se determinó una comunidad de 18 especies de colibríes que interactuó con 58 especies de plantas (Gutiérrez, 2008).

Rodrigues y Araujo (2011) registraron en Campo Grande, Brasil a ocho especies de colibríes (*Amazilia fimbriata*, *Anthracothorax nigricollis*, *Chlorostilbon lucidus*, *Eupetomena macroura*, *Hylocharis chrysura*, *Florisuga fusca*, *Thalurania furcata* y una especie no identificada) que visitaron 14 especies de plantas, de las cuales tres eran ornitófilas (*Bromelia balansae*, *Heliconia* sp. y *Psiguria ternata*) y 11 no-ornitófilas. Debido a que esta comunidad de colibríes visitó un gran número de especies no-ornitófilas, se clasificó como generalistas.

En Pantanal, Brasil se registraron 21 especies de plantas que eran visitadas por colibríes (Araujo y Sazima, 2003).

También para Brasil, los investigadores Snow y Snow (1986) reportan en Serra do Mar una comunidad de seis colibríes realizando visitas a 25 especies de plantas.

En Puerto Rico, se conoce que existe una alta diversidad de plantas que interactúan con colibríes. Se reportó que es la familia Rubiaceae la que interactúa con más especies (nueve), seguida de Acanthaceae, Bromeliaceae, Campanulaceae, Ericaceae, Gesneriaceae y Heliconiaceae, quienes interactuaron con cuatro especies (Dalsgaard *et al.*, 2009). En Puerto Rico, se determinó la relación entre especialización, altura y tamaño, demostrándose que las plantas polinizadas por colibríes morfológicamente más especializadas son encontradas en las zonas altas. Esas plantas son polinizadas por colibríes de mayor tamaño, y que poseen picos largos (Dalsgaard *et al.* 2009).

En Costa Rica se realizó una investigación en finca "La Selva", y se identificó una comunidad de más de 20 especies de colibríes. También, en finca La Selva se identificaron más de 45 especies de plantas ornitófilas (Stiles, 1979).

Maglianesi, desde el año 2011 hasta la actualidad, está llevando a cabo una investigación en la Estación Biológica La Selva y el Parque Nacional Braulio Carrillo Colina, Costa Rica, la cual tiene como objetivo determinar la susceptibilidad de las relaciones planta-polinizador al Calentamiento Global. Para ello está analizando el grado de especialización en las redes mutualistas entre plantas y polinizadores en tres altitudes: 1,000 metros sobre el nivel del mar (msnm) en Estación Biológica La Selva, así como 2,000 y 3,000 msnm en el Parque Nacional Braulio Carrillo Colina.

## 2.6. ANTECEDENTES EN EL SALVADOR

En el APTM, se han realizado inventarios sobre las plantas presentes desde el 2002 al 2011 (Hándal 2011, Jardín Botánico La Laguna 2010, Cardoza 2011) reportando más de 2,000 especies entre las cuales se encuentran tres clasificadas como **Vulnerables a nivel mundial** (*Aegiphila panamensis*, *Lonchocarpus santarosanus* y *Dalbergia retusa*) (MARN, 2010).

Según documentación encontrada de los estudios realizados por el Jardín Botánico La Laguna (2010), se conoce que algunas de las familias de plantas registradas para el APTM presentan interacciones con colibríes, esas interacciones han sido reportadas en Colombia por Samboní (2010), Gutiérrez y Rojas (2001) y Amaya *et al.* (2001) y en Costa Rica por Stiles (1979).

A la fecha, con los diferentes estudios e inventarios realizados en el país, se ha registrado un total de 25 especies de colibríes (MARN 2009). El APTM es una de las áreas protegidas con mayor riqueza de colibríes con 18 especies en total (MARN 2010), pero se desconoce las interacciones que tanto colibríes como plantas tienen en el APTM así como a nivel nacional.

En julio del año 2012, como parte del Taller de Ornitología organizado por Compañeros en Vuelo El Salvador y el MARN, se hizo un estudio de corta duración (tres días) sobre interacciones colibrí-planta en hábitat bosque sub-caducifolio y pino-encino, con el cual se reporta cinco especies de colibríes: *Campylopterus hemileucurus*, *Amazilia beryllina*, *Amazilia cyanocephala*, *Lampornis viridipallens* y *Tilmatura dupontii*, interactuando con siete especies de plantas: *Sanchezia speciosa*, *Heliconia wagneriana*, *Bromelia sp.*, *Zyzigium jambus*, *Phoradendrum sp.*, *Calliandra houstoniana* y *Erythrina berteroana*.

Las especies de colibríes que interactuaron con dos especies de plantas en total fueron *Lampornis viridipallens* y *Campylopterus hemileucurus*, mientras que la especie de planta que realizó más interacciones, fue *Sanchezia speciosa* con dos especies de colibríes (Abrego y Bonilla 2012, sin publicar).

## 2.7. BASES DE CONSERVACIÓN E IMPORTANCIA DEL APT MONTECRISTO

Esta área posee importancia para la conservación de la biodiversidad, pues ha sido nombrada como Área Natural Protegida, Parque Nacional, Área Trinacional Protegida, Reserva de la Biósfera Trifinio Fraternidad (UNESCO-MAB, 2010), Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA, abreviadas en inglés como IBA SV006) (Komar e Ibarra 2009) y Área Clave para la Biodiversidad (ACB abreviadas en inglés como KBA número 5) por poseer uno de los pocos bosques nubosos para El Salvador, además de que está compartido con Honduras y Guatemala (UNESCO-MAB, 2010). Como se aprecia en el Cuadro 1, el APTM sirve de refugio a 18 de 25 especies de colibríes reportadas para El Salvador. Según el estatus de conservación del MARN, de esas 18 especies existen cuatro especies bajo criterio En Peligro de extinción (*Atthis ellioti*, *Lamprolaima rhami*, *Doricha enicura* y *Tilmatura dupontii*). (Henríquez 2009, MARN 2009).

El APTM es una de las ANP más importantes del país, según Komar e Ibarra (2009) se ha clasificado como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (IBA SV006) por cumplir con el criterio A1, que implica albergar a las especies globalmente amenazadas como *Penelopina nigra* y *Setophaga chrysoparia*. Según los lineamientos que permiten nombrar un IBA, también cumple con los criterios A2 y A3 por albergar especies de rango restringido y especies restringidas a biomas respectivamente.

Se ha declarado como KBA porque cumple con uno de los criterios necesarios para decretarla como tal, donde alberga especies de aves en **Peligro de extinción**, como *Penelopina nigra* y *Setophaga chrysoparia* (Henríquez, 2009).

Cuadro 1. Especies de colibríes presentes en ATPM según MARN (2009)

<b>ESPECIE<sup>1</sup></b>	<b>NOMBRE COMÚN<sup>1</sup></b>	<b>NOMBRE INGLÉS<sup>2</sup></b>	<b>Estado MARN 2009<sup>2</sup></b>	<b>REPRODUCCIÓN<sup>2</sup></b>
<i>Campylopterus hemileucurus</i>	fandanguero morado	Violet Sabrewing		Anida
<i>Colibri thalassinus</i>	oreja violeta verde	Green Violetear		Anida
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	esmeralda de canivet	Canivet's Emerald		Anida
<i>Hylocharis leucotis</i>	colibrí orejiblanco	White-eared Hummingbird		Anida
<i>Amazilia cyanocephala</i>	colibrí coroniazul	Azure-crowned Hummingbird		No se conoce
<i>Amazilia beryllina</i>	colibrí de berilo	Berylline Hummingbird		Anida
<i>Amazilia rutila</i>	colibrí canelo	Cinnamon Hummingbird		Anida
<i>Lampornis viridipallens</i>	colibrí serrano gorjiverde	Green-throated Mountain-gem		Anida
<i>Lampornis amethystinus</i>	colibrí serrano gorjiamatisto	Amethyst-throated Hummingbird		Anida
<i>Lamprolaima rhami</i>	colibrí alicastaño	Garnet-throated Hummingbird	En Peligro	Anida
<i>Eugenes fulgens</i>	colibrí magnifico	Magnificent Hummingbird		Anida
<i>Heliomaster constantii</i>	picolargo coroniazul	Long-billed Starthroat		Anida
<i>Heliomaster constantii</i>	picolargo coronioscuro	Plain-capped Starthroat		Anida
<i>Doricha enicura</i>	tijereta centroamericano	Slender Sheartail	En Peligro	No se conoce
<i>Tilmatura dupontii</i>	colibrí colipinto	Sparkling-tailed Hummingbird	En Peligro	No se conoce
<i>Archilochus colubris</i>	colibrí garganta de rubí	Ruby-throated Hummingbird		No anida
<i>Atthis ellioti</i>	zumbador centroamericano	Wine-throated Hummingbird	En Peligro	No se conoce
<i>Selasphorus platycercus</i>	zumbador coliancho	Broad-tailed Hummingbird		No se conoce

<sup>1</sup> Tomado de Ber Van Perlo, 2006

<sup>2</sup> Tomado de MARN, 2009

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO

El Área Protegida Trinacional Montecristo (APTMT) está ubicada en la región occidental de El Salvador (Figura 3), específicamente en el municipio de Metapán, departamento de Santa Ana. Esta área que también se comparte con las Repúblicas de Guatemala y Honduras, está inmersa dentro de la Región Trifinio. Posee alturas que van desde los 800 hasta los 2,418 msnm, y una extensión de 1,973 hectáreas (MARN, 2010).

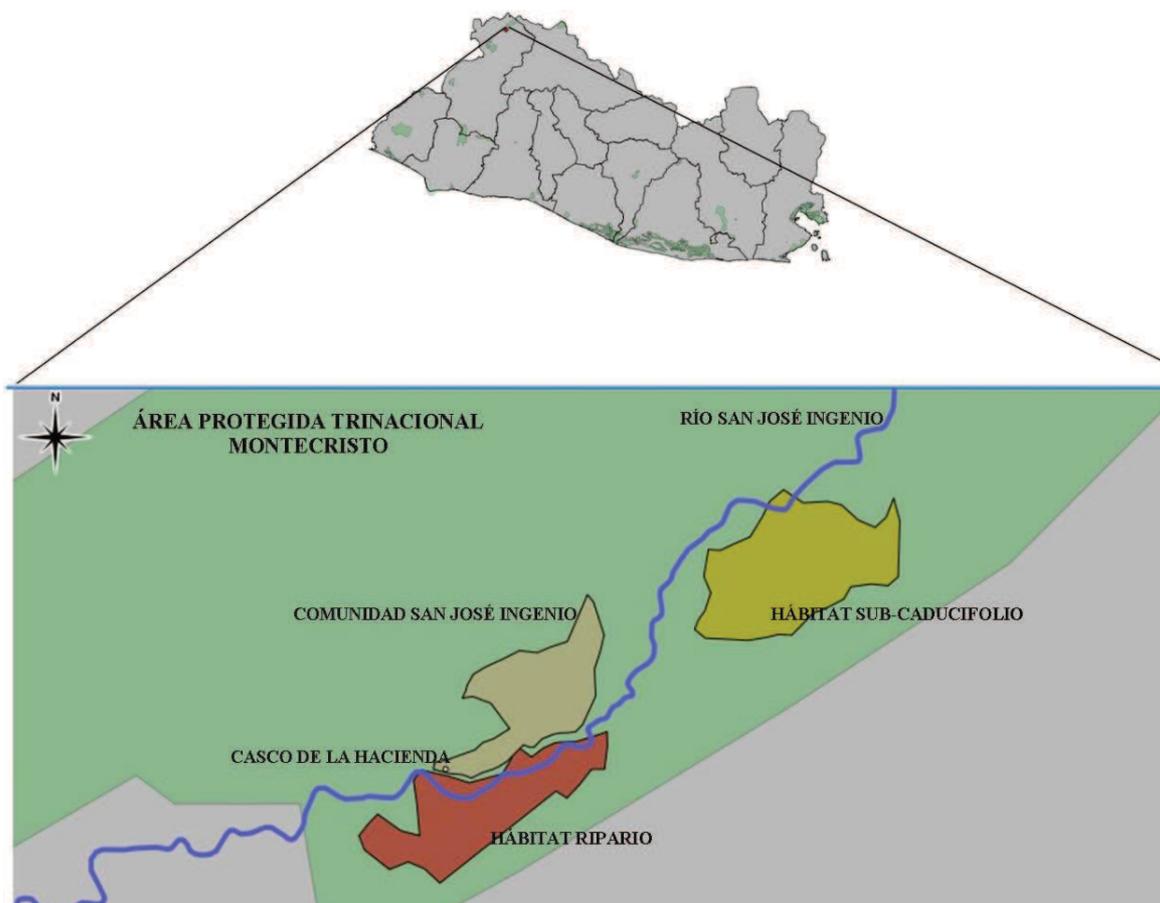


Fig. 3. Ubicación del APTM y de los hábitats muestreados (Sub-caducifolio y Ripario).  
Fuente QGIS 2.0.1. Dafour. 2013

### 3.2. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO

El APTM presenta una topografía accidentada, con pendientes escarpadas y poco pronunciadas. El clima es cálido y seco en las partes bajas y es templado en las partes altas. La temperatura media anual varía entre los 16 y 25°C (MARN, 2010).

La precipitación promedio anual en la zona tiene un rango desde 500 a 1,600 mm y la humedad relativa promedio anual entre 70 % y 88 % (Cardoza, 2011).

La flora del APTM contiene más de 2,000 especies de plantas, entre las cuales se encuentran al menos 14 especies nuevas para la ciencia (como el caso de *Meliosma echeverriae*, identificado por Eunice Echeverría), además posee tres especies de plantas clasificadas como *Vulnerable* a nivel mundial (*Aegiphila panamensis*, *Lonchocarpus santarosanus* y *Dalbergia retusa*) (MARN, 2010).

El APTM presenta cinco zonas de vida según la clasificación de Holdridge (1966): Bosque seco tropical, bosque húmedo subtropical, bosque muy húmedo subtropical, bosque húmedo montano bajo subtropical y bosque muy húmedo montano subtropical (Cardoza, 2011).

Según Holdridge, los tipos de hábitat (Figura 4 y 5) que se muestrearon dentro de la zona de vida Bosque Húmedo subtropical son:

#### Hábitat Sub-caducifolio:

El APTM se ubica entre los 730-900 msnm. Está caracterizado por las familias Leguminosae, Asteraceae y Euforbiaceae (MARN, 2010). Posee una extensión territorial de 692.57 hectáreas (6,925,700 metros cuadrados) (com. pers. Henríquez, 2012)<sup>1</sup>.

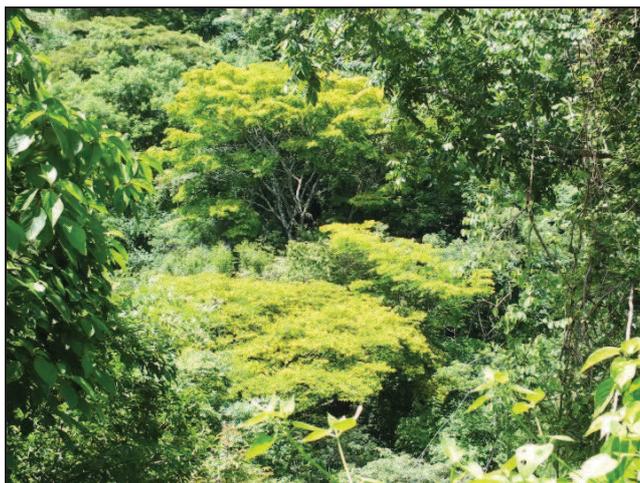


Fig. 4. Vista panorámica del Hábitat Sub-caducifolio del APTM, 2013

<sup>1</sup> Vladlen Henríquez, Licenciado en Biología, Biólogo Independiente, El Salvador.

### Hábitat Ripario:

Constituido principalmente por el Río San José Ingenios, presenta especies características de este tipo de hábitat. El hábitat Ripario se divide en dos estratos, uno de sotobosque conformado principalmente por la especie *Bactris major* y un estrato arbóreo formado por especies como *Salix humboltiana*, *Ficus spp.*, *Castilla elastica*, *Acacia hindsii* y *Andira inermis* (MARN, 2008). Este posee una extensión territorial total de 74.67 hectáreas (746,700 metros cuadrados) (com pers. Henríquez, 2012)<sup>2</sup>.

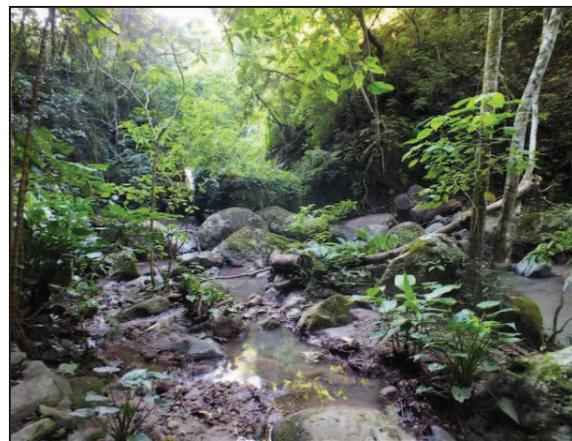
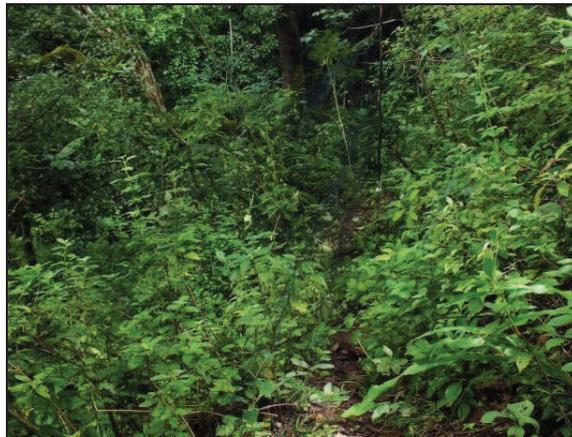


Fig. 5. Vista panorámica del Hábitat Ripario y del Río San José Ingenios del APTM, 2013

<sup>2</sup> Vladlen Henríquez, Licenciado en Biología, Biólogo Independiente, El Salvador.

### 3.3. METODOLOGÍA DE CAMPO

El trabajo de campo se realizó durante cinco meses, desde abril a agosto de 2013. La investigación se realizó en dos tipos de hábitat, Sub caducifolio y Ripario.

Basados en la extensión territorial, se trabajó para el hábitat Sub caducifolio en 10,000 metros cuadrados, ahí se seleccionaron cuatro transectos. Para el hábitat Ripario se trabajó en 5,000 metros cuadrados, identificando y dándole seguimiento a dos transectos en total.

Los transectos están señalizados como 1 y 2 para el hábitat Ripario y transectos 3, 4, 5 y 6 para el hábitat Sub-caducifolio (Figura 6). Se hizo una visita mensual que duró cinco días de trabajo de campo. Para la colecta de datos se utilizó dos metodologías: observación directa y captura con redes de neblina. El área muestreada para la investigación fue de 15,0000 metros cuadrados, abarcando ambos tipos de hábitat.

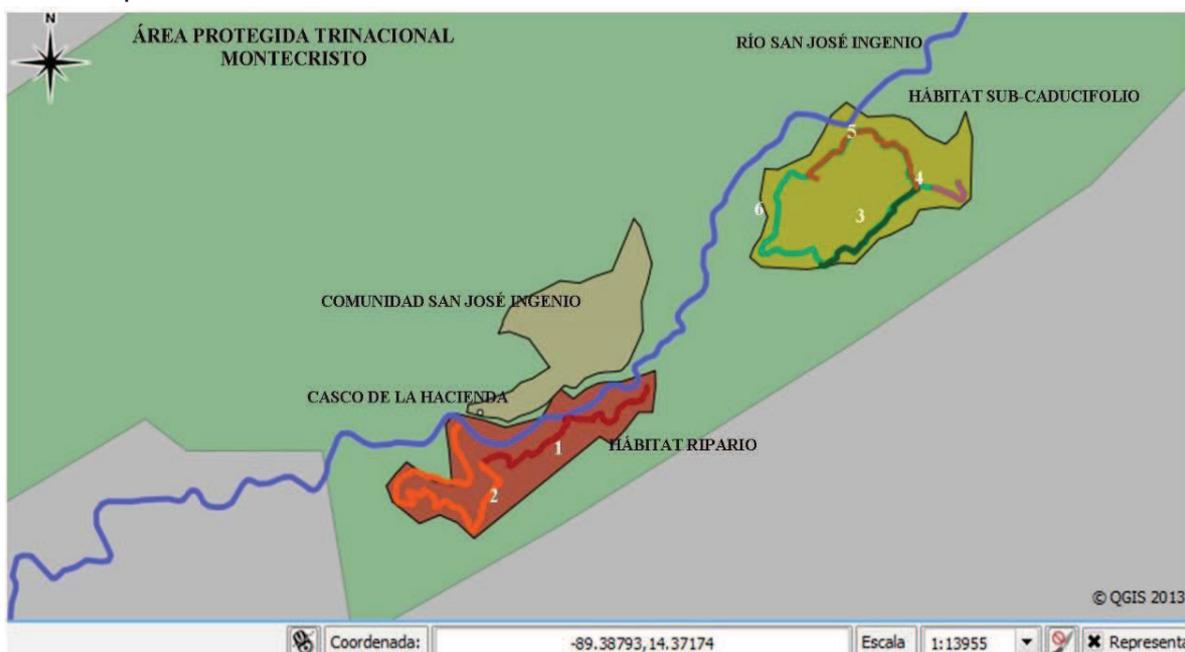


Fig. 6. Colocación de los transectos en hábitat Ripario (número 1 y 2) y Sub-caducifolio (número 3, 4, 5 y 6) del APTM, 2013

#### Observación directa:

En cada tipo de hábitat, se establecieron transectos (dos en Ripario y cuatro en Sub-caducifolio), los cuales fueron recorridos simultáneamente por ambos investigadores.

Siguiendo la metodología propuesta por Martínez (2006), se establecieron transectos de un kilómetro de largo por 40 metros de ancho, 20 a la izquierda y 20

a la derecha. Para mantener independencia de las especies e individuos detectados en cada sitio, los transectos fueron establecidos a una distancia mínima de 1 kilómetro.

Para obtener datos que permitieran determinar la riqueza de colibríes, se utilizó la técnica modificada por Ortiz-Pulido y Díaz (2001) y Martínez (2006). Esta técnica consiste en buscar colibríes a lo largo de los transectos seleccionados, recorriéndolos a una velocidad aproximada de un 1 kilómetro por hora, y observando con mayor atención en las agrupaciones de flores que presentan características de ser polinizadas por los colibríes (plantas ornitófilas).

Los transectos fueron recorridos entre 5:30 y 8:00 a.m. y su recorrido duró de una hora a dos horas. En ciertas partes de los transectos donde se encontraron agrupaciones de flores con características ornitófilas, se hicieron observaciones durante 10 minutos. Para reducir el sesgo en los resultados ocasionado por la diferencia en el tiempo en que se monitorearon los diferentes transectos, ambos eran recorridos al mismo tiempo por los investigadores.

Durante las observaciones en puntos específicos y particularmente cuando los colibríes estuvieron alimentándose, se mantuvo una distancia mínima de dos metros entre el observador y los colibríes. En general, los colibríes son bien conocidos por defender territorios, este comportamiento ha sido observado en diferentes especies de colibríes y también entre individuos de la misma especie. Algunos colibríes también pueden estresarse ante la presencia humana, lo que ocasiona que abandonen el sitio (com. pers. Maglianesi, 2012)<sup>3</sup>

Se identificó como una interacción como mutualista cuando se observaba contacto entre el pico del colibrí y las partes reproductivas de las flores. Aunque esta investigación está dirigida a documentar las interacciones de tipo mutualista, también se identificó y tomó notas sobre las interacciones donde los colibríes se alimentaban; pero sin entrar en contacto con las partes reproductivas de la planta, identificando este tipo de interacción como “robo de néctar” o “visita ilegítima”. Las interacciones se documentaron fotográficamente, con cámaras marca Fujifilm FinePix 30X y Sony α500 con lente 300 mm (Figura 7).

<sup>3</sup> María Alejandra Maglianesi. Estudiante PhD. e investigadora de la Universidad Nacional Estatal a Distancia UNED, Costa Rica.



Fig. 7. Observación directa y toma de fotografías en los hábitat muestreados del APTM, 2013



Fig. 8. Identificación con guías especializadas de colibríes. APTM, 2013

La identificación de los colibríes se realizó con ayuda de binoculares Bushnell 10x42mm y Pentax 8x40mm, y guías de identificación de aves como *The Sibley Guide to birds* (Sibley, 2001) y *The birds of Mexico and Central America* (Van Perlo, 2006) (Figura 8).

Para cada observación, se anotó en la hoja de campo los siguientes datos: especie de colibrí, especie de planta visitada, fecha, tipo de hábitat, número de transecto, nombre del observador y acompañantes, hora de inicio y finalización de las observaciones (Anexo 1).

### Captura con Redes de Neblina:

Para poder determinar con mayor precisión las interacciones entre plantas y colibríes, se colectó granos de polen encontrados en los colibríes. Se colocaron nueve redes de neblina en total, distribuidas de la siguiente manera: seis en Sub-caducifolio y tres en Ripario, las cuales fueron revisadas por ambos investigadores. Se trabajó con redes durante un día en cada hábitat.

Se identificaron como redes “A, B y C” en hábitat Ripario y “D, E, F, G, H e I” para hábitat Sub-caducifolio (Figura 9).

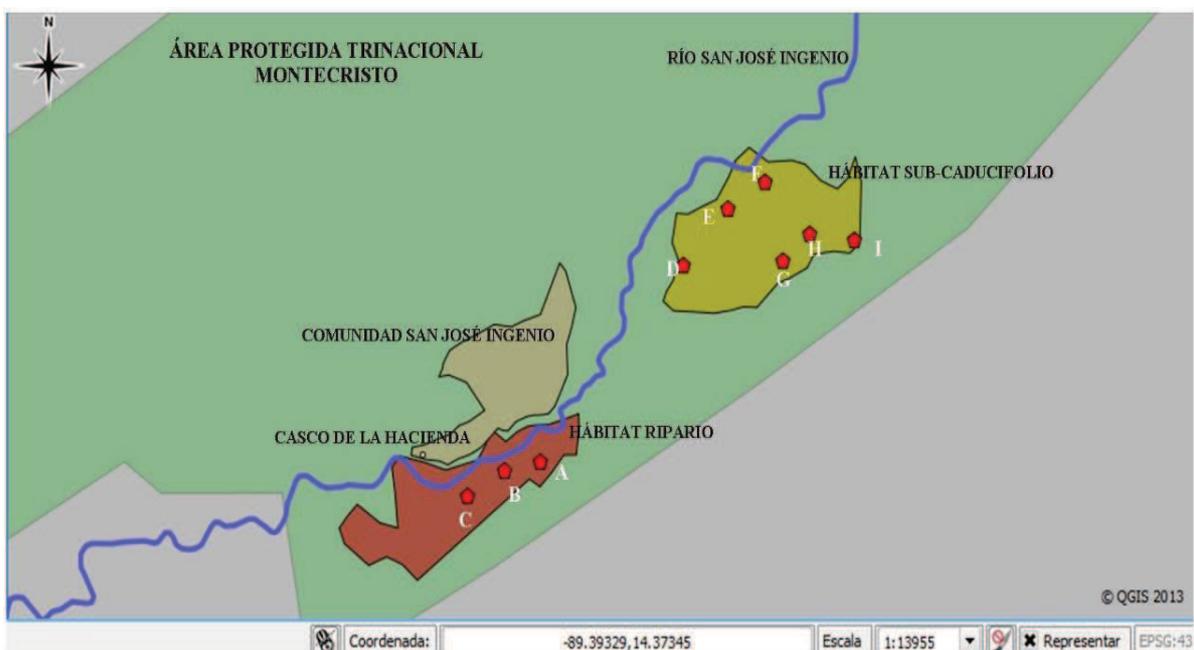


Fig. 9. Colocación de las redes de neblina en hábitat Ripario (A, B y C) y Sub-caducifolio (D, E, F, G, H e I) del APTM, 2013

Las redes utilizadas tienen medidas de 2.6 metros de alto x 12 metros de largo, con una luz de malla de 36 mm. Fueron colocadas a una distancia de 200 metros entre cada red (Figuras 10 y 11).



Fig. 10. Colocación de redes de neblina en el hábitat Ripario y Sub-caducifolio del APTM, 2013.

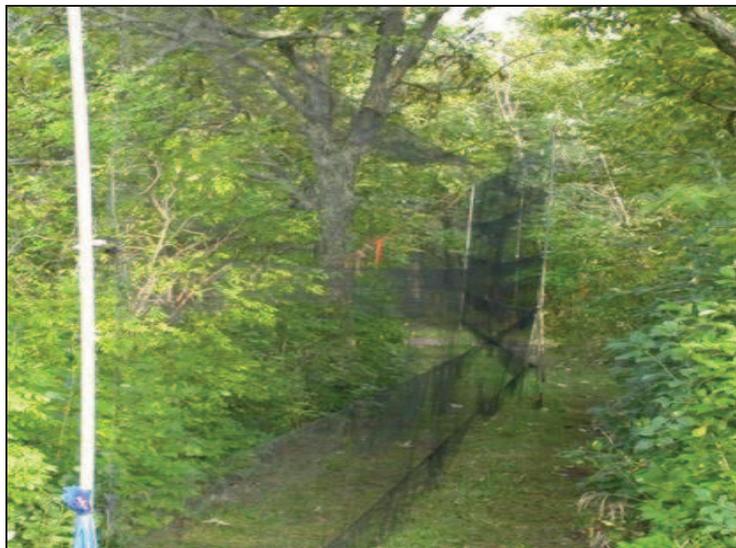


Fig. 11. Red de neblina abierta, ubicada en el hábitat Sub-caducifolio del APTM, 2013.

Las redes fueron abiertas 15 minutos después del amanecer local y se cerraron a las 5:00 pm, siempre y cuando el tiempo atmosférico lo permitía. En total se trabajó 60 horas/red en hábitat Sub-caducifolio y 30 horas/red en hábitat Ripario. En promedio se trabajó 90 horas/red por muestreo, acumulando un total de 450 horas/red en toda la investigación.

Para incentivar a los colibríes a acercarse a las redes de neblina, se utilizaron bebederos comerciales (de plástico) y fabricados manualmente con bambú, estos fueron ubicados a una distancia promedio de 2 metros de las redes de neblina. (Figura 12)



Fig. 12. Bebederos de plástico y de bambú utilizados en ambos tipos de hábitat del APTM, 2013

Las aves que se capturaron fueron extraídas de las redes inmediatamente (Figura 13 y 14), utilizando técnicas especiales aprendidas de especialistas que llevaron a cabo el Monitoreo de Sobrevivencia Invernal MoSI (SalvaNATURA).

De acuerdo a la metodología propuesta por Rusell y Rusell (2001), las redes se revisaron cada 30 minutos; pero en presencia de diferentes factores tales como: condiciones atmosféricas extremas (viento tempestuoso, luz directa del sol, temperaturas menores a 20°C o mayores a 32°C), presencia de depredadores, perturbación antropogénica cerca de las redes o cuando se tuvieron demasiadas aves capturadas en una sola red y los investigadores no fueran capaces de sacarlos de la red rápidamente, las redes fueron cerradas.



Fig. 13. Extracción de *Campylopterus hemileucurus* macho capturado en hábitat Sub-caducifolio del APTM, 2013.



Fig. 14. Extracción de dos *Basileuterus rufifrons*, capturados en red del hábitat Ripario del APTM, 2013.

Las aves capturadas que no fueron colibríes, se registraron en una hoja de campo (Anexo 2) con datos como: tipo de hábitat, número de transecto, número de red, especie, número de individuos por especie y notas adicionales, para contribuir con información al APTM.

Los colibríes capturados, tanto los que sufrieran algún tipo de estrés ocasionado durante el manejo de la red y la toma de datos como a los que no, se les ofreció solución azucarada para que se recuperaran y pudieran ser liberados sin ningún problema, tal como se observa en la Figura 15.



Fig. 15. Alimentando con agua azucarada a individuos de *Amazilia beryllina* y *Chlorostilbon canivetii* capturados hábitat Ripario del APTM, 2013

Las especies capturadas, se documentaron con fotos, como se muestra en la Figura 16 y luego se liberaron a cierta distancia de la red donde fueron capturadas.

Al inicio de la investigación se propuso que si por algún motivo se tenía una fatalidad, es decir se tuviera un ave muerta durante el proceso de captura, serían colectadas y llevadas al MUHNES y el Museo de Zoología de la Universidad de El Salvador, donde serían preparadas como material de estudio (pieles de colección), sirviendo de esta manera para futuras investigaciones.



Fig. 16. Individuo de *Psarocolius wagleri* capturado en hábitat Sub-caducifolio del APTM, 2013.

#### Colecta de Polen y Medidas:

Siguiendo la metodología propuesta por Feinsinger (1978), Smith (1993), Samboní (2010), Rosero y Sazima (2004), a cada colibrí capturado se le removieron los granos de polen que se encontraban en la maxila, mandíbula, frente y/o garganta (Figura 17). El polen fue colectado usando cinta adhesiva transparente, tal como lo muestra la Figura 18. Cada muestra de polen colectada por individuo fue debidamente rotulada con datos detallados en el Anexo 3 y ubicada dentro de depósitos plásticos (Figura 19).

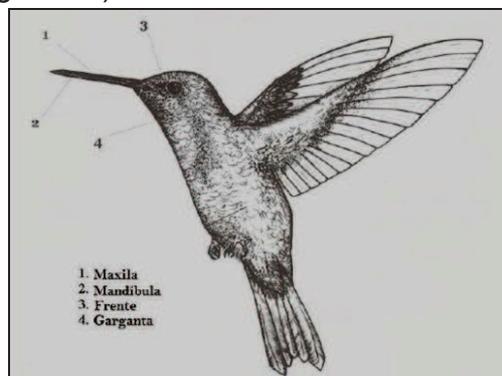


Fig. 17. Regiones anatómicas del colibrí que entran en contacto con los granos de polen.

Fuente: Samboní 2010.



Fig. 18. Extracción de granos de polen en *Amazilia beryllina*, capturado en hábitat Sub-caducifolio del APTM, 2013.



Fig. 19. Depósito plástico con muestras del polen colectado en especies de colibríes del APTM, 2013.

Posteriormente se les cortó una pequeña parte de una rectriz para poder llevar control sobre los individuos capturados. Los datos fueron colectados utilizando la hoja de campo detallada en el Anexo 4, la cual incluye datos de hábitat, especie de colibrí, número de red, fecha, hora y nombre del colector. Luego de la colecta de datos y fotografías, los colibríes se liberaron con cierta distancia de la red donde fueron capturados (Figura 20).



Fig. 20. Liberación de *Campylopterus hemileucurus* capturado en hábitat Sub-caducifolio del APTM, 2013

En base a las observaciones de interacciones realizadas en los transectos, se tomaron diferentes datos de las plantas interactuantes los cuales están detallados en el Anexo 5. También, se fotografiaron y se colectaron flores para poder extraer los granos de polen en el laboratorio tal como se observa en la Figura 21. Los recorridos para colectar flores fueron realizados después de finalizar la observación directa en los transectos previamente recorridos.



Fig. 21. Colecta de flores de *Russelia sarmentosa* y *Pitcairnia imbricata* del APTM, 2013

### 3.4. METODOLOGÍA DE LABORATORIO

Las cargas de polen colectadas fueron analizadas con un microscopio estereoscópico y un microscopio óptico marca AmScope. Para poder documentar el polen colectado se utilizó una cámara fotográfica marca AmScope (MD35 de máxima resolución 640x480) que está adaptada a ambos equipos. Las imágenes obtenidas fueron útiles no solo para documentar, sino también para poder estudiar y analizar con más profundidad la morfología del polen.

La clasificación de los granos de polen fue realizada bajo la asesoría de la Lic. Nohemy Guerra, responsable de la oficina de Investigación del APTM, ubicada en el Casco de la Hacienda San José Ingenios, más la asesoría de la MSc. Miriam Cortez de Galán en la Escuela de Biología de la Universidad de El Salvador (Figura 22 y 23).



Fig. 22. Observación y clasificación de los granos de polen en la oficina de Investigación del APTM, 2013



Fig. 23. Observación y clasificación de los granos de polen colectados, Escuela de Biología, Universidad de El Salvador, 2013. Foto: Martínez Galán.

Se utilizó las cargas de polen de las flores para realizar la primera colección palinológica de referencia. Posteriormente, esta colección palinológica se utilizaría para contrastar con las cargas de polen de los colibríes.

Los granos de polen fueron identificados con guías palinológicas como *Pollen Morphology and Plant taxonomy* (Erdtman, 1952) y la guía disponible en internet del *Smithsonian Tropical Research Institute* (STRI).

La identificación de las plantas ornitófilas se realizó por medio de fotografías con el apoyo de la Lic. Nohemy Guerra, responsable de la oficina de Investigación del APTM; la Lic. Jenny Menjívar, responsable del Herbario del Museo de Historia Natural de El Salvador (MUHNES) y del Lic. Carlos Elías, encargado del Herbario del Instituto Tropical de Investigación Científica (ITIC) de la Universidad de El Salvador, así como de guías especializadas (CONCULTURA, 2009).

### 3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para determinar la diversidad de especies de colibríes obtenida mediante observaciones directas, primero se utilizaron curvas de rarefacción (una curva por tipo de hábitat) las cuales sirven para tratar de una manera equitativa los datos obtenidos de riqueza (Carmona y Carmona 2013).

El uso de las curvas de rarefacción es debido a que el tamaño de las muestras a obtener en el medio no pueden ser iguales entre los tipos de hábitat (Moreno, 2001). Los datos al ser rarefactados bajo el índice de Shannon-Wiener, sirvieron para determinar si existen diferencias entre la riqueza de colibríes obtenida por tipo de hábitat.

Se utilizó el índice de diversidad Shannon-Wiener para comparar los datos de riqueza de colibríes entre los dos tipos de hábitat por muestreo (Moreno, 2001).

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde:  $p_i$  es la abundancia proporcional de la especie  $i$ . En términos matemáticos, para obtener este valor fue necesario obtener el número de individuos de la especie  $i$  y dividirlo entre el número total de individuos de la muestra.

Para cada hábitat muestreado, se utilizaron las observaciones directas y se elaboraron matrices que facilitaron visualizar cualitativamente la relación entre las especies de plantas y colibríes que interactuaron por tipo de hábitat, tal como lo sugieren las investigaciones realizadas por Rodríguez y Araujo (2011), Martínez (2006) y Stiles (1979).

Los programas utilizados para analizar los datos obtenidos en la investigación fueron los paquetes estadísticos EstimateS versión 9.1.0, StatSoft STATISTICA y Microsoft Office Excel 2007.

## IV. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la investigación realizada en los meses de abril a agosto del 2013, en el Área Protegida Trinacional Montecristo, en dos tipos de hábitat Sub-caducifolio y Ripario, ubicados entre los 730-900 msnm.

La metodología comprendió las fases de campo y de laboratorio. La fase de campo abarcó un total de 60 horas esfuerzo/hombre en Observación directa y un total de 450 horas de esfuerzo/red en Captura con redes de neblina, tal como se detalla en el Cuadro 2 y la fase de laboratorio duró 45 horas. Totalizando 555 horas de esfuerzo en toda la investigación.

Cuadro 2. Esfuerzo de muestreo en base a las metodologías de campo utilizadas por tipo de hábitat en el APTM. Año 2013.

Hábitat	Observación directa (horas)	Captura con redes (horas/red)
Sub-caducifolio	40	300
Ripario	20	150
<b>TOTAL</b>	60	450

### 4.1. RIQUEZA DE COLIBRÍES

Se identificó una comunidad de colibríes conformada por cinco especies, entre machos y hembras, que registraron interacciones con 24 especies de plantas, de los estratos: arbustivos, arbóreos, epífitos, trepadores y herbáceos. De las cuales ninguna se encuentra en categoría de *Amenazada* ni en *Peligro de extinción* según el MARN (2009).

En la Figura 24 se muestra a las especies *Hylocharis leucotis* (A), *Amazilia rutila* (B), *Amazilia beryllina* (C y D), *Chlorostilbon canivetii* (E y F) y *Campylopterus hemileucurus* (G y H).

En base a la metodología de observación directa, se obtuvo conocimientos acerca de las conductas territoriales que algunas especies de colibríes manifestaron durante la investigación realizada. Individuos de las especies *Amazilia beryllina* y *Campylopterus hemileucurus* se comportaron como territoriales durante las floraciones abundantes de plantas como *Cornutia pyramidata* y *Pitcairnia imbricata*. Se observó además a individuos de *Chlorostilbon canivetti* comportándose como excluyentes ante la presencia de *A. beryllina* y *C. hemileucurus*, alimentándose de flores alienadas a las grandes agrupaciones

florales, sin embargo pudo identificarse conductas territoriales con otros individuos de la misma especie en sus zonas de alimentación.

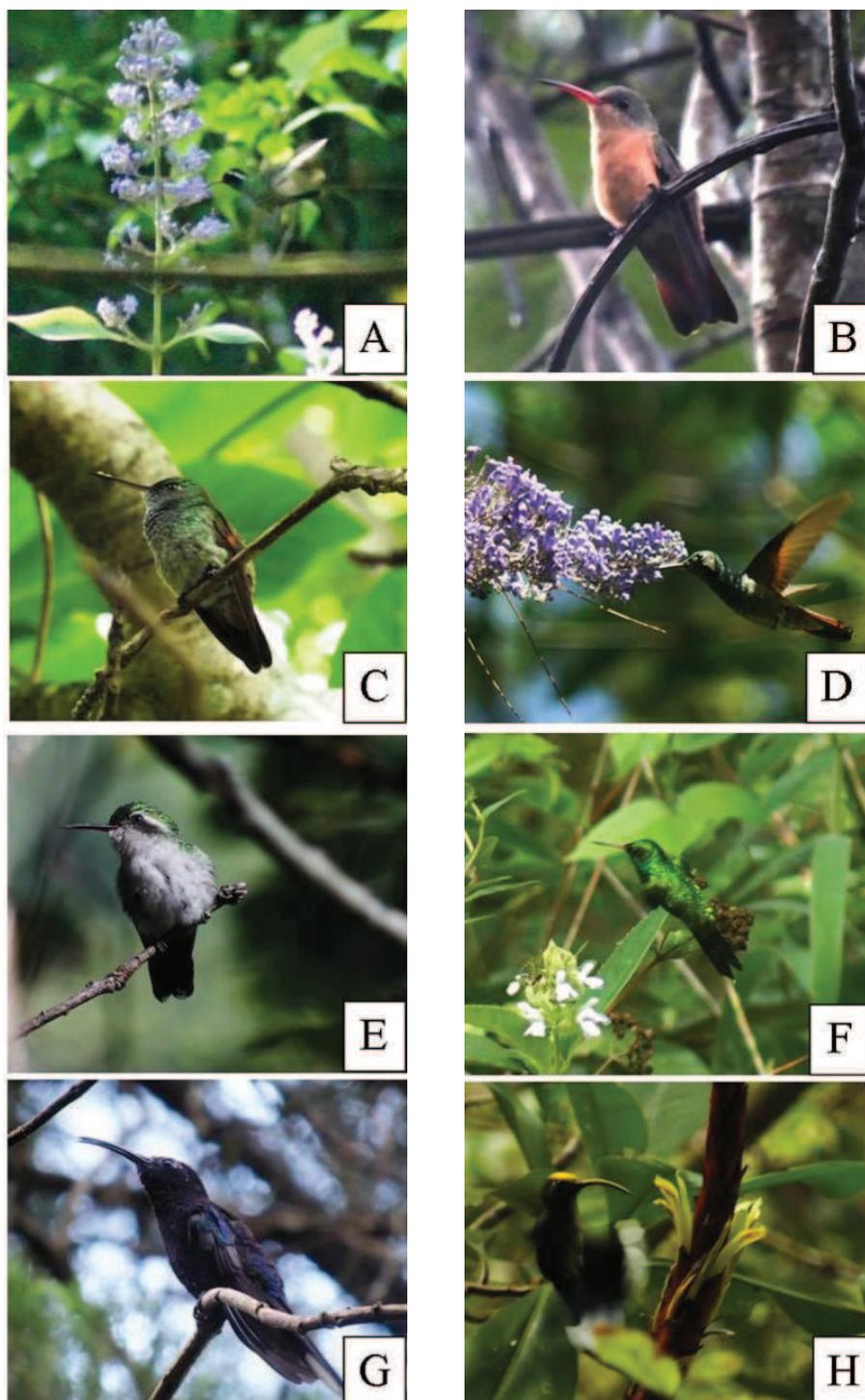


Fig. 24. Especies de colibríes registradas en los hábitat Sub-caducifolio y Ripario del APTM, 2013

En el Gráfico 1, se muestra la riqueza de colibríes reportados para el Hábitat Sub-caducifolio de acuerdo al porcentaje de observaciones registradas durante los muestreos. Basados en el valor de N=33 observaciones, se identifica a la especie *Amazilia beryllina* como el más observado (61%), y se reporta a la especie *Campylopterus hemileucurus* como el menos registrado con tan sólo el 3% de las observaciones.

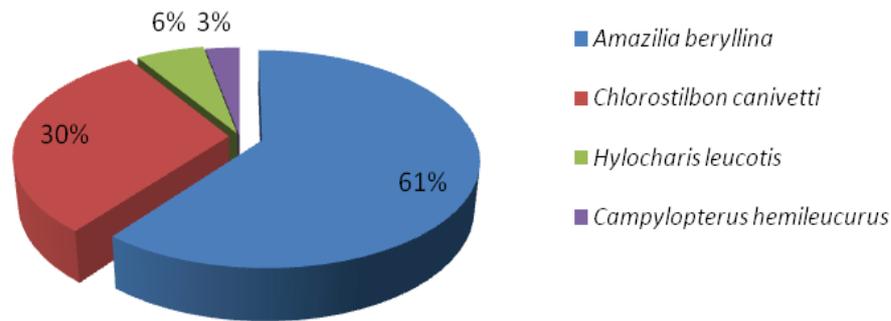


Gráfico 1. Porcentaje de la riqueza de colibríes reportados en el hábitat Sub-caducifolio del APTM, 2013.

Seguidamente, se muestra en el Gráfico 2 la distribución por porcentaje de las especies de colibríes para hábitat Ripario. En base al valor obtenido de N=18 observaciones en total, se observa de igual manera que la especie que resultó con el porcentaje más alto fue *Amazilia beryllina* con 56%, mientras que *Campylopterus hemileucurus* también presentó en este tipo de hábitat la menor frecuencia con tan sólo el 5%.

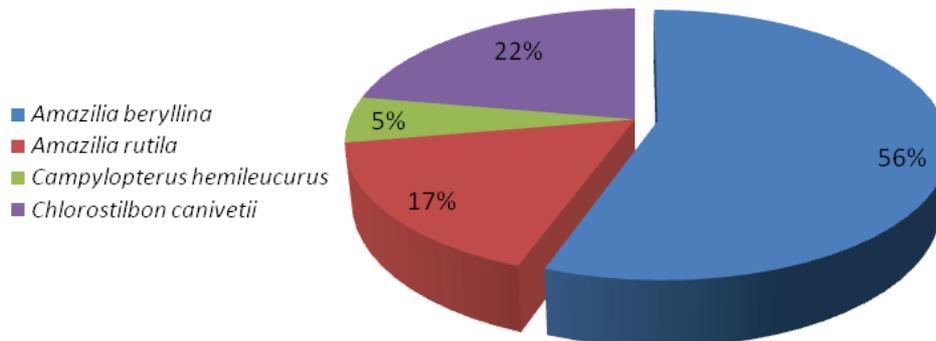


Gráfico 2. Porcentaje de la riqueza de colibríes reportados en el hábitat Ripario del APTM, 2013.

De acuerdo a lo que se presenta en ambos gráficos, se puede observar que se registró a tres de las cinco especies de colibríes en ambos hábitat (*Amazilia beryllina*, *Chlorostilbon canivetii* y *Campylopterus hemileucurus*), sin embargo *Amazilia rutila* se registró sólo en el hábitat Ripario, mientras que la especie *Hylocharis leucotis* se reportó únicamente para el hábitat Sub-caducifolio.

## 4.2. INTERACCIONES MUTUALISTAS

### 4.2.1. Según especie

En base al Gráfico 3, se puede observar que los colibríes que más interactuaron con las plantas en el hábitat Sub-caducifolio fueron los machos de *Amazilia beryllina* con seis interacciones en el transecto uno, cinco en el transecto dos y cuatro en el transecto tres, mientras que en el transecto cuatro se registró a las hembras de la misma especie con cinco interacciones.

La siguiente especie con mayor frecuencia de observación fue *Chlorostilbon canivetti*, para lo cual registran las hembras de esta especie en el transecto uno y cuatro, la cantidad de tres observaciones en cada uno. Los machos de esta especie fueron observados en los transectos uno, tres y cuatro con sólo una observación.

Durante el estudio, se observó una mayor diversidad de especies de colibríes interactuantes en el transecto dos, con tres especies registradas (*Amazilia beryllina*, *Hylocharis leucotis* y *Campylopterus hemileucurus*) entre hembras y machos. El mayor registro de machos se observó en el transecto tres. Mientras que la menor diversidad de colibríes interactuantes fue en los otros tres transectos, con dos especies cada uno.

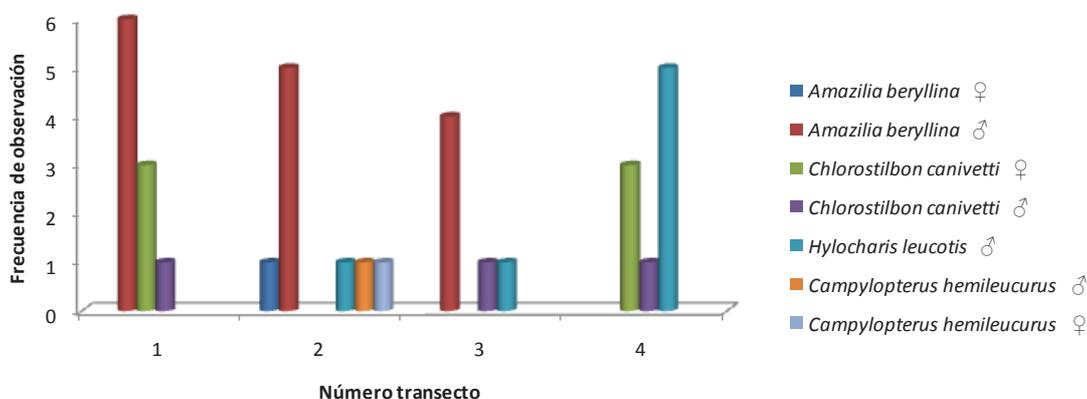


Gráfico 3. Interacciones de colibríes por transecto, hábitat Sub-caducifolio del APTM, 2013.

En el Gráfico 4, se observa que la especie de colibrí que registró mayor cantidad de interacciones con plantas en el hábitat Ripario fue *Amazilia beryllina* con cuatro registros en el transecto uno y seis en el transecto dos. La especie *Amazilia rutila* y *Chlorostilbon canivetti* le siguen con dos observaciones.

El transecto que reportó mayor diversidad de especies de colibríes interactuando con plantas en el hábitat Ripario fue el número uno, observando cuatro especies

de colibríes, mientras que en el transecto dos fueron tres especies de colibríes las observadas (*Amazilia beryllina*, *Amazilia rutila* y *Chlorostilbon canivetii* macho y hembra).

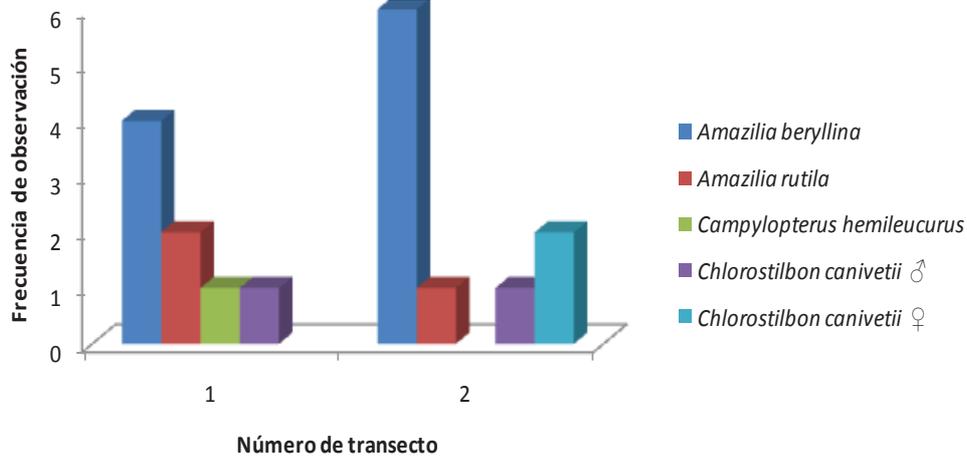


Gráfico 4. Interacciones de colibríes por transecto, hábitat Ripario del APTM, 2013.

#### 4.2.2. Según transecto

El Gráfico 5, muestra una comparación de las interacciones mutualistas registradas entre los transectos ubicados en el hábitat Sub-caducifolio. Se observa que el transecto número uno fue el que más interacciones entre plantas y colibríes registró, con un total de 10. Seguidamente se encuentran los transectos dos y cuatro registrando nueve interacciones. Finalmente el transecto tres fue el que menos interacciones registró, con tan sólo seis.



Gráfico 5. Interacciones registradas por transecto, hábitat Sub-caducifolio del APTM, 2013.

El Gráfico 6, muestra la comparación de las interacciones mutualistas registradas entre los transectos uno y dos correspondientes al hábitat Ripario, registrando 10 interacciones entre plantas y colibríes para el transecto número dos y ocho interacciones en total para el transecto número uno.

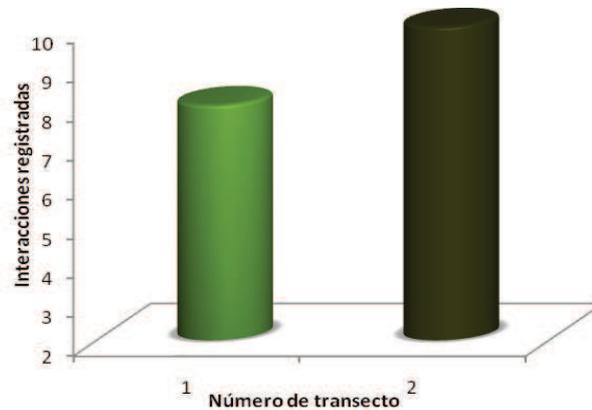


Gráfico 6. Interacciones registradas por transecto, hábitat Ripario del APTM, 2013.

#### 4.2.3. Según hábitat

En el Gráfico 7, se puede observar una comparación de las interacciones mutualistas registradas por tipo de hábitat. Se encontró que hay una tendencia a registrar más interacciones entre especies de plantas y colibríes para el hábitat Sub-caducifolio. La mayor cantidad de interacciones registradas fueron 10, reportadas para el mes de agosto, seguido del mes de abril con nueve, junio con seis y el mes donde se registró menor número de interacciones fue mayo con cuatro interacciones.

Como fue expresado anteriormente, en el hábitat Ripario se observó una menor cantidad de interacciones mutualistas. Igualmente, se puede apreciar que abril y julio fueron los meses donde se observó mayor cantidad, registrándose seis y cuatro interacciones respectivamente. Los meses con menos registros fueron mayo y agosto, detectándose únicamente dos interacciones.

La mayor cantidad de interacciones para el hábitat Sub-caducifolio se reportó en agosto, mientras que para el hábitat Ripario fue abril. Se registró la menor cantidad de interacciones colibrí-planta en el mes de mayo para ambos hábitat.

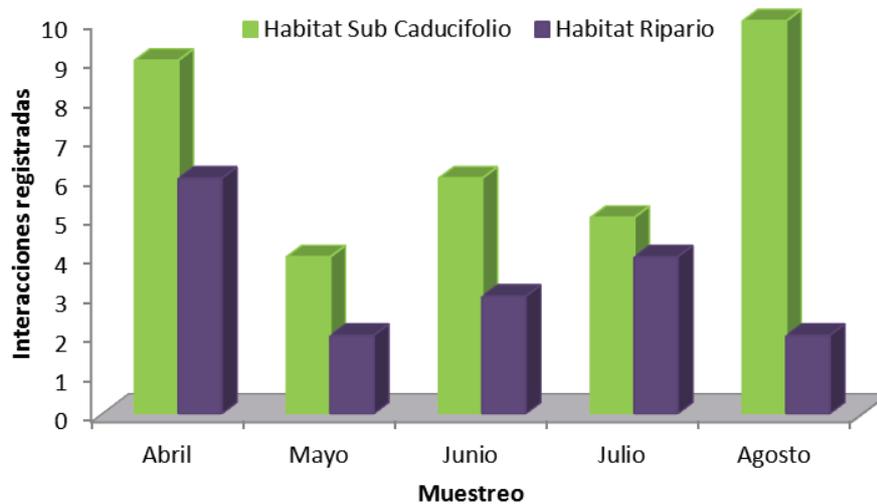


Gráfico 7. Interacciones registradas por tipo de hábitat en los cinco muestreos realizados en el APTM, 2013.

#### 4.3. ESPECIES DE COLIBRÍES Y PLANTAS INTERACTUANTES

A continuación se muestra en los cuadros 3 y 4, la relación entre las especies de colibríes y plantas en los dos tipos de hábitat muestreados.

En el Cuadro 3, se resumen las interacciones mutualistas registradas en el hábitat Sub-caducifolio, estas interacciones se identificaron cuando se observó contacto entre el cuerpo del colibrí y las partes reproductivas de las flores. Se encontró que los machos del colibrí *Amazilia beryllina* interactuaron con diez especies de plantas de las 17 identificadas para el hábitat Sub-caducifolio. Esto representa el 58% de las interacciones observadas para este tipo de hábitat. Seguidamente se reporta a las hembras de *Chlorostilbon canivetii* interactuando con siete especies de plantas, lo que representa el 41% de las interacciones registradas.

Se puede observar que la especie de planta *Cornutia pyramidata*, ha sido la que presenta más interacciones, pues es preferida por tres de las cuatro especies de colibríes identificadas en este tipo de hábitat, lo que indica que el 80% de los colibríes registrados la visitan.

En el Cuadro 4, se presenta la relación entre riqueza de colibríes con plantas interactuantes en el hábitat Ripario, mostrando que la especie *Amazilia beryllina* registró la mayor cantidad de interacciones, interactuando con ocho de las 13 especies de plantas identificadas en el hábitat Ripario. Esto es el 73% de las interacciones registradas.

También, se observa que las hembras de *Chlorostilbon canivetii* y *Amazilia rutila* interactuaron con tres especies de plantas, que juntas representan el 27% del total de las interacciones reportadas. Se obtuvo el único registro de *Amazilia beryllina* hembra para este tipo de hábitat interactuando con la especie de bromelia *Thillandsia flabellata*.

También, en el cuadro número 4 se muestra que las especies de planta *Inga vera*, *Mandevilla subsagittata* y *Cornutia pyramidata* interactuaron con dos especies de colibríes cada una, esto representa la mayor cantidad de interacciones registradas para las especies de plantas en el hábitat Ripario.

Asimismo, se observa que la especie de planta *Mandevilla subsagittata*, una liana de estrato trepador conocida localmente como “loroco de ratón”, es utilizada únicamente por machos y hembras de la especie *Chlorostilbon canivetii* en este hábitat

Las especies de plantas con menores registros de interacción con colibríes fueron *Inga sp*, *Quercus sp*, *Quercus peduncularis*, *Poepiggia procera*, *Calliandra houtsoniana* y *Blepharodon mucronatum* reportando sólo una interacción.

En el hábitat Ripario, sólo se observó a un individuo macho de *Campylopterus hemileucurus* interactuando con la especie de planta *Inga vera*, la cual pertenece al estrato arbóreo.

Los resultados de esta investigación muestran que las especies de colibríes *Amazilia beryllina* y *Chlorostilbon canivetii* presentan interacciones con una mayor cantidad de especies de las plantas para ambos hábitats. Lo que significa que pueden categorizarse como especies *generalistas*. Interpretando en términos ecológicos, estas especies tienen un papel importante en los hábitats muestreados, ya que garantizan la existencia de varias especies de plantas con las cuales interactúan.

Las especies de plantas que presentaron mayores registros de interacciones para ambos hábitat muestreados fueron *Cornutia pyramidata* y *Pitcairnia imbricata*, al presentar una mayor diversidad de interacciones con los colibríes pueden ser categorizadas como especies *generalistas*, lo que significa que son vitales para la alimentación de más de una especie de colibrí.

Cuadro 3. Interacciones entre colibríes y plantas en el hábitat Sub-caducifolio del ATPM, 2013

BOSQUE SUB-CADUCIFOLIO							
Especies de plantas	Especies de colibríes						
	<i>Amazilia beryllina</i> ♂	<i>Amazilia beryllina</i> ♀	<i>Chlorostilbon canivetii</i> ♀	<i>Chlorostilbon canivetii</i> ♂	<i>Hylocharis leucotis</i> ♂	<i>Campylopterus hemileucurus</i> ♂	<i>Campylopterus hemileucurus</i> ♀
<i>Inga sp</i>				x			
<i>Quercus sp</i>	x						
<i>Caesaria corymbosa</i>			x				
<i>Prockia crucis</i>			x				
<i>Hauya elegans lucida</i>			x				
<i>Quercus peduncularis</i>				x			
<i>Prestonia mexicana</i>	x		x				
<i>Thillandsia flabellata</i>	x	x					
<i>Calliandra haematocephala</i>	x						
<i>Mandevilla supsagittata</i>	x						
<i>Luehea candida</i>	x						
<i>Genipa americana</i>	x						
<i>Poeppigia procera</i>			x				
<i>Cornutia pyramidata</i>	x		x	x	x		
<i>Calliandra houtsoniana</i>	x						
<i>Pitcairnia imbricata</i>	x		x			x	x
<i>Blepharodon mucronatum</i>					x		

Cuadro 4. Interacciones entre colibríes y plantas en el hábitat Ripario del ATPM, 2013

HÁBITAT RIPARIO					
Especies de plantas	Especies de colibríes				
	<i>Amazilia beryllina</i>	<i>Chlorostilbon canivetii</i> ♀	<i>Chlorostilbon canivetii</i> ♂	<i>Amazilia rutila</i>	<i>Campylopterus hemileucurus</i> ♂
<i>Inga vera</i>	x				x
<i>Thillandsia caput-medusae</i>	x				
<i>Inga sp</i>	x				
<i>Gliricidia sepium</i>				x	
<i>Mandevilla subsagittata</i>		x	x		
<i>Poeppegia procera</i>				x	
<i>Genipa americana</i>	x				
<i>Rusellia sarmentosa</i>	x				
<i>Psychotria sp</i>		x			
<i>Helicteres guazumifolia</i>				x	
<i>Cornutia pyramidata</i>	x	x			
<i>Hamelia patens</i>	x				
<i>Luehea candida</i>	x				

#### 4.4. CARACTERIZACIÓN DE LAS PLANTAS INTERACTUANTES

Para esta investigación se reportó dentro de la comunidad de plantas registradas, especies típicas del hábitat Sub-caducifolio como *Caesaria corymbosa*, *Quercus sp* y *Quercus peduncularis* la cuales son propias de vegetación de transición. Mientras que para el hábitat Ripario predominaron las especies arbóreas como *Inga vera* e *Inga sp*.

En el Cuadro 5, se observan las características más sobresalientes de las 24 especies de plantas registradas realizando interacciones con los colibríes durante el estudio, mostrando que el color predominante en las flores o brácteas fue el blanco pues se documentó esta característica en ocho especies, seguido del color rojo observado en siete especies, el color amarillo fue identificado en seis especies de plantas; las coloraciones de las flores con menores observaciones fueron los colores lila, anaranjado y morado con una especie de planta respectivamente.

Según el estrato de las plantas reportadas, las que presentaron mayores registros de interacción fueron las especies del estrato arbóreo, con 10 de las 24 plantas interactuantes, luego se encontró el estrato arbustivo con siete especies interactuando con los colibríes y con menor registro de interacciones están las plantas con estrato trepador, epífita y herbáceo (Cuadro 5).

En base al hábitat en el cual se documentaron las interacciones, se puede observar que la mayor riqueza de plantas que presentaron interacciones se encontró en el hábitat Sub-caducifolio, con 11 especies de las 24, mientras que en el hábitat Ripario se encontraron solo siete especies. También, se observó que seis especies de plantas registraron interacciones en común para ambos hábitat (Cuadro 5).

Las familias de plantas predominantes preferidas por los colibríes para realizar interacciones fueron Fabaceae con seis representantes, seguido de la familia Bromeliaceae y Rubiaceae con tres especies cada una. Las familias con tan sólo una especie de planta interactuante fueron Onagraceae, Malvaceae, Sterculiaceae, Asclepiadaceae, Plantaginaceae y Lamiaceae (Cuadro 5).

Cuadro 5. Características de las plantas interactuantes registradas en hábitat del APTM, 2013

FAMILIA	ESPECIE	COLOR COROLA/BRÁCTEA	HÁBITO	MES DE FLORACION	HÁBITAT REGISTRADO
Apocynaceae	<i>Prestonia mexicana</i>	blanca	trepadora	abril	Sub caducifolio
Apocynaceae	<i>Mandevilla subsagittata</i>	amarilla	trepadora	mayo	Sub caducifolio-Ripario
Asclepiadaceae	<i>Blepharodon mucronatum</i>	blanca	trepadora	agosto	Sub caducifolio
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia imbricata</i>	roja	hierba	agosto	Sub caducifolio
Bromeliaceae	<i>Thillandsia caput-medusae</i>	roja	epífita	abril	Ripario
Bromeliaceae	<i>Thillandsia flabellata</i>	roja	epífita	abril-mayo	Sub caducifolio
Fabaceae	<i>Calliandra haematocephala</i>	roja	arbusto	mayo	Sub caducifolio
Fabaceae	<i>Calliandra houstoniana</i>	roja	arbusto	junio	Sub caducifolio
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	lila	árbol	abril	Ripario
Fabaceae	<i>Inga vera</i>	blanca	árbol	abril	Ripario
Fabaceae	<i>Poeppegia procera</i>	amarilla	árbol	junio	Sub caducifolio-Ripario
Fabaceae	<i>Inga sp</i>	blanca	árbol	abril	Sub caducifolio-Ripario
Fagaceae	<i>Quercus sp</i>	amarilla	árbol	abril	Sub caducifolio
Fagaceae	<i>Quercus peduncularis</i>	amarilla	árbol	abril	Sub caducifolio
Lamiaceae	<i>Cornutia pyramidata</i>	morada	arbusto	julio-agosto	Sub caducifolio-Ripario
Malvaceae	<i>Luehea candida</i>	blanca	árbol	junio-agosto	Sub caducifolio-Ripario
Onagraceae	<i>Hauya elegans lucida</i>	blanca	árbol	abril	Sub caducifolio
Plantaginaceae	<i>Russelia sarmentosa</i>	roja	hierba	junio	Ripario
Rubiaceae	<i>Psychotria sp</i>	blanca	arbusto	julio	Ripario
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	blanca/ amarilla	árbol	junio	Sub caducifolio-Ripario
Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	anaranjada	arbusto	junio	Ripario
Salicaceae	<i>Caesaria corymbosa</i>	blanca	árbol	abril	Sub caducifolio
Salicaceae	<i>Prockia crucis</i>	amarilla	arbusto	abril	Sub caducifolio
Sterculiaceae	<i>Helicteres guazumifolia</i>	roja	arbusto	julio	Ripario

En la Figura 25 se puede observar el registro fotográfico de 18 de las 24 especies de plantas interactuantes registradas en ambos hábitat muestreados: A=*Blepharodon mucronatum*, B=*Caesaria corymbosa*, C=*Luehea candida*, D=*Calliandra haematocephala*, E=*Cornutia pyramidata*, F=*Russelia sarmentosa*, G=*Inga vera*, H=*Helicteres guazumifolia*, I=*Pitcairnia imbricata*, J=*Genipa americana*, K=*Mandevilla subsagittata*, L=*Calliandra houstoniana*, M=*Poeppegia procera*, N=*Psychotria sp.*, O=*Hauya elegans*, P=*Prockia crucis*, Q=*Thillandsia flabellata* y R=*Thillandsia caput-medusae*

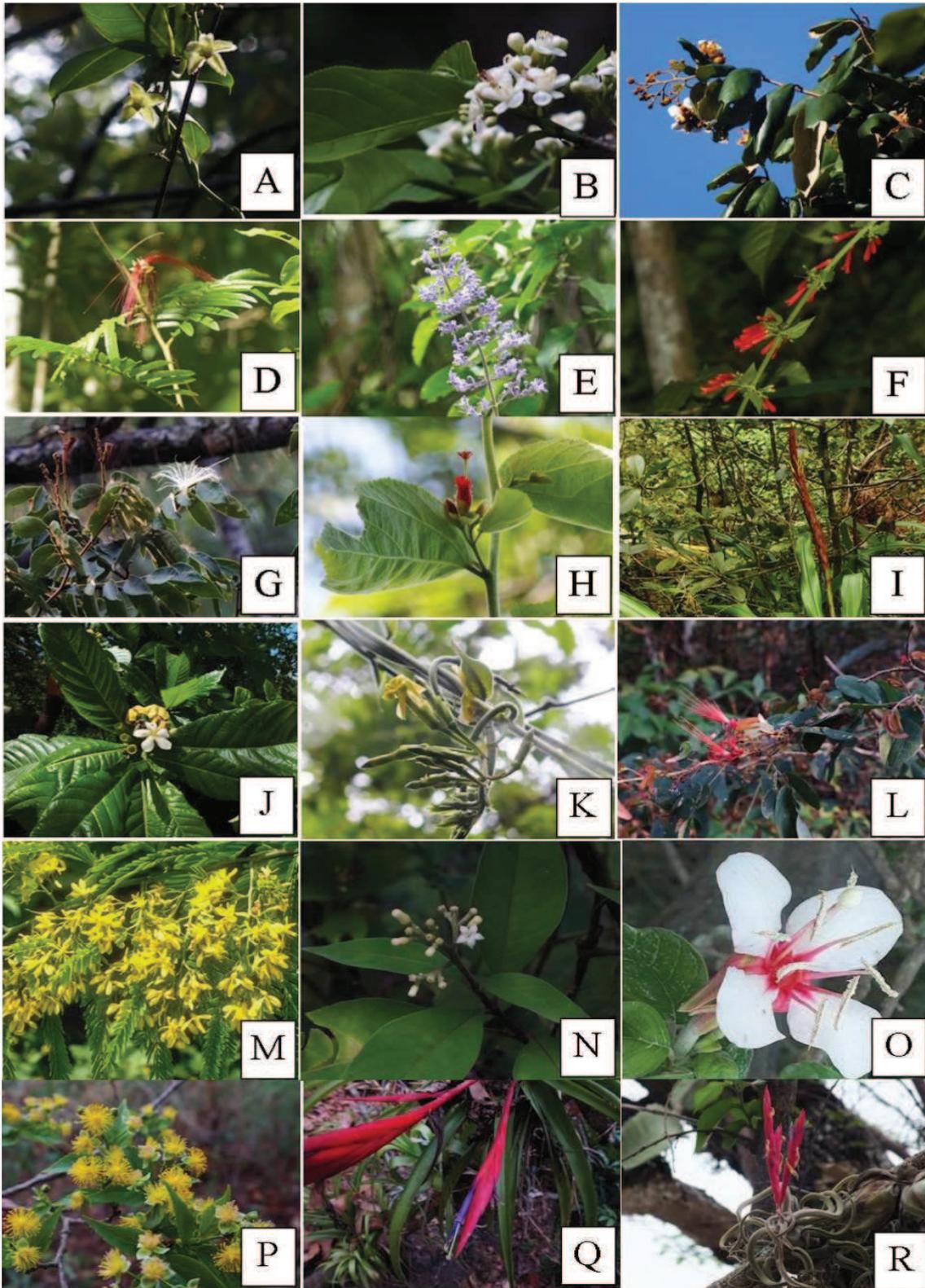


Fig. 25. Flores de las plantas interactuantes en hábitat Sub-caducifolio y Ripario del APTM, 2013

#### 4.5. PERÍODOS DE FLORACIÓN DE LAS PLANTAS INTERACTUANTES

El Gráfico 8 detalla los meses de floración donde las plantas presentaron interacciones con las especies de colibríes en el hábitat Sub-caducifolio, mostrando a las especies *Cornutia pyramidata*, *Pitcairnia imbricata*, *Luehea candida* y *Thillandsia flabellata*, con mayor cantidad de interacciones durante su floración en los meses de julio, agosto y abril respectivamente.

Además se observa a las especies *Thillandsia flabellata*, *Luehea candida* y *Cornutia pyramidata* con los períodos más largos de floración (dos meses de duración cada una). Por otra parte, la especie de planta *Pitcairnia imbricata* floreció en un solo mes (agosto), sin embargo aunque habían otras especies con flores, fue esta planta la que registró mayor cantidad de visitas por colibríes.

De acuerdo a la cantidad de especies de plantas en las que se reportó floración en los meses muestreados, se observa que el mes con mayor cantidad de plantas fue abril con ocho especies, seguidamente se reporta el mes de junio y agosto con cuatro y el mes de mayo con tres especies.

El mes que registró menor cantidad de especies con flores fue julio, con sólo la especie arbustiva, *Cornutia pyramidata*, la cual, al ser la única floreciendo, registró la mayor cantidad de interacciones de todas las plantas reportadas.

En términos ecológicos, es interesante resaltar la importancia evolutiva de que las plantas florezcan el mayor tiempo posible, pues ello les da más ventajas de ser polinizadas por los colibríes y con ello garantizar su éxito reproductivo, ya que los colibríes necesitan de alimento durante todo el año para cubrir sus necesidades fisiológicas. Por otro lado, el hecho de que una planta tiene flores durante sólo un mes, pero es la única flor disponible, también le garantiza su éxito reproductivo.

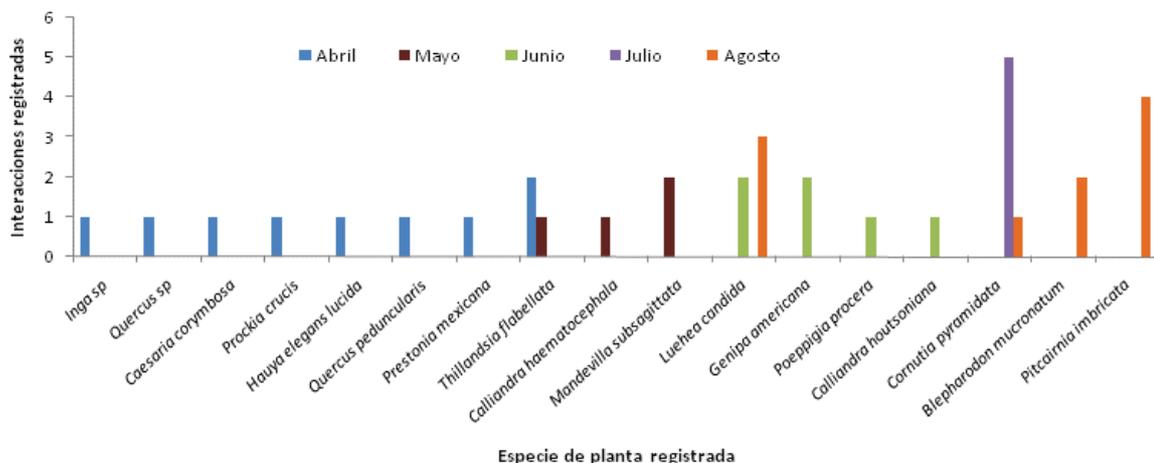


Gráfico 8. Interacciones registradas en los meses de floración, hábitat Sub-caducifolio del APTM, 2013.

El Gráfico 9 detalla los meses de floración en que las plantas presentaron interacciones con las especies de colibrí en el hábitat Ripario, mostrando que el período de floración de las plantas reportadas solamente duró un mes aproximadamente, permitiendo en ese período de tiempo las interacciones con los colibríes.

De igual manera se observa que las plantas *Inga vera*, *Mandevilla subsagittata*, *Cornutia pyramidata* y *Luehea candida* presentaron el mayor número de visitas durante su floración en los meses de abril, mayo, julio y agosto respectivamente, permitiendo de esta manera observar las interacciones mutualistas de las especies presentes en este tipo de hábitat.

Según los meses que reportaron más especies de plantas en floración se observa que los meses de abril y junio son los que poseen mayores registros con cuatro especies de plantas, seguido de julio con tres especies. Los meses que registraron una sola especie de planta en floración fueron mayo y agosto.

Es importante resaltar la importancia ecológica del patrón de floración presentado por las plantas en hábitat Ripario, ya que su período de floración dura un mes aproximadamente. El corto tiempo en que duran estas floraciones brindan alimento a los colibríes, pero también los obligan a buscar rápidamente otra fuente de alimento, lo que hace que la comunidad de colibríes sea cambiante a través del tiempo.

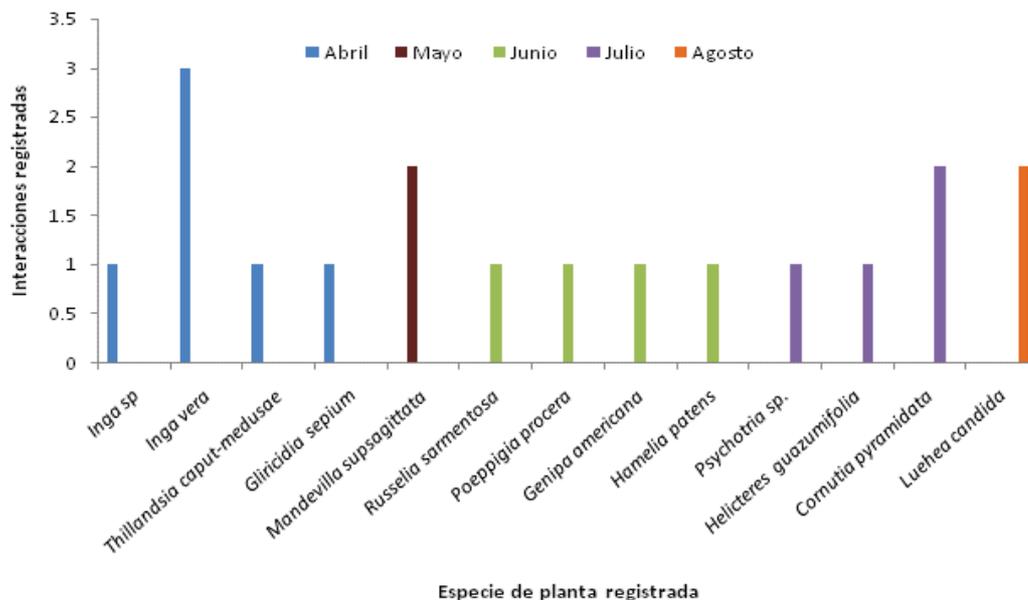


Gráfico 9. Interacciones registradas en los meses de floración, hábitat Ripario del APTM, 2013.

#### 4.6. ESPECIES DE COLIBRÍES CAPTURADOS

Para obtener los granos de polen y comprobar si efectivamente las especies de colibríes se comportan como polinizadoras de las plantas con las que presentaron interacciones, se recurrió a la captura de ellos mediante la metodología de captura con redes de neblina, obteniéndose para los hábitat Sub-caducifolio y Ripario la capturas de tres especies: *Campylopterus hemileucurus*, *Amazilia beryllina* y *Chlorostilbon canivetii*.

La Figura 26, muestra las especies de colibríes capturados durante el trabajo de campo de esta investigación, donde la especie que se capturó en ambos hábitat fue *Amazilia beryllina* (A y B), la especie *Campylopterus hemileucurus* (C y D) fue capturada únicamente en hábitat Sub-caducifolio, mientras que la especie *Chlorostilbon canivetii* (E) fue capturada solamente en hábitat Ripario.

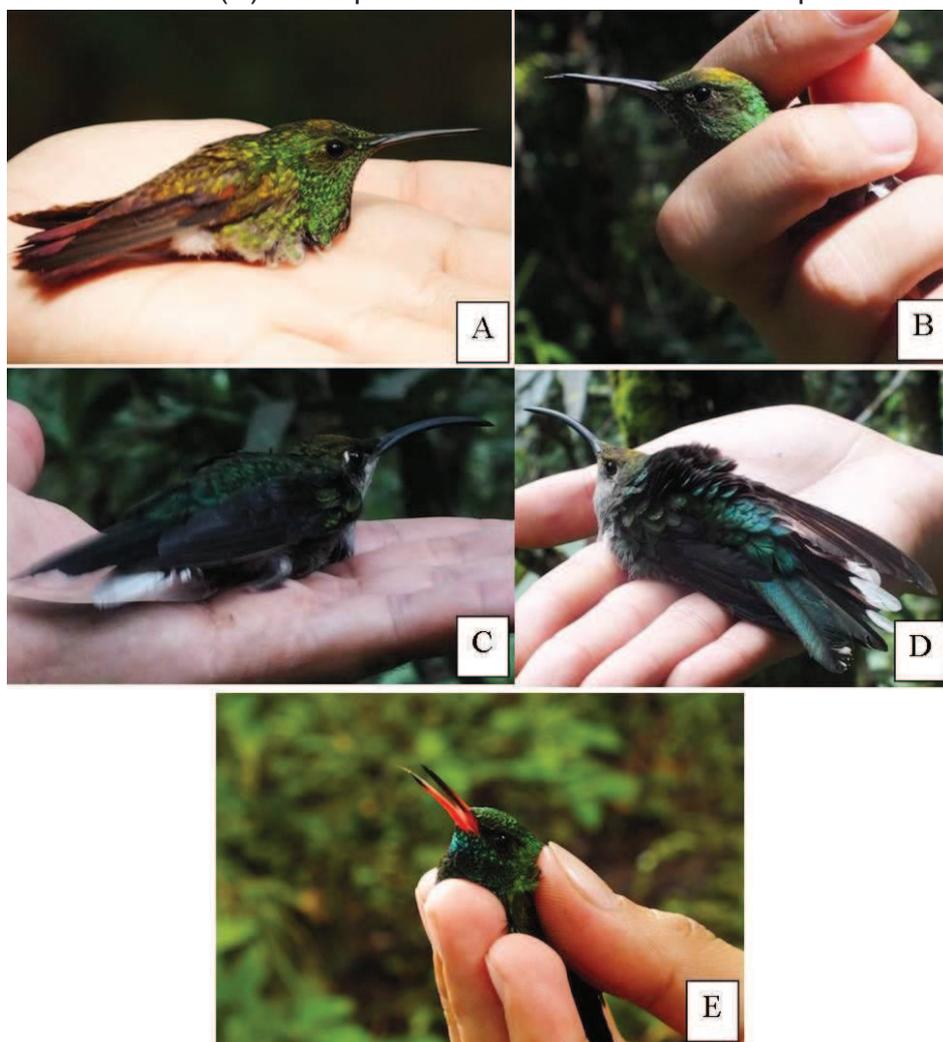


Fig. 26. Especies de colibríes capturados con redes de neblina en dos hábitats del APTM, 2013

En el Gráfico 10, se observa que la especie de colibrí capturada en ambos hábitat fue *Amazilia beryllina*, presentando la mayor frecuencia de captura en hábitat Ripario, con cinco individuos, y la especie que tuvo más frecuencia de captura en el hábitat Sub-caducifolio fue *Campylopterus hemileucurus*, con cuatro individuos.

Cabe destacar que durante la manipulación de aves en los muestreos realizados de captura con redes de neblina, no hubo registro de aves muertas, por lo tanto, no se colectó ningún individuo. En caso que ocurrieran fatalidades, se propuso que los especímenes colectados serían entregados como pieles de estudio en el Museo de la Escuela de Biología de la Universidad de El Salvador y en el Museo de Historia Natural de El Salvador.

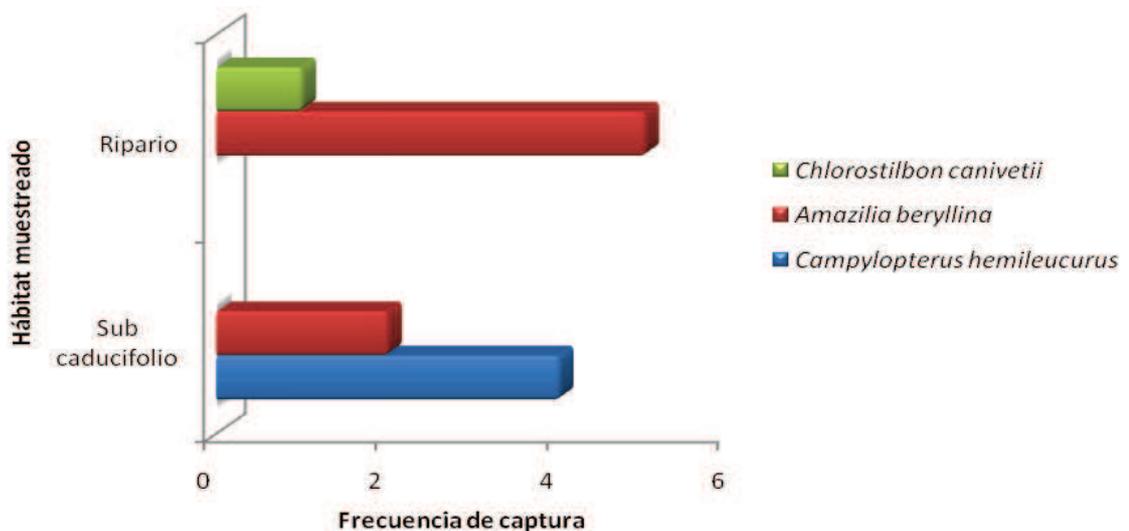


Gráfico 10. Frecuencia de capturas a colibríes en dos hábitat del APTM, 2013.

#### 4.7. CARACTERÍSTICAS DE LOS GRANOS DE POLEN COLECTADOS

Para conocer las especies de plantas que los colibríes polinizaron, se les removieron los granos de polen en las partes del cuerpo a todos los individuos que fueron capturados en ambos tipos de hábitat.

Los granos de polen colectados e identificados provienen de las especies de plantas: *Pitcairnia imbricata*, *Rusellia sarmentosa* y *Hamelia patens*, las cuales poseen características ornitófilas, con corolas largas y colores llamativos entre rojos y anaranjados, las dos primeras especies representaron al estrato herbáceo, mientras que la tercera al arbustivo.

En el Cuadro 6 se detallan las características de los granos de polen colectados en colibríes capturados en el hábitat Sub-caducifolio. También está reportado que

seis de las ocho muestras de polen colectado provienen de la bromelia *Pitcairnia imbricata*.

Según las características observadas, el polen de *Pitcairnia imbricata* presenta color amarillo oscuro, tiene forma alargada y posee una abertura longitudinal. Esta especie obtuvo los mayores porcentajes en las muestras colectadas con valores entre 10 y 80% de la cobertura que poseía la muestra en la cinta adhesiva.

En el hábitat Ripario, se capturaron seis colibríes, pero no tenían cargas de polen en sus cuerpos; por lo tanto no se pudo colectar granos de polen.

Cuadro 6. Clasificación de los granos de polen colectados en el APTM, 2013

Especie de colibrí capturado	Especie de planta identificada	% cobertura muestra	Morfología	Color del grano	Hábitat
<i>Campylopterus hemileucurus</i> ♂	<i>Pitcairnia imbricata</i>	10%	alargado	amarillo	SC
<i>Campylopterus hemileucurus</i> ♀	<i>Pitcairnia imbricata</i>	25%	alargado	amarillo	SC
<i>Amazilia beryllina</i> ♂	<i>Pitcairnia imbricata</i>	50%	alargado	amarillo	SC
<i>Campylopterus hemileucurus</i> ♀	<i>Rusellia sarmentosa</i>	5%	ovalado	transparente	SC
	<i>Pitcairnia imbricata</i>	60%	alargado	amarillo	SC
<i>Campylopterus hemileucurus</i> ♀	<i>Pitcairnia imbricata</i>	80%	alargado	amarillo	SC
<i>Amazilia beryllina</i> ♂	<i>Pitcairnia imbricata</i>	50%	alargado	amarillo	SC
	<i>Hamelia patens</i>	3%	redondo	beige	SC

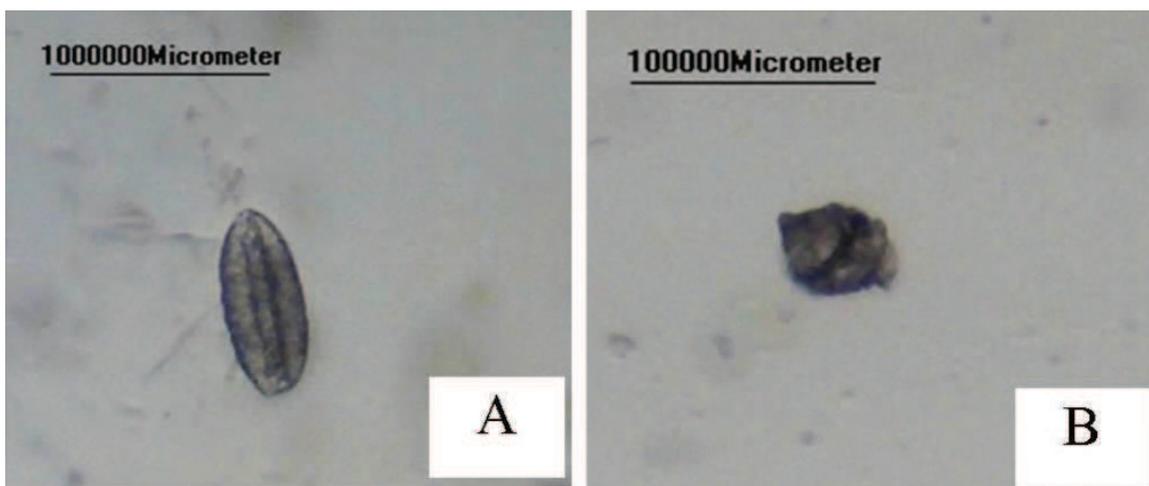


Fig. 27. Granos de polen en microscopio con objetivo 40X en el APTM, 2013

La Figura 27 muestra los granos de polen observados en microscopio óptico con objetivo 40X, los cuales fueron colectados de los colibríes: *Campylopterus hemileucurus* (A) y *Amazilia beryllina* (B). Las especies de plantas identificadas en base a los granos de polen fueron: *Pitcairnia imbricata* (A) y *Hamelia patens* (B).

El grano de polen de *Pitcairnia imbricata* posee las siguientes características que permiten identificarlo: color amarillo intenso, grano alargado con una abertura longitudinal a ambos lados y varias reticulaciones alrededor de todo el grano. El grano de *Hamelia patens* es redondo, color beige y posee una abertura transversal, con dos gránulos a los extremos superior e inferior.

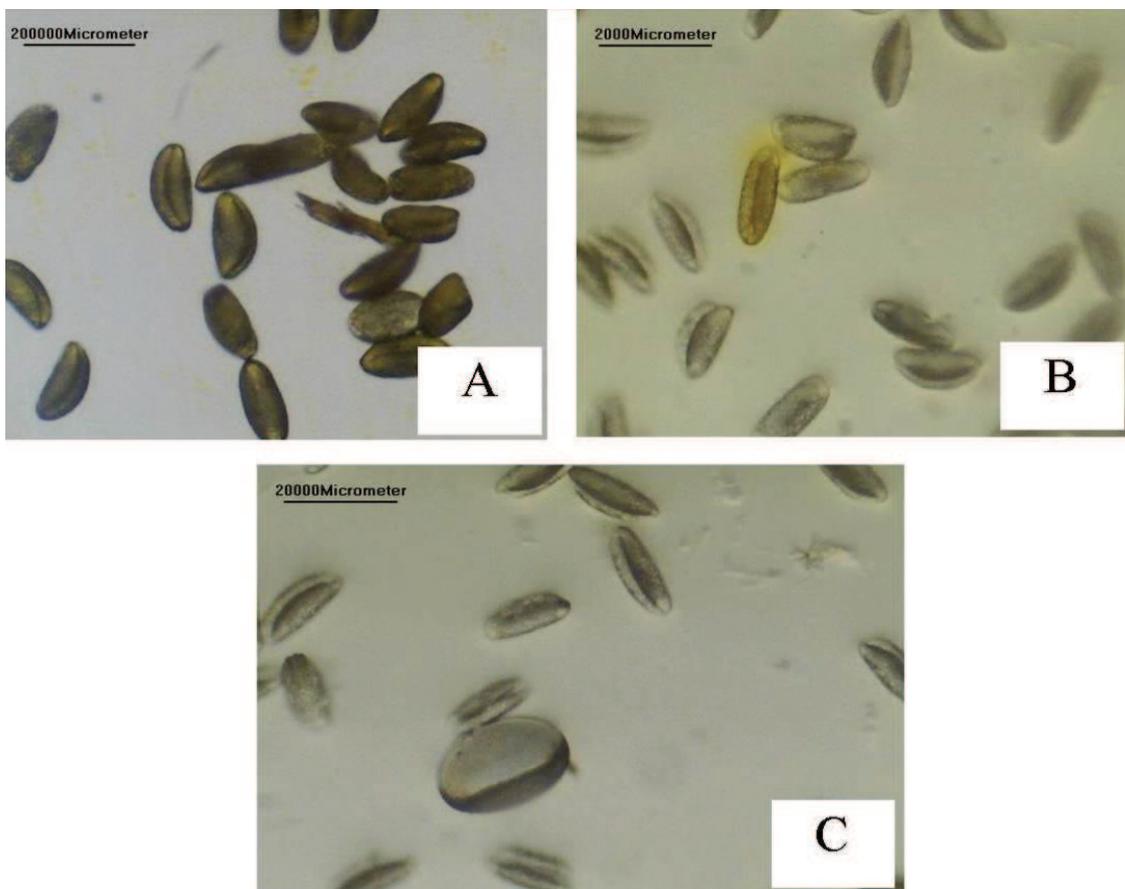


Fig. 28. Granos de polen en microscopio con objetivo 10X en el APTM, 2013

Se observa en la Figura 28, los granos observados en microscopio con objetivo 10X, colectados de los colibríes *Campylopterus hemileucurus* (A y C) y *Amazilia beryllina* (B). Los granos identificados proceden de *Pitcairnia imbricata* (A, B y C) y *Rusellia sarmentosa* (C). La especie de colibrí *Campylopterus hemileucurus* presentó granos de polen de dos especies de plantas.

Los granos de polen de la herbácea *Pitcairnia imbricata* detallados anteriormente se diferencian del proveniente de la herbácea *Ruellia sarmentosa*, el cual se caracteriza por ser redondo, de mayor tamaño, tener reticulaciones en el grano (lo cual lo hace ver más liso) y poseer una abertura más delgada que lo recorre longitudinalmente.

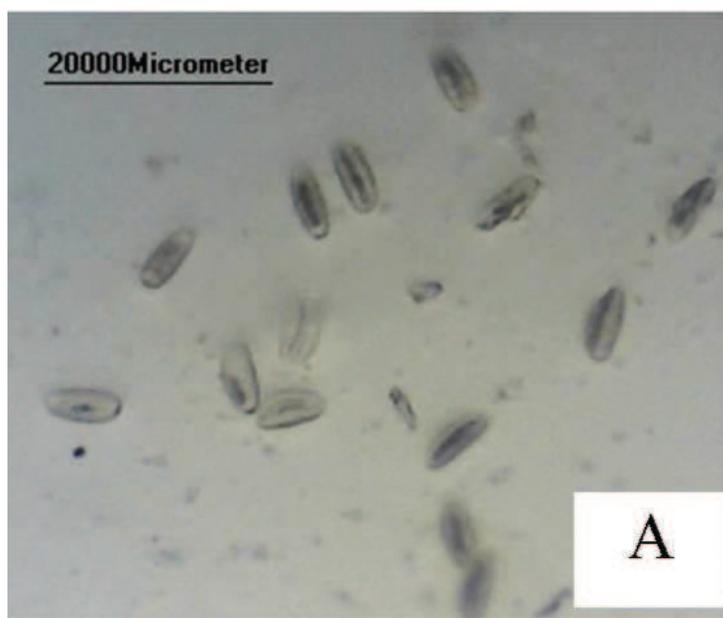


Fig. 29. Granos de polen en microscopio con objetivo 4X en el APTM, 2013

Se aprecia en la Figura 29 los granos de polen observados en microscopio con objetivo 4X, colectados del colibrí *Campylopterus hemileucurus*, los cuales corresponden a la bromelia *Pitcairnia imbricata*.

Estos granos poseen como característica principal su forma alargada y la abertura más amplia que lo recorre longitudinalmente, así como las reticulaciones que posee en todo el grano.

#### 4.8. DIVERSIDAD DE COLIBRÍES

En el Cuadro 7, se pueden observar los resultados de la diversidad de especies de colibríes en base al Índice de Shannon-Wiener (calculado por medio del programa estadístico EstimateS versión 9.1.0), el cual muestra que para ambos tipos de hábitat en el mes de agosto se registró la mayor diversidad de especies ( $H'$ : 0.58 y 0.64 respectivamente).

Cuadro 7. Índice de Shannon-Wiener calculado por muestreo en ambos tipos de hábitat del APTM durante abril-agosto de 2013.

Muestreo	H. Sub-caducifolio	H. Ripario
abril	0	0
mayo	0.31	0.22
junio	0.46	0.4
julio	0.52	0.51
agosto	0.58	0.64

El gráfico 11 detalla las curvas de rarefacción calculado en base al índice biológico de Shannon-Wiener para especies de colibríes en hábitat Sub-caducifolio y hábitat Ripario manifestando un patrón de tendencia similar. La curva detallada para el hábitat Sub-caducifolio muestra una tendencia a la estabilización, lo que indica que se llegará pronto al número de especies de colibríes esperadas para ese hábitat. Para el hábitat Ripario se observa que la línea sigue en aumento, lo que sugiere un mayor esfuerzo de muestreo para poder registrar las especies de colibríes esperadas en dicho hábitat.

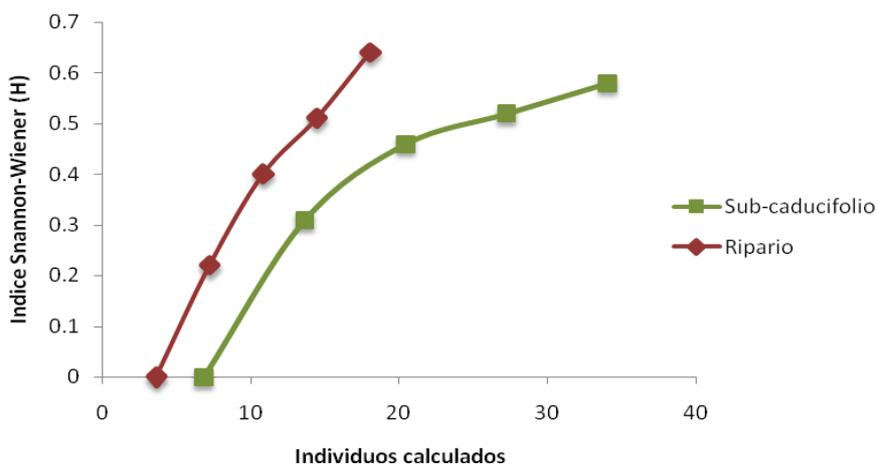


Gráfico 11. Valores del Índice de Shannon-Wiener (H') por individuos según EstimateS en el APTM, 2013.

El Gráfico 12, presenta las curvas de acumulación calculadas en base al número de muestreos realizados. La línea para el hábitat Sub-caducifolio muestra que parece haber alcanzado una asíntota, mientras que para el hábitat Ripario sigue con tendencia a aumentar. Estos resultados, sugieren que al realizar más esfuerzo de muestreos se podría documentar más especies de colibríes interactuando con plantas en el hábitat Ripario, mientras que, más esfuerzo de muestreo en el hábitat Sub-caducifolio no proporcionaría más registros de interacciones colibrí-planta, por lo menos no durante la época lluviosa.

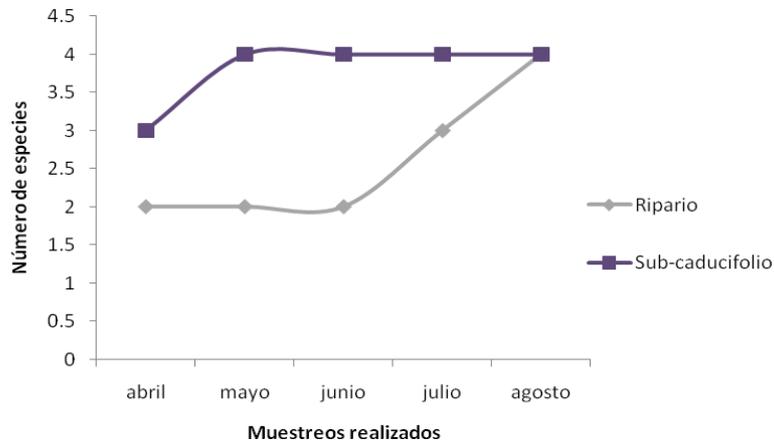


Gráfico 12. Curva de acumulación entre número de especies y muestreos realizados en el APTM, 2013.

#### 4.9. RELACIÓN ENTRE COLIBRÍES Y PLANTAS INTERACTUANTES

En base a los datos obtenidos de riqueza de colibríes, ambos hábitat presentaron la misma cantidad de cuatro especies; de las cuales tres son especies en común (*Campylopterus hemileucurus*, *Amazilia beryllina*, *Chlorostilbon canivetii*) y dos ocurrieron en hábitat diferentes (*Hylocharis leucotis* para hábitat Sub-caducifolio y *Amazilia rutila* en Ripario). Las comunidades de colibríes interactuaron con una riqueza de 17 especies de plantas para hábitat Sub-caducifolio y una riqueza de 13 especies de plantas para el hábitat Ripario.

Estos resultados concuerdan con las interacciones entre colibríes y plantas interactuantes registradas donde el hábitat que reportó mayor cantidad de interacciones fue Sub-caducifolio con 33 en total, mientras que el hábitat Ripario obtuvo menor cantidad de interacciones con 18.

La relación entre riqueza de colibríes y plantas interactuantes es mayor en el hábitat Sub-caducifolio, probablemente debido a la extensión territorial de 10,000 metros cuadrados muestreados contra 5,000 metros cuadrados en el hábitat Ripario, demostrando con el mayor esfuerzo de muestreo realizado en el primero. Esto concuerda con las curvas de acumulación de especies, donde el hábitat Sub-caducifolio presentó una tendencia asintótica, mientras que el hábitat Ripario sugiere mayor esfuerzo de muestreo.

Otra explicación a la diferencia de diversidad registrada podría estar relacionada con la época en que se realizó la investigación, debido posiblemente a que en otra época del año donde no se realizaron muestreos puede haber mayor

disponibilidad de flores de diferentes especies de plantas en hábitat Ripario, quedando por tanto, pudiendo por tanto que esta diferencia registrada pueda invertirse.

#### 4.10. RELACIÓN ENTRE COLIBRÍES Y PALINOMORFOS

Los resultados obtenidos de los palinomorfos colectados fueron de seis individuos de colibríes capturados para el hábitat Sub-caducifolio, mientras que para el hábitat Ripario no se obtuvo ninguna muestra de polen de los colibríes capturados.

Los datos de palinomorfos obtenidos no fueron suficientes para demostrar la diversidad de granos de polen de las 17 especies de plantas interactuantes con colibríes en hábitat Sub-caducifolio; sin embargo de las tres especies de plantas confirmadas de ser polinizadas, *Pitcairnia imbricata*, *Hamelia pates* y *Rusellia sarmentosa*, se obtuvo grandes cargas de polen, lo que evidencia que los colibríes efectivamente al impregnarse de grandes cantidades de polen, aseguraban la polinización de la planta.

Las plantas confirmadas de ser polinizadas por los colibríes presentan el síndrome de Ornitofilia, esto significa en términos ecológicos que a pesar de la diversidad de plantas interactuantes (entre ornitófilas y no ornitófilas), los colibríes polinizaron con efectividad a las especies de plantas con este síndrome.

Las capturas de colibríes en el hábitat Ripario no mostraron ninguna carga de polen debido a que la mayoría de especies de colibríes observados se alimentaban de plantas con estrato arbóreo, siendo de esta manera más difícil capturarlos con las redes de neblina.

#### 4.11. OTRAS INTERACCIONES REGISTRADAS

Durante el estudio, se observó el comportamiento denominado “robo de néctar” o “visita ilegítima”, la cual ocurre cuando el colibrí se alimenta del néctar de las plantas sin tener contacto con las partes reproductivas de esta, tal como se observa en la Figura 30. Únicamente se pudo registrar la especie *Amazilia beryllina* comportándose como “ladrona de néctar” de la planta *Sanchezia speciosa*. Esta especie de planta se observó en varios jardines de las casas próximas al hábitat Ripario.

Esta planta pertenece a la familia Acanthaceae y no es nativa de la zona (com. pers. Elías, 2013)<sup>4</sup>, sin embargo florece durante la mayor parte del año en los jardines. Estas características influyen en que los colibríes la busquen para asegurar alimento. La especie de colibrí *Campylopterus hemileucurus*, al tener un

pico más grande puede alimentarse y polinizar esta planta, sin embargo *Amazilia beryllina*, que tiene un pico más corto, está forzado a buscar una manera para alimentarse, lo que resuelve perforando la base de las flores.



Fig. 30. Individuo de *Amazilia beryllina* robando néctar de la especie *Sanchezia speciosa* en el APTM, 2013.

<sup>4</sup> Carlos Antonio Elías, Licenciado en Biología. Docente de la Escuela de Biología. Universidad de El Salvador.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS UTILIZADAS

De acuerdo a las metodologías utilizadas en la investigación, se detectó que ambas metodologías son complementarias. A pesar de haber invertido menos horas de esfuerzo en la metodología de observación directa, por medio de este método se pudo identificar las visitas ilegítimas de la especie *Amazilia beryllina* en *Sanchezia speciosa*; asimismo nos permitió obtener resultados interesantes sobre conductas territoriales de las especies *Campylopterus hemileucurus* y *Amazilia beryllina*.

Los resultados encontrados en cuanto a las metodologías utilizadas son respaldados por la investigación realizada por Amaya *et al.* (2001) en Colombia, ellos demostraron que aunque la observación directa no siempre diferencia individuos, permite en cambio detectar visitas "ilegítimas", describir el comportamiento de los colibríes y siempre permite la identificación del recurso floral a nivel de especie.

A pesar de que fueron pocos los colibríes capturados con granos de polen, se pudo constatar que las especies de colibríes *Amazilia beryllina* y *Campylopterus hemileucurus* polinizan las plantas *Pitcairnia imbricata*, *Hamelia patens* y *Rusellia sarmentosa*. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en la investigación realizada por Amaya (2000), donde se demostró que el método palinológico es importante porque permite conocer información sobre individuos, lo cual puede ser útil en estudios ecológicos intraespecíficos, además de proveer información definitiva sobre las plantas polinizadas por los colibríes, resultados que no son obtenidos por otros métodos.

### 5.2. RIQUEZA DE COLIBRÍES

En esta investigación se reporta una comunidad conformada por cinco especies de colibríes de las seis especies que se han registrado en la parte baja del APTM (MARN, 2009), esto representa el 83.33% de las especies esperadas para este tipo de vegetación. Cabe mencionar que las otras especies de colibríes que habitan en el APTM pero que no fueron registrados son propios de otro tipo de vegetación, y habitan a mayor altitud, tal como en el bosque Pino-Robe (900-1900 msnm) y bosque Nebuloso (1900-2418 msnm), mientras que este estudio se realizó entre los 730-900 msnm.

Según los resultados reportados en esta investigación, se identificó una comunidad conformada por cinco especies de colibríes, al igual que los autores Ortíz y Díaz (2001) en Veracruz, México, y Araujo y Sazima en Brasil 2003 donde registraron la misma cantidad de especies. A pesar de las diferencias geográficas donde fueron realizadas las investigaciones, se obtuvo similares resultados.

La comunidad de especies de colibríes reportadas en esta investigación fueron *Chlorostilbon canivetii*, *Amazilia beryllina*, *Campylopterus hemileucurus*, *Hylocharis leucotis* y *Amazilia rutila*. Los estudios realizados por Arizmendi y Ornelas en 1990 y Ortiz y Díaz en el 2001 en diferentes partes de México, registran a especies en común como *Chlorostilbon canivetii*, *Amazilia beryllina* y *Amazilia rutila*; asimismo, el estudio realizado por Feinsinger (1978) en Monteverde, Costa Rica, también registró interacciones de *Chlorostilbon canivetii*, caracterizándolo como una especie que se excluye de abundantes agrupaciones florales, comportamiento similar que se encontró en esta investigación.

Para esta investigación se registró una especie de colibrí que no se observó en el otro hábitat y viceversa. En el Hábitat Sub-caducifolio se observó *Hylocharis leucotis* (con un 6% de observaciones), mientras que en Hábitat Ripario fue *Amazilia rutila* (con el 17% de las observaciones). La poca ocurrencia de *H. leucotis* es influenciado por la altitud en que se realizó el estudio, debido a que esta especie prefiere vegetaciones de mayor altitud como la de Pino-Roble que se ubica entre los 900 y 1900 msnm (MARN, 2009). La especie *A. rutila* fue poco observada en el hábitat Ripario debido a que su ubicación próxima a la comunidad San José Ingenios lo hace preferir alimentarse de las plantas que se encuentran dentro de los jardines, donde eran fácilmente observados.

### 5.3. INTERACCIONES MUTUALISTAS

En esta investigación se identificó un total de cinco especies de colibríes interactuando con 24 especies de plantas. Estos resultados son similares a los obtenidos en estudios realizados por períodos más largos de tiempo, tales como en México, donde Ortíz y Díaz en 2001 reportaron cinco especies de colibríes visitando a 15 especies de plantas. Siempre en México, los investigadores Arizmendi y Ornelas en 1990, registraron seis colibríes interactuando con 23 especies de plantas.

También un estudio realizado por Abrego y Bonilla (2012, sin publicar) en el bosque pino-roble del APTM, se reportó de igual manera cinco especies de colibríes que interactuaron con siete especies de plantas, reportando en común interacciones de los colibríes *Amazilia beryllina* y *Campylopterus hemileucurus*.

Otras investigaciones realizadas en países como Serra do Mar, Brasil en 1986, donde Snow y Snow reportan seis colibríes interactuando con 25 plantas; mientras que en Colombia, la investigación realizada por Rosero y Sazima en el 2004, encontró a 13 especies de colibríes interactuando con 44 especies de plantas.

Esas investigaciones reportaron una mayor cantidad de interacciones probablemente porque fueron realizadas en períodos de tiempo más largos, abarcando diferentes condiciones atmosféricas y períodos en que especies migratorias estaban presentes, por lo que si se hace más esfuerzo de monitoreo y en otras épocas en los hábitat estudiados, seguramente se podría ampliar la cantidad de especies de colibríes y plantas que presentan interacciones.

En base al hábitat, se puede observar que la mayor riqueza de plantas que realizaron interacciones se encontró en el hábitat Sub-caducifolio, con 11 de las 24 especies reportadas, mientras que en el hábitat Ripario se encontraron solamente siete especies. Los resultados encontrados fueron esperados, pues el hábitat Sub-caducifolio presenta mayor diversidad de plantas y por lo tanto, para los colibríes hay más especies disponibles para alimentarse, lo que se refleja en más interacciones documentadas.

Es notable que aunque otros autores han realizado sus estudios en diferentes tipos de vegetación, como bosques de tierra firme, bosques de colúvio, afloramientos rocosos, bosques nubosos, bosques secos, páramos y subpáramos, etc., los resultados en cuanto al número de especies de colibríes y plantas interactuando son relativamente similares.

El único estudio realizado en un hábitat similar a la presente investigación, fue el efectuado en México por Arizmendi y Ornelas en el 1990, en una Selva Baja Caducifolia, donde reportaron 23 especies de plantas interactuantes, de las cuales los géneros *Thillandsia* y *Hamelia*, fueron reportados en común para esta investigación como especies que realizaron interacciones con colibríes.

#### 5.4. ESPECIES DE COLIBRÍES Y PLANTAS INTERACTUANTES

La mayoría de especies de plantas registradas en este estudio no presentan síndrome de ornitofilia, por lo que se denominan especies no-ornitófilas, tal como la investigación realizada por Rodríguez y Araujo (2010) en Brasil, donde se reportó un gran número de plantas no ornitófilas que fueron visitadas por ocho especies de colibríes, clasificándolos como generalistas. Siguiendo los parámetros propuestos por Rodríguez y Araujo (2010), podemos ubicar a los colibríes *Amazilia*

*beryllina* y *Chlorostilbon canivetii* en la categoría de generalistas, ya que estos colibríes también visitaron una gran diversidad de plantas no ornitófilas.

En base a esta investigación se puede determinar que las especies de planta *Pitcairnia imbricata* y *Cornutia pyramidata* son generalistas (la primera sí presenta el síndrome de ornitofilia y la segunda no), debido a que fueron visitadas por la mayoría de especies de colibríes registrados en el estudio; mientras que la especie *Mandevilla subsagittata* se puede denominar como especialista, al presentar pocas interacciones con algunas especies como *Chlorostilbon canivetii* y *Amazilia beryllina*. Esto concuerda con lo reportado por Feinsinger (1980) en Trinidad y Tobago, donde considera como especie generalista a la planta ornitófila *Justicia*, debido a que fue visitada por seis de los 13 colibríes que reporta, mientras que el género de planta *Mandevilla* (no ornitófila) la denominó especialista, por ser visitada por dos especies de colibríes en total.

Feinsinger y Colwell, en 1978 reportaron que en Trinidad un colibrí del género *Amazilia*, se observó comúnmente con conducta territorial, y fue además determinado como especie generalista. Esto concuerda con lo observado en nuestra investigación, donde *Amazilia beryllina* fue reportada con la mayor frecuencia en ambos hábitat estudiados, determinándolo como especie generalista (interactuó con 10 y 8 especies de plantas en hábitat Sub-caducifolio y Ripario respectivamente), además de poseer conductas territoriales intra e interespecifica.

De acuerdo a los resultados obtenidos por frecuencia de observación, las especies de colibríes que obtuvieron mayor registro en el estudio fueron *Amazilia beryllina* y *Chlorostilbon canivetii*. Esto concuerda con investigaciones realizadas por los investigadores Feinsinger y Colwell, quienes mencionan en 1978, que entre la comunidad de colibríes algunas especies actúan como generalistas y por lo tanto se observan con mayor frecuencia. Estos colibríes poseen características de tener picos cortos a moderados, cuerpos medianos, por lo cual, buscan especies de plantas con poca recompensa de néctar, como *Chlorostilbon canivetii*, el cual puede comportarse como territorial cuando existe ausencia de especies que normalmente dominan, tales como el género *Amazilia*.

Hilty en 1994, explica que los colibríes pertenecientes al género *Chlorostilbon* se alimentan de plantas que producen poco néctar, por lo tanto, dado su bajo requerimiento energético hace posible que ellos se mantengan en un ambiente donde la recompensa de néctar es baja, convirtiéndose en especies generalistas. Esto concuerda con lo reportado en la investigación realizada, debido a que la especie *Chlorostilbon canivetii* se observó alimentándose mayormente de flores no ornitófilas como *Mandevilla subsagittata*, *Psychotria sp.*, *Cornutia pyramidata*, *Prockia cruci*, entre otras.

Los investigadores Feinsinger *et al.* (1982), mencionan que el tiempo utilizado por el colibrí para alimentarse de una flor es directamente proporcional a la cantidad de néctar que hay en esa flor; si la especie posee poca recompensa de néctar, el colibrí se alimentará en menor cantidad de tiempo y se desplazará en busca de otra flor. Esto se verifica en la investigación realizada, debido a que la especie *Chlorostilbon canivetii*, un colibrí que posee características como tamaño pequeño y pico corto, fue observado realizando visitas de corta duración a las plantas no ornitófilas (en su mayoría), mientras que *Campylopterus hemileucurus*, un colibrí de mayor tamaño y pico largo curvado, prolongaba sus visitas a las flores ornitófilas (mayormente) y se mantenía cerca de ellas vigilándolas desde su percha.

En esta investigación se encontró que la especie *Hylocharis leucotis*, es una especie rara de observar en el tipo de hábitat muestreado, lo cual concuerda con Martínez en el 2006, quien reportó en México que esta especie fue muy rara de observar para bosque de matorral pero en bosque de pino-encino fue donde realizó interacciones con una mayor diversidad de plantas, considerándola como especie generalista. A pesar de ser hábitats distintos, se puede dejar claro que este colibrí prefiere vegetación de mayor altitud, por lo tanto, es menos recurrente a registrarse en los hábitats muestreados para esta investigación.

## 5.5. CARACTERIZACIÓN DE LAS PLANTAS INTERACTUANTES

Tomando como base la caracterización de las plantas interactuantes en esta investigación, se identificó que los colores predominantes en las flores o brácteas que visitaron los colibríes fue el color blanco, al igual que lo reportado por Gutiérrez y Rojas en el 2001 en Colombia donde registran este color como el más visitado.

Se registró que las flores con brácteas de color rojo, fueron la segunda opción más visitada por los colibríes, contrastando con Amaya *et al* en el 2001 y Gutierrez y Rojas (2001) quienes reportan de igual manera a este color como uno de los preferidos por los colibríes en Colombia, mientras que otros colores como el anaranjado, amarillo y rosado fueron determinados como los más importantes para la comunidad de colibríes estudiada por Feinsinger y Cowell en 1978, Amaya *et al.*(2001) y Rosero y Sazima (2004), sin embargo, las flores con brácteas de esos colores fueron las menos preferidas por los colibríes en esta investigación, solo se observó interacciones con siete especies de plantas con estas características de las 24 plantas que se reportaron.

Stiles (1976) menciona que los colores de las flores ornitófilas que con frecuencia visitan los colibríes son el rojo, anaranjado o amarillo, ya que estos optimizan el contraste con el follaje de la vegetación. Sin embargo, esto no concuerda totalmente con los resultados generados en esta investigación, ya que estos colores no fueron exclusivamente predominantes dentro de las dietas de los colibríes en el ATPM. Según su color, los tres grupos de flores que presentaron mayor número de interacciones fueron: blanco, rojo y amarillo.

La familia mayor registrada en esta investigación fue la Fabaceae, al igual que los resultados encontrados en el estudio realizado por Samboní (2010) en Colombia, donde se registró a esta familia como una de las más visitadas por los colibríes.

Asimismo otras familias de plantas reportadas en esta investigación que tuvieron más interacciones con los colibríes fueron: Bromeliaceae y Rubiaceae, las cuales concuerdan con las registradas en las diferentes áreas de México, Centro y Sur América por los siguientes autores: Stiles, 1979; Snow y Snow, 1986; Hilty, 1994; Buzato *et al*, 2000; Gutierrez y Rojas, 2001; Rosero y Sazima, 2004 y Dalsgaard *et al*. 2009.

Las familias que registraron menores visitas en esta investigación fueron Onagraceae, Malvaceae, Sterculiaceae, Asclepiadaceae, Plantaginaceae y Lamiaceae, no obstante, los autores Hilty en 1994 y Buzato *et al* en el 2000 reportaron a la familia Onagraceae como una de las mayores interactuantes con colibríes.

Según varios autores tales como Stiles 1979; Amaya *et al*. 2001; Gutiérrez y Rojas 2001 y Samboní 2010, la familia Heliconiaceae es muy visitada por colibríes, sin embargo en nuestra investigación no fue observada dentro de los hábitat muestreados.

Según los estratos de las plantas reportados para ambos hábitat en esta investigación, el mayor representado por realizar interacciones con colibríes es el estrato arbóreo, seguidamente de arbustivo y trepador. Esto no concuerda con las investigaciones realizadas por Hilty en 1994 y Buzato *et al*. 2000 donde reportaron como predominante el estrato arbustivo. Además contrasta con el estudio realizado por Araujo y Sazima en el 2003, el cual indica que el estrato herbáceo presenta mayores interacciones con colibríes.

## 5.6. PERÍODOS DE FLORACIÓN DE LAS PLANTAS INTERACTUANTES

Se reportó en esta investigación para el hábitat Sub-caducifolio que los meses de abril, junio y agosto presentaron la mayor diversidad de plantas interactuantes registradas. Esto concuerda con lo reportado por Stiles (1979) en Costa Rica donde se encontró que en dos picos de floración entre marzo-abril y junio-agosto fue donde hubo mayor cantidad de especies de plantas interactuantes.

Sin embargo, para el hábitat Ripario, los meses con mayor cantidad de especies en floración fue abril, junio y julio. Similar tendencia reporta Martínez (2006) en México ya que la mayor riqueza que registró fue en los meses mencionados.

Araujo y Sazima (2003) en Brasil, reportan a los meses de agosto a marzo con mayores registros de floración, estos resultados no concuerdan para los meses muestreados en el hábitat Sub-caducifolio ya que fueron abril, junio y agosto los meses con más plantas en floración.

La mayor cantidad de plantas floreciendo en meses de época transicional seca-lluviosa como abril, puede ser explicado por lo que menciona Samboní (2010), donde manifiesta que en la época donde hay menor cantidad de mililitros de agua en una determinada área corresponden a una alta luminosidad solar. Este hecho se relaciona con un aumento en la fotosíntesis, factor determinante dentro de procesos de crecimiento y reproducción de las especies vegetales. En las especies de plantas, los altos niveles fotosintéticos son indispensables para la generación de atractivos para polinizadores como polen y néctar.

Samboní (2010) expresa que la lluvia puede disolver la concentración de néctar, hecho no favorable para las flores que utilizan el néctar como recompensa para atraer a los colibríes; esto se ve reflejado en los resultados obtenidos en esta investigación, ya que fue en el mes de mayo donde menos registros de interacciones hubo para ambos hábitats.

Los investigadores Carranza y Estévez (2008) indican a la familia Bromeliaceae con períodos de floración duraderos, registrándolos entre dos y tres meses, dependiendo de la especie; esta observación pudo ser confirmada ya que la bromelia *Thillandsia flabellata* floreció en los meses de abril y mayo; también la especie *T. caput-medusae* fue observada en floración en los meses de abril y mayo aunque fue registrada realizando interacciones solamente en abril.

Asimismo, se documentó interacciones de colibríes con la bromelia *Pitcairnia imbricata* en agosto y septiembre, no obstante, los registros de interacciones en septiembre fueron realizados fuera del trabajo de campo que correspondía a esta investigación y por lo tanto no incluidos en los resultados de la misma.

La especie de arbusto conocida localmente como “chinche”, *Cornutia pyramidata* registró la mayor cantidad de interacciones de todas las plantas reportadas para el hábitat Sub-caducifolio, mientras que para el hábitat Ripario mostró ser una de las especies más visitadas por colibríes. Esta especie de planta demostró estar ampliamente distribuida en el APTM, y registró interacciones con tres de las cinco especies de colibríes reportadas durante esta investigación.

En esta investigación se registró que la especie de planta de estrato arbustivo *Hamelia patens* se reproduce en junio, presentando similar tendencia con el estudio realizado por Feinsinger (1978) en Costa Rica, donde reporta que esta especie de planta presentó fuerte floración en época lluviosa. Mientras que Feinsinger (1982) la reporta para Trinidad y Tobago con una fuerte floración en los meses de julio y agosto. Esta planta además posee importancia en esta investigación debido a que se determinó como una de las plantas polinizadas por colibríes.

Por otra parte también se obtuvo que la especie *Helicteres guazumifolia*, a pesar de que posee características ornitófilas, fue registrada realizando interacciones solamente en el mes de julio. Araujo y Sazima (2003) en Brasil reportan que esta especie de planta obtuvo mayores visitas de colibríes, con un período de floración permanente, es decir durante todo el año. Esto nos demuestra que a pesar de ser la misma especie, se comportan de manera muy distinta en relación a sus períodos de floración, debido a condiciones geográficas y atmosféricas diferentes.

#### 5.7. COLIBRÍES CAPTURADOS Y GRANOS DE POLEN COLECTADOS

En esta investigación se obtuvo un total de doce colibríes capturados de las especies *Amazilia beryllina*, *Campylopterus hemileucurus* y *Chlorostilbon canivetii*, pero debido a que algunos de ellos no tenían polen al momento de su captura, sólo se pudo extraer granos de polen en seis individuos.

Los granos de polen colectados pertenecían a las especies de plantas: *Pitcairnia imbricata*, *Hamelia patens* y *Rusellia sarmentosa*. Estos datos son pocos para poder ser comparados con otras investigaciones realizadas en diversos países que efectuaron la metodología de captura con redes de neblina, tales como Gutiérrez 2008, Amaya *et al.* 2001, Gutiérrez y Rojas 2001.

A pesar de haber realizado un esfuerzo de muestreo de 450 horas en la metodología de Redes de neblina, se obtuvo pocas capturas de colibríes. Estos resultados se deben a que los colibríes prefirieron alimentarse de plantas que ocupan el estrato arbóreo, dificultando más la realización de esta metodología y obtener por consiguiente, mejores resultados. El estrato arbustivo no fue la fuente

primaria de alimento para los colibríes, en contraste de los estudios realizados por Hilty 1994 y Buzato *et al.* 2000, ya que en esta investigación este fue el estrato más afectado por las comunidades antropogénicas cercanas al área de estudio, cuyos habitantes utilizan los arbustos en muchos casos, para leña.

Los autores Stiles (1976), Feinsinger y Colwell (1978) mencionan que las nulas cargas de polen de algunos colibríes puede estar relacionada con el comportamiento de éstos, ya que tienden a ser territoriales (especialmente los machos) y concentran su forrajeo en un pequeño grupo de especies de plantas. Esto puede explicar el hecho de haber obtenido pocas cargas de polen, ya que estas especies fueron observadas realizando comportamientos muy territoriales durante la floración de especies de planta, tal como la bromelia *Pitcairnia imbricata*.

Asimismo, Rosero y Sazima registraron en Colombia durante el año 2004, que los colibríes con pico mediano transportaban cantidades bajas de polen, lo que puede estar relacionado con la ubicación del polen en el pico, pues según Feinsinger *et al.* (1978) el polen ubicado en esta zona es susceptible a pérdidas.

Las conclusiones sugeridas por Feinsinger *et al.* (1978) respaldan los resultados obtenidos en esta investigación, dado que las especies *Chlorostilbon canivetii* y *Amazilia beryllina* fueron capturadas con pocas o nulas cargas de polen. Estas especies presentan similitud en poseer cuerpos pequeños y picos medianos a cortos, pudiendo perder el polen que podrían acarrear mientras se alimentan.

Los granos de polen colectados por Rosero y Sazima (2004) en Colombia, indican que *Campylopterus hemileucurus* fue la principal especie polinizadora de las plantas; lo cual concuerda con la información obtenida en esta investigación, debido a que este colibrí presentó la mayor carga de polen. Según Feinsinger *et al.* (1986) las características de pico largo y decurvado permiten que este colibrí realice visitas legítimas a las plantas de las cuales se alimenta, convirtiéndolo en un importante polinizador para las plantas.

En esta investigación se reportó que las especies de plantas que utilizan a los colibríes como polinizadores, fueron *Pitcairnia imbricata*, *Rusellia sarmentosa* y *Hamelia patens*; así como también se encontró que dos especies (*Amazilia beryllina* y *Campylopterus hemileucurus*) comparten la herbácea *Pitcairnia imbricata*. Estas plantas registradas cumplen con el síndrome de ornitofilia mencionado por Stiles (1981) ya que los colores predominantes registrados en estas tres especies fueron rojos y anaranjados.

## 5.8. DIVERSIDAD DE COLIBRÍES

La rarefacción es un matemático utilizado de acuerdo al índice de diversidad de Shannon-Wiener, para medir y comparar ambos hábitat en base a un mismo número de individuos, siendo por tanto, una manera de obtener resultados más equitativos (Carmona y Carmona, 2013).

Según el índice de diversidad de Shannon-Wiener calculado para ambos hábitat, y detallado en base a curvas de rarefacción y curvas de acumulación de especies, se detalla que la tendencia para el hábitat Sub-caducifolio aproxima a una asíntota, es decir que se está llegando a registrar las especies esperadas para ese hábitat.

No obstante, para el hábitat Ripario existe una tendencia a registrar más especies de colibríes porque la curva no ha llegado a crear una asíntota, es por tanto, que se requiere realizar más esfuerzo de muestreo para registrar todas las especies que pueden ocupar ese hábitat.

La hipótesis relacionada sobre diversidad de colibríes, planteaba que la diversidad en ambos tipos de hábitat muestreados iba a ser diferente; esta hipótesis es aceptada debido a que tanto los datos obtenidos con el índice de Shannon-Wiener, como las curvas de acumulación de especies, demuestran la diferencia en cuanto a la diversidad entre ambos hábitat.

## 5.9. RELACIÓN ENTRE COLIBRÍES Y PLANTAS INTERACTUANTES

En base a los resultados en esta investigación sobre interacciones colibrí-planta, se pudo observar que el Hábitat Sub-caducifolio obtuvo mayor cantidad de especies de colibríes y plantas interactuantes (33 y 17 respectivamente) en la época estudiada, mientras que el hábitat Ripario obtuvo menores cantidades de interacciones colibríes-plantas (18 y 13 respectivamente), es razonable suponer que se obtuvo una mayor cantidad de interacciones en el hábitat Sub-caducifolio debido al mayor esfuerzo de muestreo realizado, con cuatro transectos seleccionados mientras que en el Hábitat Ripario se monitorearon solo dos transectos.

Otra explicación en términos ecológicos para ese resultado podría estar relacionada con la época en que fue realizado el estudio, por lo tanto, es posible que en algunas épocas del año haya más disponibilidad de flores para el hábitat Ripario y las tendencias podría invertirse.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, la relación entre colibríes y plantas interactuantes fue menor en hábitat Ripario que en Sub-

caducifolio. Basándose en las curvas de acumulación de especies, se observó la falta de muestreos necesarios para registrar especies esperadas en hábitat Ripario, donde se pudo reportar a la especie *Heliomaster constantii* (Figura 31) realizando actividades como forrajeo de insectos, no así realizando interacciones con las plantas presentes en este hábitat.

Lo que da a mostrar la curva de rarefacción es la necesidad de alargar más el período de muestreo para este tipo de hábitat para tener mejores resultados.



Fig. 31. Individuo de *Heliomaster constantii* observado en hábitat Ripario del APTM, 2013

Otro factor determinante que influyó las pocas interacciones registradas en hábitat Ripario fue por la presencia de mayor perturbación antropogénica que en el hábitat Sub-caducifolio, donde se observó con frecuencia la tala de arbustos, estrato que es muy importante para los colibríes en su alimentación y que en esta investigación fue alterado sin permitir interacciones planta-colibrí.

Esta relación simbiótica es importante ecológicamente para la conservación del APTM debido a que remarca la relación dependiente que poseen las plantas para los colibríes y viceversa, donde dependen de la presencia de la otra para subsistir y perpetuarse. Esta relación mutualista brinda el tipo de alimento que los colibríes requieren de las especies de plantas que deben reproducirse, efectuándose aún en hábitats degradados por las acciones antropogénicas que pueden afectar ambos grupos.

#### 5.10. RELACIÓN ENTRE COLIBRÍES Y PALINOMORFOS

Se confirmó que los colibríes son agentes polinizadores directos de plantas como *Rusellia sarmentosa*, *Hamelia patens* y *Pitcairnia imbricata*. En términos biológicos, el hecho que las especies de plantas poseen una estrecha relación con los colibríes que las polinizan en este tipo de hábitat, donde se pudo comprobar que estas aves en efecto polinizan algunas especies de plantas de las cuales se alimentan.

Los colibríes capturados para el hábitat Ripario, no presentaron cargas de polen, porque fueron especies pequeñas y muy territoriales específicamente los machos como el caso de *Amazilia beryllina*, concordando con lo mencionado por Rosero y Sazima (2004).

Mientras que la especie *Chlorostilbon canivetii* fue capturada, pero nunca fue observada realizando interacciones en ese transecto; esta especie de colibrí es considerada ratera y poco territorial, tal como lo menciona Hilty en 1994, por lo tanto, el individuo de *C. canivetii* capturado en esta investigación solamente se estaba movilizándolo en ese sitio en busca de alimento, sin cargar ningún grano de polen en su cuerpo.

#### 5.11. OTRAS INTERACCIONES REGISTRADAS

Durante el presente estudio, se observó que la especie *Amazilia beryllina* realizaba visitas ilegítimas (robo de néctar) a la planta *Sanchezia speciosa*. Este comportamiento en esta especie ya había sido documentado por Gutierrez *et al.* en el 2004, donde explican que los colibríes de pico corto, como *A. beryllina* usualmente roban néctar por perforaciones en flores de corolas más largas que su pico.

Asimismo Roubik (1982) menciona a la especie *Phaetornis longuemareus* como un “ladrón de néctar” de *Pavonia dasypetala* en Panamá, donde este colibrí inserta el pico entre las brácteas y extrae de esta manera el néctar sin dañar las flores.

## VI. CONCLUSIONES

- Las dos metodologías principales que se utilizaron en esta investigación para estudiar las interacciones (observación directa y capturas por redes de neblina), ofrecen una visión complementaria de este fenómeno. Este estudio demostró que resulta muy valioso contar con los dos tipos de datos para entender la naturaleza ecológica de estas interacciones.
- La comunidad de colibríes reportada para esta investigación estuvo compuesta por cinco especies que en su orden de abundancia fueron: *Amazilia beryllina*, *Chlorostilbon canivetii*, *Amazilia rutila*, *Campylopterus hemileucurus* e *Hylocharis leucotis*.
- La comunidad de plantas visitadas por colibríes en ambos hábitat muestreados incluye 24 especies representadas en 12 familias. De estas plantas al menos tres especies (*Hamelia patens*, *Pitcairnia imbricata* y *Ruellia sarmentosa*) son polinizadas principalmente por las especies de colibríes *Campylopterus hemileucurus* y *Amazilia beryllina*.
- Dado que el estudio se realizó durante la época transicional lluviosa, cuando las especies que se reproducen en Norteamérica y migran a los trópicos durante el invierno no estaban, no se reportó interacciones de ninguna especie migratoria.
- Los colibríes *Amazilia beryllina* y *Chlorostilbon canivetii* se consideraron en esta investigación como especies *generalistas* debido a que realizaron altas frecuencias de visitas a una diversa gama de plantas para alimentarse, sin tener preferencia por alguna especie en particular.
- Las especies *Campylopterus hemileucurus* e *Hylocharis leucotis* realizaron visitas solamente a dos especies de plantas, por lo tanto son consideradas de acuerdo a esta investigación como *especialistas*.
- Los colores de las flores que presentaron mayores visitas por los colibríes fueron blanco, rojo y amarillo, sin cumplir a cabalidad el síndrome de Ornitofilia.
- De las plantas interactuantes según su estrato, el que presentó mayores interacciones fue el arbóreo con 10 de las 24 plantas observadas en esta investigación.

- Las familias de plantas que presentaron más interacciones con los colibríes en los dos hábitats estudiados para esta investigación fueron la Fabaceae, Bromeliaceae y Rubiaceae.
- Se obtuvo la captura de tres especies de colibríes de las cinco registradas en este estudio, las cuales fueron *Amazilia beryllina*, *Campylopterus hemileucurus* y *Chlorostilbon canivetii*.
- Se realizó la primera Colección Palinológica basada en fotografías para el APTM de las especies de plantas interactuantes, registradas en esta investigación. Esta colección estará a disposición en el Centro de Investigaciones de Montecristo.
- Con esta investigación se documentó que el colibrí *Amazilia beryllina* realiza visitas ilegítimas (robo de néctar) en la planta *Sanchezia speciosa*. Aparentemente, este tipo de relación ya había sido reportada para *A. beryllina*, pero no se sabe de otras aves que se alimenten de *S. speciosa* sin polinizarla.
- El estrato de las plantas más afectado por las comunidades antropogénicas cercanas al sitio de estudio fue el arbustivo, afectando de esta manera en las pocas capturas de colibríes a pesar del abundante esfuerzo de muestreo realizado con esta metodología.
- Los hábitats estudiados mostraron un fuerte impacto antropogénico de las comunidades aledañas, influyendo en las interacciones colibrí-planta observadas con mayor frecuencia en estratos arbóreos; así como también los colibríes que prefirieron alimentarse de flores ornamentales en jardines cercanos, evitando de esta manera entrar al bosque y polinizar plantas nativas de la zona para su restauración natural.

## VII. RECOMENDACIONES

- Utilizar como base esta investigación para realizar estudios complementarios en los tres bosques presentes en el APTM, para poder conocer interacciones en diferentes tipos de hábitats y altitudes y con ello conocer mejor la comunidad de colibríes y de plantas interactuantes en toda el área protegida.
- Realizar estas investigaciones durante un mayor período de tiempo, considerando abarcar tanto la época seca como la lluviosa, y así poder obtener resultados que permitan dilucidar un panorama más amplio.
- Trabajar en época migratoria, de septiembre a marzo, para obtener datos de la importancia de los colibríes migratorios para la polinización de las especies de plantas del APTM.
- Realizar futuras investigaciones enfocadas en la importancia ecológica que el papel de los ladrones de néctar desempeñan en los hábitats estudiados.
- Utilizar otras técnicas para colecta de polen y así aumentar la colección palinológica del área de estudio, también como base para el resto de áreas protegidas en el país.
- Dar a conocer los resultados a guardarecursos y a los habitantes que residen dentro y en la zona de amortiguamiento del APTM para poder concientizar y evitar, o al menos reducir la “tala de leña” en los alrededores de las comunidades inmersas y aledañas del área protegida.
- Enfatizar en la importancia de la conservación en este tipo de interacciones (planta-colibríes) dentro de las ANP, ya que son base de la dinámica funcional de los ecosistemas y por lo tanto, el centro de enfoque para su conservación, tales como la deforestación evidente de estratos arbustivos en los sitios de estudio.
- Las especies de plantas identificadas como interactuantes con colibríes son muy importantes por realizar mutualismos y ayudar en la regeneración de los bosques a pesar de no poseer algún estatus de amenaza según el MARN (2009).
- Se debe educar y sensibilizar a las comunidades aledañas e inmersas dentro del APTM sobre los diferentes recursos florísticos utilizados por los colibríes que se reflejan en este estudio ya que este es un proceso importante que va ligado a la conservación, manejo y uso adecuado de los

recursos naturales, el cual puede garantizar, o por lo menos, mitigar y minimizar los impactos negativos sobre la riqueza biológica del Parque.

- Es importante continuar con los estudios y monitoreo de los colibríes presentes en APTM, ya que los tipos de hábitat estudiados albergan recursos importantes para este grupo taxonómico que se ve amenazado por la fragmentación y pérdida de hábitat, por tanto es necesario conocer y entender mejor los requerimientos en cuanto al recurso floral de algunas especies para asegurar su conservación.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrego y Bonilla. 2012. Sin publicar. Interacciones entre las especies de colibríes y plantas en Bosque Sub-caducifolio y Pino-roble, Parque Nacional Montecristo, Metapán, Santa Ana.
- Amaya M. G. Stiles & O. Rangel. 2001. Interacción planta-colibrí en Amacayacu (Amazonas, Colombia): una perspectiva palinológica. *Caldasia* 23(1): 301-322
- Araujo A. & M. Sazima. 2003. The assemblage of flowers visited by hummingbirds in the capões of southern Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Flora*, vol. 198: 427-435.
- Arizmendi M. Ornelas J. 1990. Hummingbirds and their Floral Resources in a Tropical Dry Forest in Mexico. *Biotropica* 22 (2): 172-180 pp
- Buzato S. Sazima M. Sazima I. 2000. Hummingbird-Pollinated Floras at Three Atlantic Forest Sites. *Biotropica*, Vol. 32, No. 4b, Special Issue: The Brazilian Atlantic Forest. 824-841 pp.
- Cardoza F. 2011. Diversidad y Composición Florística y funcional de los bosques del Parque Nacional Montecristo, El Salvador. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, escuela de Posgrado. Turrialba, Costa Rica. 111 pp.
- Carmona V. Carmona T. 2013. La diversidad de los índices de diversidad. *Bioma* N°14. ISSN 2307-0560. 20-28 pp.
- Carranza J. Estévez J. 2008. Ecología de la polinización de *Bromeliaceae* en el dosel de los Bosques Neotropicales de Montaña. Vol. 12, 2008, pp. 38-47 pp
- Chittka L. & J. Thomson. 2004. Cognitive Ecology of Pollination. Animal behaviour and floral evolution. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. 359 pp.
- Consejo Nacional para la Cultura y el Arte (CONCULTURA). Guía de plantas hospederas de mariposas en El Salvador. Museo de Historia Natural de El Salvador. Primera Edición. San Salvador, El Salvador. 2009.

- Consejo Nacional para la Cultura y el Arte (CONCULTURA). Guía florística del Río Sapo y sus alrededores, Morazán, El Salvador. Museo de Historia Natural de El Salvador. Primera Edición. San Salvador, El Salvador. 2009.
- Dalsgaard B. A. Martín, J. Olesen, J. Ollerton, A. Timmermman, L. Andersen & A. Tossas. 2009. Plant–hummingbird interactions in the West Indies: floral specialisation gradients associated with environment and hummingbird size. *Oecología* 159: 757-766.
- De la Cruz F. 2011. Estudio preliminar de la Avifauna nectarívora del Jardín Etnobotánico de la Ciudad de Oaxaca de Juárez, Oaxaca. México. 74 pp.
- De Luna. s.a. Laboratorio de Morfometría. INECOL: <http://edeluna-lab.blogspot.com/>
- Erdtman G. 1952. Pollen Morphology and Plant taxonomy. Angiosperms. L`Institut de France. 537 pp.
- Feinsinger P. 1976. Organization of a tropical guild of nectarivorous birds. *Ecological Monographs* 46: 257-291.
- Feinsinger P. Colwell R. 1978. Community Organization among Neotropical Nectar-Feeding Birds. *American Zoologist*, Oxford University Press. Vol. 18, No. 4. 779-795 pp.
- Feinsinger P. 1978. Ecological Interactions between Plants and Hummingbirds in a Successional Tropical Community. *Ecological Society of America. Ecological Monographs*, Vol. 48, No. 3, pp. 269-287.
- Feinsinger P. Wolfe J. Swarm L. 1982. Island Ecology: Reduced Hummingbird Diversity and the Pollination Biology of Plants, Trinidad and Tobago, West Indies *Source: Ecology*, Vol. 63, No. 2 pp. 494-506
- Feinsinger P. Murray K. Kinsman S. Husby W. 1986. Floral Neighborhood and Pollination Success in Four Hummingbird-Pollinated Cloud Forest Plant Species. *Ecology*, Vol. 67, No. 2 (Apr., 1986), pp. 449-464
- Gutiérrez A. & S. Rojas. 2001. Dinámica anual de la interacción colibrí-flor en ecosistemas altoandinos del volcán Galeras, sur de Colombia. Trabajo de tesis. Universidad de Colombia, Facultad de Ciencias, departamento de Biología, Colombia. 141 pp.

- Gutiérrez A. Rojas S. Stiles G. 2004. Dinámica anual de la interacción colibrí-flor en Ecosistemas Altoandinos. *Ornitología Neotropical* 15 (suppl.). 9 pp.
- Gutiérrez A. 2008. Las interacciones ecológicas y estructura de una comunidad altoandina de colibríes y flores en la cordillera oriental de Colombia. *Ornitología Colombiana* No.7: 17-42.
- Hándal A. 2011. Montecristo Capital Natural Compartido: Guatemala, Honduras, El Salvador. Comisión Trinacional del Plan Trifinio, Fondo Mundial para el Medio Ambiente (FMAM), Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Dirección Ejecutiva Nacional del Plan Trifinio-El Salvador, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), México. 126 pp
- Henríquez V. 2009. Las KBAs de El Salvador, establecimiento de una línea base de Áreas Clave para la Biodiversidad. Fundación Ecológica de El Salvador- SalvaNATURA, Ministerio del Medio ambiente y recursos Naturales, Conservation International. San Salvador, El Salvador. 32 pp.
- Hilty S. 1994. *Birds of Tropical America: A Watcher's Introduction to Behavior, Breeding, and Diversity*. University of Texas Press. 312 pp.
- Holdridge, L. 1966. The Life Zone System, *Adansonia* VI: 2: 199-203 pp.
- Howell S. & S. Webb. 1995. *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America* Oxford University Press. Oxford, New York, Tokyo. 851pp.
- Jardín Botánico Plan de la Laguna. 2010. Colección de Referencia Área Natural Protegida Montecristo 2001-2010.
- Johnson S. & K. Steiner. 2000. Generalization versus specialization in plant pollination systems. *TREE* vol. 15, No. 4: 140-143.
- Komar O. & J. Domínguez. 2001. Lista de Aves de El Salvador, Fundación Ecológica de El Salvador- SalvaNATURA, San Salvador. 76 pp.
- Komar O. & R. Ibarra. 2009. Las IBAs de El Salvador: Las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. SalvaNATURA, San Salvador, El Salvador.
- Lagos J. 1975. Pólenes Anemófilos de El Salvador. Colección Temachtiani. Editorial Universitaria. 50 pp.

- Linhart Y. Feinsinger P. 1980. Plant-Hummingbird Interactions: Effects of Island Size and Degree of Specialization on Pollination. *The Journal of Ecology*, Vol. 68, No. 3. 745-760 pp.
- Maglianesi, M. 2011. Grado de especialización en interacciones planta-colibrí a lo largo de un gradiente altitudinal en Costa Rica. Universidad Estatal a Distancia (UNED) Disponible en red: <http://web.uned.ac.cr/acontecer/index.php/a-diario/investigacion/1157-estudio-de-cambio-climatico-se-centra-en-sistemas-de-polinizacion-de-colibrries.html> (consultado el 15 de febrero de 2011)
- Martínez V. 2006. Interacciones colibrí-planta en tres tipos de vegetación de la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 61 pp.
- Medel R. Aizen M. Zamora R. 2009. Ecología y evolución de interacciones planta-animal. Editorial universitaria. Primera edición. España. 41 pp.
- Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2009. Listado ilustrado de especies de aves de El Salvador. (consultado el 2 de abril de 2012). Disponible en: [http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com\\_content&view=article&id=128&Itemid=183](http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=128&Itemid=183)
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos. 2010. Guía de aves del Parque Nacional Montecristo. Primera edición. El Salvador. 40 pp.
- Moreno E. C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. 1ªed. M&T Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Cooperación Iberoamericana. Zaragoza, España. 84pp.
- Órnelas J. F. 1996. Origen y Evolución de los Colibríes, Instituto de Ecología A.C. Número 42 (abril-junio). México. 10pp.
- Ortiz P. Díaz. 2001. Distribución de colibríes en la zona baja del centro de Veracruz, México. *Ornitología Neotropical* 12: 297–317. The Neotropical Ornithological Society. México. 20 pp.
- Raven, P.H. 1972. Why are bird-visited flowers predominantly red? *Evolution* 26(4) 674.
- Rodrigues L. & A. Araujo. 2011. The hummingbird community and their floral resources in an urban forest remnant in Brazil. *J. Brasil.* 611-622 pp.

- Rosero L. & M. Sazima. 2004. Interacciones planta-colibrí en tres comunidades vegetales de la parte suroriental del Parque Nacional Chiribiquete, Colombia. *Ornitología Neotropical* 15 (Suppl.). Colombia. 183–190pp.
- Roubik, D. 1982. The ecological impact of Nectar-robbing Bees and Pollinating Hummingbirds on a Tropical Shrub. *Ecology*, Vol. 63 No. 2. 354-360 pp
- Roubik D. & Moreno J. 2003. Pollen and Spores of Barro Colorado Island. Panamá. Disponible en internet: <http://www.stri.si.edu/sites/roubik/>
- Ruíz M. s.a. regresión y Correlación. Universidad Politécnica de Cartagena, Colombia. 10 pp.
- Russell S. & R. Russell 2001. Manual para anillar colibríes del Anillador de Norteamérica. North American Banding Council. Point Reyes Station, California. Estados Unidos. 50 pp.
- Samboní V. 2010. Interacción colibrí-flor en un bosque fragmentado seco montano (Reserva Natural el Charmolán) Vereda Hatotongosoy, Buesaco. Universidad de Nariño, Colombia. 130 pp.
- Sibley D. A. 2001. The Sibley Guide to Birds. Alfred A. Knopf, New York, Estados Unidos. 544 pp.
- Smith C. 1993. Los picaflores y su recurso floral en el bosque templado de la Isla de Chiloé, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 66: 65-73 pp.
- Snow D. Snow B. 1986. Feeding ecology of hummingbirds in the Serra do Mar, southeastern Brazil. *Hornero* 012 (04): 286-296 pp.
- Stiles F. G. 1976. Taste preferences. Color preferences and flower choice in hummingbirds. *The Condor* 78:10-26.
- Stiles F. G. 1979. El ciclo anual en una comunidad coadaptada de colibríes y flores en el bosque tropical muy húmedo de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 27( 1 ) : 75-101 pp.
- Stiles. F. G. 1981. Geographical aspects of bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 68:323-351.

- Stiles G. & A. Skutch. 1995. Guía De aves de Costa Rica. Heredia C.R.: INBio. 686 pp.
- UNESCO- MAB 2010. Reserva de la Biósfera Trifinio Fraternidad. Ministerio del Medio Ambiente y recursos Naturales. 59 pp.
- Van Perlo B. 2006. Birds of Mexico and Central America. Princeton University Press. 336 pp.
- Web Académica. 2013. Ornitofilia, adaptaciones de las plantas: [http://centrodeartigos.com/articulos-informativos/article\\_71697.html](http://centrodeartigos.com/articulos-informativos/article_71697.html)

## IX. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de colecta de datos con observación directa para el APTM, 2013

OBSERVACIONES DIRECTAS EN HÁBITAT:				
Fecha:	Núm. Transecto:	Hora inicio:	Hora fin:	Observadores:
Especie de colibrí		Especie de planta visitada		Comentarios

Anexo 2. Hoja de colecta de aves capturadas en el APTM, 2013

CAPTURA DE AVES CON REDES.						
Fecha			Colectores			
	Tipo de hábitat	Núm. Transecto	Núm. Red	Especie de ave	Núm. de indiv.	Notas

Anexo 3. Titulación de Viñetas para colecta de polen en el APTM, 2013

<b>No correlativo-colector</b>	
<b>Fecha</b>	
<b>Tipo de Hábitat</b>	
<b>Numero de red</b>	
<b>Especie de colibrí</b>	



Anexo 6. Fichas generales de los colibríes registrados en el APTM, 2013

	<p><i>Amazilia beryllina</i>-Berylline's Hummingbird- colibrí de Berilo</p> <p>Mide 9 cm. Parte dorsal de color verde esmeralda, que se torna a dorado y violeta en el anca. Peca blanca detrás del ojo. Alas de color rojizo y cobertoras verdes. Garganta y pecho verde metálico, vientre café pálido. Plumas de los muslos blancas. Cola cuadrada de color rojizo, con tonos púrpura. Iris café, pico corto y recto de color rojo con la punta negra. Patas café.</p>
	<p><i>Chlorostilbon canivetti</i>-Canivet Emerald- esmeralda de Canivet</p> <p>Mide 8 cm. El macho adulto es verde bronceado por encima y verde esmeralda resplandeciente por debajo, con partes blancas en los muslos. Timoneras negro azuladas. La hembra es gris clara por debajo, cola con la parte distal negro azulado y punta de las 2 timoneras más externas color blanco.</p>
	<p><i>Amazilia rutila</i>-Cinnamon Hummingbird- colibrí canela</p> <p>Mide 9.5 cm. El adulto es verde bronceado por encima y las coberteras supracaudales muestran el borde rufo. Timoneras rufo castaño y toda la región inferior rufa canela uniforme con la garganta más clara. Patas fuscas.</p>
	<p><i>Campylopterus hemileucurus</i>-Violet Sabrewing- fandanguero morado</p> <p>Mide 15 cm. Macho adulto con cabeza, región inferior y parte superior de la espalda color violeta. Cola negra, con la mitad distal de las 3 timoneras más externas color blanco. Pico curvado hacia abajo. Hembra es verde oscuro por encima, y por debajo gris con garganta violeta. Pico y patas de color negro.</p>
	<p><i>Hylocharis leucotis</i>-White-eared Hummingbird- colibrí orejiblanco</p> <p>Mide 10 cm. Macho con línea ocular blanca, resto de cabeza y garganta morado iridiscente. Pico rojo con punta negra. Vientre y cobertoras inferiores de la cola blancas. Espalda y cobertoras alares verdes. Hembra con frente grisácea, zona malar blanca, nuca verde, vientre grisáceo, garganta, pecho, flancos y lados blanquecinos con filas de motas verdes.</p>

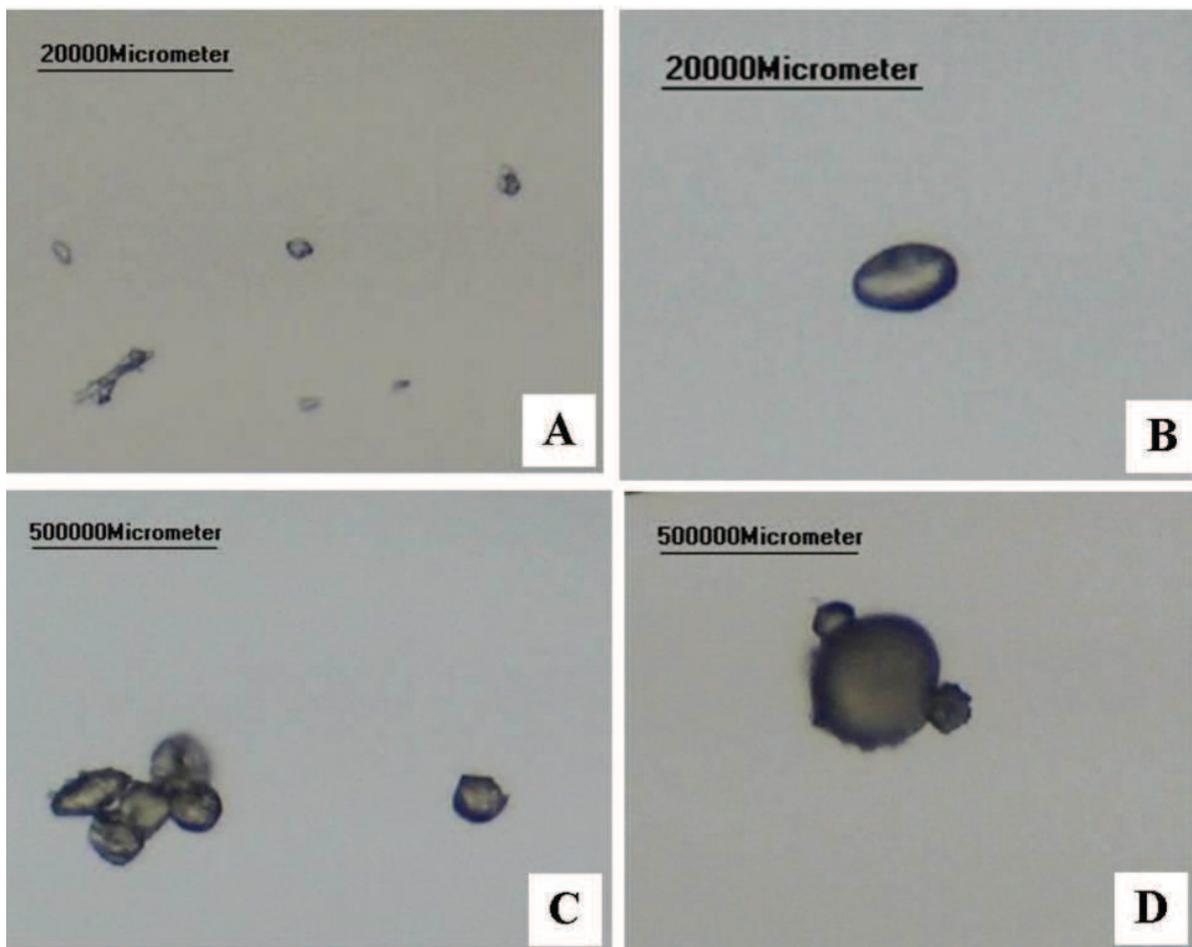
Anexo 7. Listado de especies de plantas interactuantes con colibríes en el APTM, 2013

<b>Plantas interactuantes con colibríes</b>			
<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre local</b>	<b>Estatus de conservación (MARN 2009)</b>
Apocynaceae	<i>Prestonia mexicana</i>	mata coyote	No presenta
Apocynaceae	<i>Mandevilla subsagittata</i>	loroco de ratón	No presenta
Asclepiadaceae	<i>Blepharodon mucronatum</i>	desconocido	No presenta
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia imbricata</i>	pito de novillo	No presenta
Bromeliaceae	<i>Thillandsia caput-medusae</i>	bromelia	No presenta
Bromeliaceae	<i>Thillandsia flabellata</i>	bromelia	No presenta
Fabaceae	<i>Calliandra haematocephala</i>	shilito	No presenta
Fabaceae	<i>Calliandra houstoniana</i>	caliandra	No presenta
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	madrecacao	No presenta
Fabaceae	<i>Inga vera</i>	cuje	No presenta
Fabaceae	<i>Poeppigia procera</i>	memble	No presenta
Fabaceae	<i>Inga sp</i>	cuje	No presenta
Fagaceae	<i>Quercus sp</i>	roble	No presenta
Fagaceae	<i>Quercus peduncularis</i>	roble	No presenta
Lamiaceae	<i>Cornutia pyramidata</i>	chinche	No presenta
Malvaceae	<i>Luehea candida</i>	cotonrón	No presenta
Onagraceae	<i>Hauya elegans lucida</i>	desconocido	No presenta
Plantaginaceae	<i>Russelia sarmentosa</i>	coralillo	No presenta
Rubiaceae	<i>Psychotria sp</i>	desconocido	No presenta
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	irayol	No presenta
Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	chichipince	No presenta
Salicaceae	<i>Caesaria corymbosa</i>	cafesillo	No presenta
Salicaceae	<i>Prockia crucis</i>	flor amarilla	No presenta
Sterculiaceae	<i>Helicteres guazumifolia</i>	malvaviscus	No presenta

Anexo 8 Colección palinológica de las plantas interactuantes con colibríes en el APTM, 2013

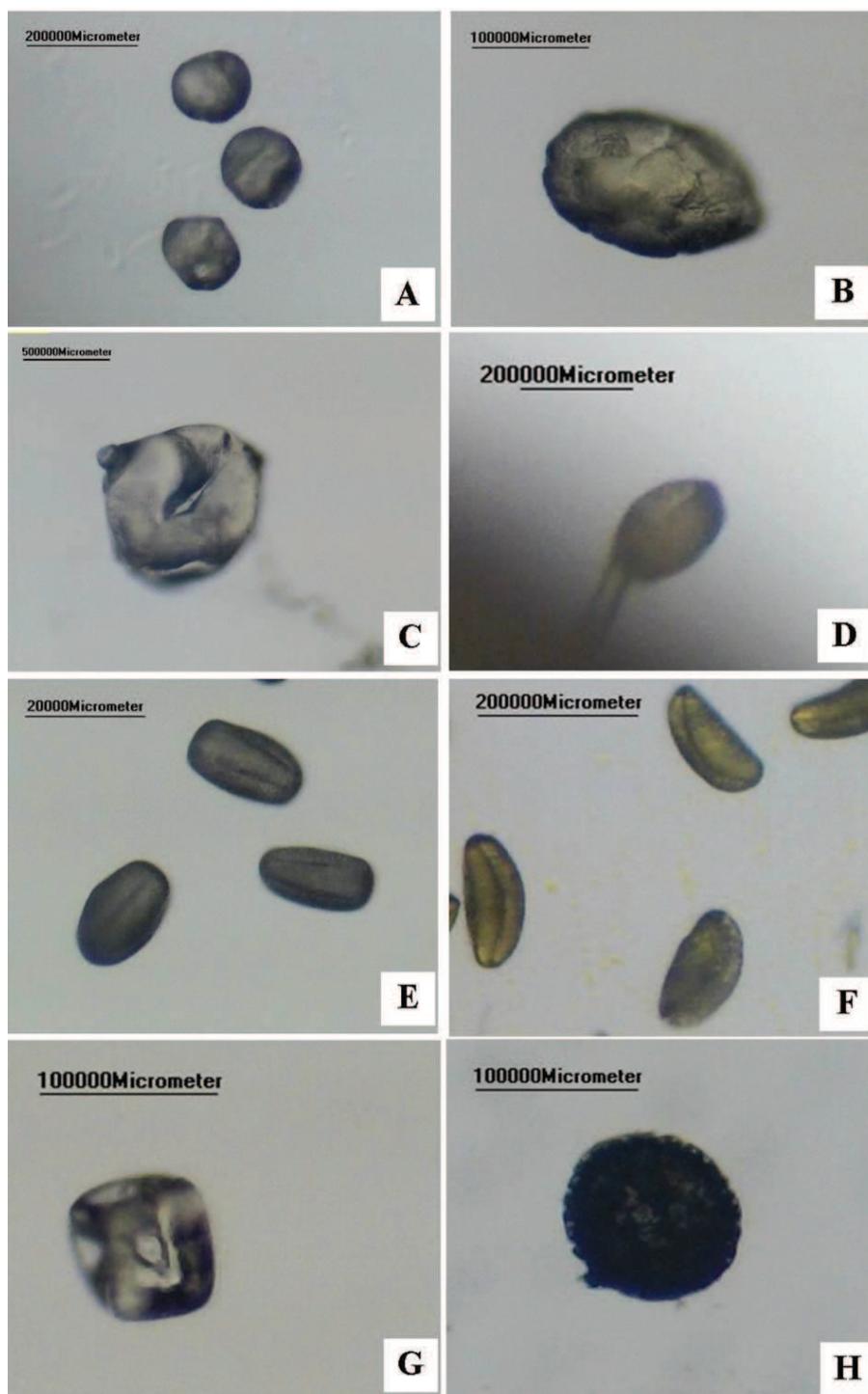
<b>COLECCIÓN PALINOLÓGICA DE PLANTAS VISITADAS POR COLIBRÍES</b>				
<b>No. Correlativo</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre local</b>	<b>Características</b>	<b>Hábitat</b>
No 001	<i>Thillandsia flabellata</i>	bromelia	amarillo, ovalado	SC
No 002	<i>Caesaria corymbosa</i>	cafesillo	amarillo claro, redondo	SC
No 003	<i>Thillandsia caput-medusae</i>	bromelia	amarillo claro, forma de dulce	RI
No 008	<i>Inga vera</i>	cuje	amarillo claro, redondo	RI
No 009	<i>Calliandra haematocephala</i>	shilito	forma de papa, amarillo claro	SC
No 010	<i>Hauya elegans lucida</i>		forma de cubo, blancos	SC
No 011	<i>Mandevilla supsagittata</i>	loroco de ratón	cúbico, blanco	SC
No 012	<i>Prestonia mexicana</i>	mata coyote	beige, redondo	SC
No 013	<i>Luehea candida</i>	cotonrón	redondas con granos, transparentes	SC
No 014	<i>Genipa americana</i>	irayol	redondas con granos, blancuzcas	RI
No 015	<i>Poeppigia procera</i>	memble	alargadas, amarillo claro	RI
No 016	<i>Calliandra houtsoniana</i>		ovalado, amarillo claro	SC
No 017	<i>Cornutia pyramidata</i>	chinche	ovoide, amarillo claro	RI
No 018	<i>Hamelia patens</i>	chichipince	redondeadas, transparentes	SC
No 019	<i>Psychotria sp.</i>		esféricas, transparentes	RI
No 020	<i>Rusellia sarmentosa</i>	coralillo	ovoide, transparente	SC
No 021	<i>Helicteres guazumifolia</i>	malvaviscus	triangular con depresión en medio	RI
No 022	<i>Blepharodon mucronatum</i>		transparente, amorfo	SC
No 023	<i>Pitcairnia imbricata</i>	pito de novillo	ovoide, amarillo intenso	SC

Anexo 9. Capturas fotográficas de los granos de polen en microscopio con objetivo 10X en el APTM, 2013

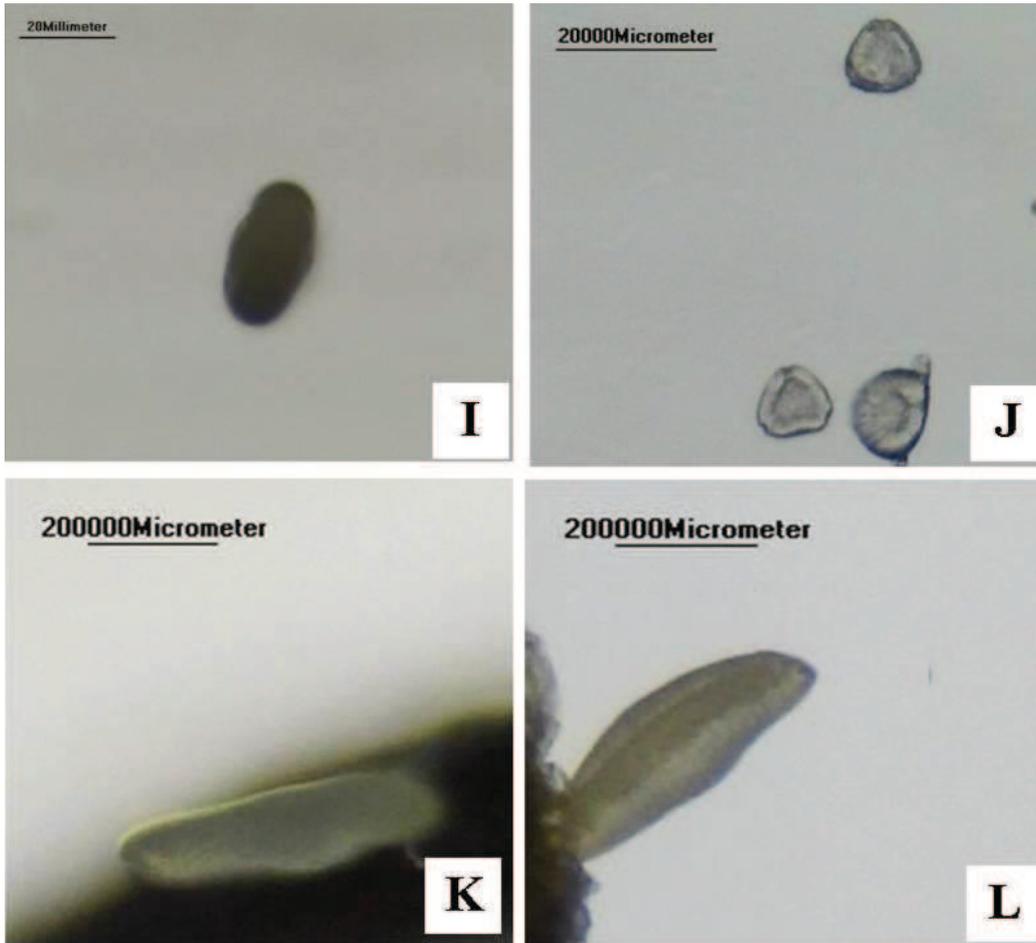


A-*Blepharodon macrunatum*, B-*Rusellia sarmentosa*, C- *Poeppigia procera*, D- *Luehea candida*

Anexo 10. Capturas fotográficas de los granos de polen en microscopio con objetivo 40X en el APTM, 2013



A- *Psychotria* sp. B- *Calliandra haematocephala*, C-*Hauya elegans*, D-*Caesaria corymbosa*, E-*Cornutia pyramidata*, F-*Pitcairnia imbricata*, G-*Mandevilla subsagittata*, H-*Prestonia mexicana*



I-*Calliandra houstoniana*, J-*Helicteres guazumifolia*, K-*Thillandsia caput-medusae*, L-*Thillandsia flabellata*

Anexo 11. Lista de otras especies de aves capturadas con redes de neblina en el APTM, 2013

Captura de otras especies de aves					
Familia	Nombre científico	Nombre local	Nombre común inglés	H. Sub caducifolio	H. Ripario
Momotidae	<i>Momotus coeruliceps</i>	talapo	Blue-crowned Motmot	2	1
Picidae	<i>Colaptes rubiginosus</i>	carpintero oliváceo	Golden-olive Woodpecker	1	
Tyrannidae	<i>Tolmomyias sulphureus</i>	papamoscas de ojo blanco	Yellow-olive Flycatcher	2	2
Tyrannidae	<i>Empidonax flaviventris</i>	copetón amarillo	Yellow-bellied Flycatcher		1
Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	copetón pequeño	Least Flycatcher		1
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	cara de loco	Rufous-browed Peppershrike		3
Corvidae	<i>Cyanocorax melanocyaneus</i>	chara	Bushy-crested Jay	2	
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	guacalchía, chacurra	Rufous-napped Wren		1
Troglodytidae	<i>Thryophilus rufalbus</i>	falso arriero de pecho moteado	Spot-breasted Wren	1	
Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	chontilla	Swainson's Thrush	1	
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	chonte, cenzone	Clay-colored Thrush		6
Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	chipe de cabeza rufa	Rufous-capped Warbler	3	3
Parulidae	<i>Basileuterus lachrimosus</i>	chipe roquero	Fan-tailed Warbler		1
Cardinalidae	<i>Saltator atriceps</i>	chepito, chilero	Black-headed Saltator		1
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	chiltota de espalda rayada	Streak-backed Oriole		1
Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	chiltota de espalda amarilla	Yellow-backed Oriole	1	
Icteridae	<i>Psarocolius wagleri</i>	oropéndola	Chestnut-headed Oropendola	1	
<b>10 familias</b>		<b>Total: 17 especies</b>		<b>14</b>	<b>21</b>

Anexo 12. Imágenes de otras aves capturadas con redes de neblina en el APTM, 2013



*Basileuterus lachrymosus*



*Catharus ustulatus*



*Turdus grayi*



*Empidonax flaviventris*



*Empidonax minimus*



*Tolmomyias sulphureus*



*Basileuterus rufifrons*



*Colaptes rubiginosus*



*Campylorhynchus rufinucha*



*Icterus pustulatus*



*Cyclarhis gujanensis*



*Thryophilus rufalbus*



*Momotus coeruliceps*



*Cyanocorax melanocyaneus*



*Psarocolius wagleri*

# Interacciones colibrí-planta en dos tipos de hábitat (Sub-caducifolio y Ripario) del Área Protegida Trinacional Montecristo, departamento de Santa Ana, El Salvador.

Jeniffer Estefany Abrego Granados<sup>1</sup>; Melvin Francisco Bonilla Navidad<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador, Final 25 Av. Nte, San Salvador, El Salvador, Centro América.

## RESUMEN

La investigación sobre interacciones colibrí-planta se llevó a cabo en el Área Protegida Trinacional Montecristo, entre los meses de abril a agosto de 2013, en dos tipos de hábitat Sub-caducifolio y Ripario, ubicados entre los 730-900 msnm. La metodología comprendió las fases de campo y laboratorio.

Los resultados obtenidos en el estudio para ambos tipos de hábitat fueron una comunidad de cinco especies de colibríes, interactuando con 24 especies de plantas. Las familias de plantas más representativas importantes para estas aves fueron: Fabaceae, Bromeliaceae y Rubiaceae.

Se capturaron dos especies de colibríes identificados como polinizadores (*Campylopterus hemileucurs* y *Amazilia beryllina*), con cargas de granos de polen de tres especies de plantas (*Rusellia sarmentosa*, *Hamelia patens* y *Pitcairnia imbricata*) que presentaron síndrome de ornitofilia.

En esta investigación se comprobó una mayor diversidad de colibríes registrada para el hábitat Sub-caducifolio en base a curvas de rarefacción del índice de Shannon-Wiener y curvas de acumulación de especies, así como se creó la primera colección palinológica de las plantas registradas como interactuantes con los colibríes.

## ABSTRACT

Research on hummingbird-plant interactions took place in the Protected Area Trinacional Montecristo, between April and August 2013, in two types of habitat Sub-deciduous and Ripario located between 730-900 meters. The methodology consisted in phases of field and laboratory.

The results of the study for both habitat types were a community of five species of hummingbirds, interacting with 24 species of plants. The most important families of plants important for these birds were Fabaceae, Rubiaceae and Bromeliaceae.

Two species of hummingbirds was identified as pollinators (*Campylopterus hemileucurs* and *Amazilia beryllina*), with loads of pollen grains of three plant species (*Rusellia sarmentosa*, *Hamelia patens* and *Pitcairnia imbricata*) with ornithophily syndrome.

This research found a greater diversity of hummingbirds recorded for Sub-deciduous habitat based rarefaction curves index and Shannon-Wiener species accumulation curves. It was created the first palynological collection of interacting plants registered.

## INTRODUCCIÓN

La importancia de esta investigación se enfoca en la imprescindible función ecológica que tienen estas aves como polinizadoras. Esta investigación permitió obtener información sobre las interacciones que realizan los colibríes con las plantas en los dos tipos de hábitat, asimismo, se generó la primera colección palinológica de referencia sobre plantas interactuantes con colibríes para el APTM y a nivel nacional.

Desde una perspectiva de conservación, los colibríes prestan un servicio ambiental muy importante ya que son polinizadores de diversas plantas y de esta manera facilitan la regeneración natural de los bosques.

Esta investigación se realizó con la finalidad de determinar la riqueza de colibríes, para relacionarla con las plantas interactuantes, además de determinar la relación entre diversidad de palinómorfos y riqueza de colibríes e identificar interacciones no mutualistas (depredativas); para los dos tipos de hábitat (Sub-caducifolio y Ripario) presentes en la parte baja del APTM, El Salvador.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El Área Protegida Trinacional Montecristo (APTAM) está ubicada en la región occidental de El Salvador, específicamente en el municipio de Metapán, departamento de Santa Ana. El área de estudio se ubica entre los 730-900 msnm (MARN, 2010).

Los tipos de hábitat que se muestrearon son: Hábitat Sub-caducifolio caracterizado por las familias Leguminosae, Asteraceae y Euforbiaceae (MARN, 2010). Con una extensión territorial de 692.57 hectáreas (6,925,700 metros cuadrados) (com. pers. Henríquez, 2012).

Hábitat Ripario: Constituido principalmente por el Río San José Ingenios, especies características de este tipo de hábitat: *Bactris major*, *Salix humboltiana*, *Ficus spp.*, *Castilla elastica*, *Acacia hindsii* y *Andira inermis* (MARN, 2009). Posee una extensión territorial de 74.67 hectáreas (746,700 metros cuadrados) (com pers. Henríquez, 2012).

## Metodología de campo

El trabajo de campo se realizó durante cinco meses, desde abril a agosto de 2013. Utilizando dos tipos de métodos: observación directa y captura con redes de neblina.

### Observación directa

Los transectos fueron señalizados como 1 y 2 para el hábitat Ripario y transectos 3, 4, 5 y 6 para el hábitat Sub-caducifolio (Figura 1). El área muestreada para la investigación fue de 15,0000 metros cuadrados, abarcando ambos tipos de hábitat.

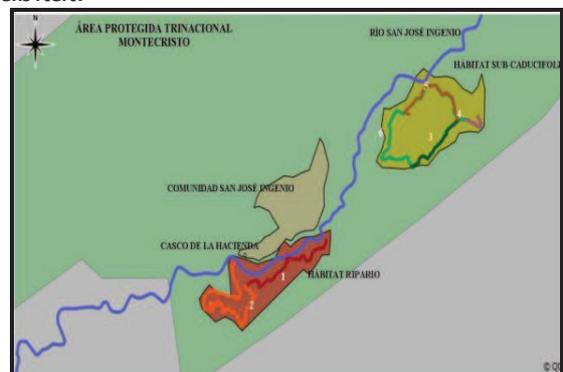


Fig. 1. Colocación de los transectos en hábitat Ripario y Sub-caducifolio del APTM; 2013

Se establecieron transectos de un kilómetro de largo por 40 metros de ancho, 20 a la izquierda y 20 a la derecha. Se utilizó la técnica modificada por Ortiz-Pulido y Díaz (2001) y Martínez (2006) para buscar colibríes a lo largo de los transectos seleccionados y observando con mayor atención en las agrupaciones de flores que

presentan características de ser polinizadas por los colibríes (plantas ornitófilas).

### Captura con Redes de Neblina

Se identificaron como redes “A, B y C” en hábitat Ripario y “D, E, F, G, H e I” para hábitat Sub-caducifolio (Figura 2).



Fig. 2. Colocación de las redes de neblina en hábitat Ripario y Sub-caducifolio del APTM, 2013

Las redes fueron colocadas a una distancia de 200 metros entre cada red. De acuerdo a la metodología propuesta por Rusell y Rusell (2001), las redes fueron revisadas cada 30 minutos.

Se colectaron granos de polen encontrados en los colibríes capturados, se le removieron los que se encontraron en la maxila, mandíbula, frente y/o garganta como lo mencionado por Feinsinger (1978), Smith (1993), Samboní (2010) y Rosero & Sazima (2004).

El polen fue colectado usando cinta adhesiva transparente. Cada muestra de polen fue debidamente rotulada con datos y ubicada dentro de los depósitos plásticos.

### **Metodología de laboratorio**

Las cargas de polen colectadas en los colibríes se colocaron en porta objetos para ser analizadas con un microscopio estereoscópico, un microscopio óptico y

una cámara fotográfica adaptada a ambos equipos, cada muestra fue identificada con ayuda de las guías palinológicas de Erdtman (1952) y Lagos (1975).

Finalmente se identificaron las especies de plantas ornitófilas bajo la asesoría de especialistas (MUHNES, ITIC-UES y Técnicos del APTM).

Se utilizaron las cargas de polen de las plantas interactuantes para realizar la primera colección palinológica de referencia.

## **RESULTADOS**

La fase de campo abarcó un total de 60 horas esfuerzo/hombre en Observación directa y un total de 450 horas de esfuerzo/red en Captura con redes de neblina, y la fase de laboratorio duró 45 horas. Totalizando 555 horas de esfuerzo en toda la investigación.

### **Riqueza de colibríes**

Se identificó una comunidad de colibríes conformada por cinco especies (*Hylocharis leucotis*, *Amazilia rutila*, *Amazilia beryllina*, *Chlorostilbon canivetii* y *Campylopterus hemileucurus*), entre machos y hembras, que registraron interacciones con 24 especies de plantas, de los estratos: arbustivos, arbóreos, epífitos, trepadores y herbáceos.

Basados en el valor de N=33 observaciones para el hábitat Sub-caducifolio, se identifica a la especie *Amazilia beryllina* como la más observada (61%), y se reporta a la especie *Campylopterus hemileucurus* como la menos registrada con tan sólo el 3% de las observaciones (Gráfico 1).

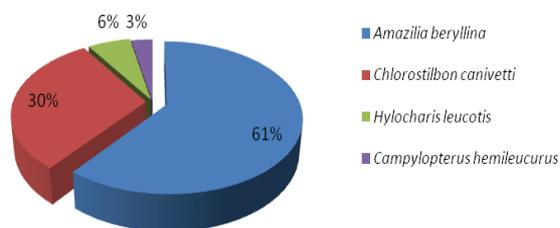


Gráfico 1. Porcentaje de la riqueza de colibríes reportados en el hábitat Sub-caducifolio del APTM, 2013.

El Gráfico 2 muestra la distribución por porcentaje de las especies de colibríes para hábitat Ripario. En base al valor obtenido de N=18 observaciones en total, se observa de igual manera que la especie que resultó con el porcentaje más alto fue *Amazilia beryllina* con 56%, mientras que *Campylopterus hemileucurus* también presentó en este tipo de hábitat la menor frecuencia con tan sólo el 5%.

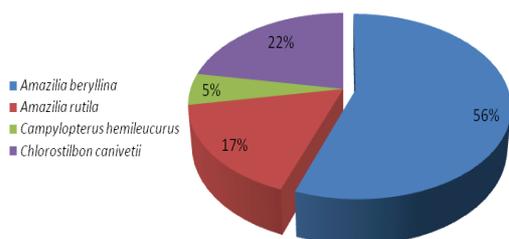


Gráfico 2. Porcentaje de la riqueza de colibríes reportados en el hábitat Ripario del APTM, 2013.

### Interacciones mutualistas

En el Gráfico 3, se observa una comparación de las interacciones mutualistas registradas por tipo de hábitat. La mayor cantidad de interacciones registradas fueron 10, reportadas para el mes de agosto y el mes donde se registró menos interacciones fue mayo con cuatro.

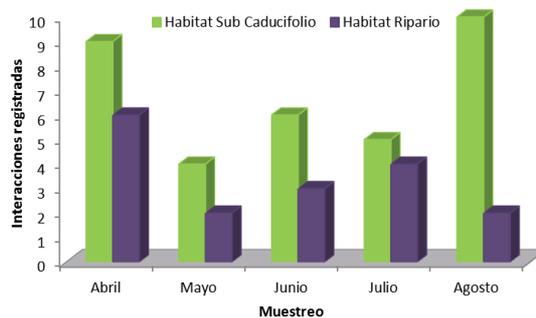


Gráfico 3. Interacciones registradas por tipo de hábitat en los cinco muestreos realizados en el APTM, 2013.

### Especies de colibríes y plantas interactuantes

Se reportó a *Amazilia beryllina* con la mayor cantidad de interacciones. La especie de planta *Cornutia pyramidata*, fue la planta que presentó más interacciones, ya que fue preferida por tres de las cuatro especies de colibríes.

Las especies de colibríes *Amazilia beryllina* y *Chlorostilbon canivetti* presentaron interacciones con una mayor cantidad de especies de las plantas, categorizándolos como especies *generalistas*. Las especies de plantas que presentaron mayores registros de interacciones para ambos hábitat muestreados fueron *Cornutia pyramidata* y *Pitcairnia imbricata*, categorizadas como plantas *generalistas*.

### Caracterización de las plantas interactuantes

Las características más sobresalientes de las 24 especies de plantas, mostraron que el color predominante en las flores o brácteas fue el blanco, seguido del color rojo y el color amarillo. Según el estrato de las plantas reportadas, las que presentaron mayores registros de interacción fueron las especies del estrato arbóreo seguido del arbustivo y trepador; las de menores registros fueron el epífita y herbáceo.

Las familias de plantas preferidas por los colibríes fueron: Fabaceae, Bromeliaceae y Rubiaceae.

### Períodos de floración de las plantas interactuantes

Las plantas con mayor cantidad de interacciones durante sus períodos de floración en hábitat Sub-caducifolio fueron: *Cornutia pyramidata*, *Pitcairnia imbricata*, *Luehea candida* y *Thillandsia flabellata*, durante los meses de julio, agosto y abril respectivamente (Fig. 4)

Se observó que el mes con mayor cantidad de plantas floreado fue abril. El mes que registró menor cantidad de especies con flores fue julio, con sólo la especie arbustiva, *Cornutia pyramidata*.

Los meses que reportaron más especies de plantas en floración en hábitat Ripario fueron abril y junio con cuatro especies de plantas. Los meses que registraron una sola especie de planta en floración fueron mayo y agosto.



Fig. 3. Especies de plantas interactuantes en el APTM, 2013

### Especies de colibríes capturados

Se obtuvo la captura de tres especies: *Campylopterus hemileucurus*, *Amazilia beryllina* y *Chlorostilbon canivetii* (Fig. 5).

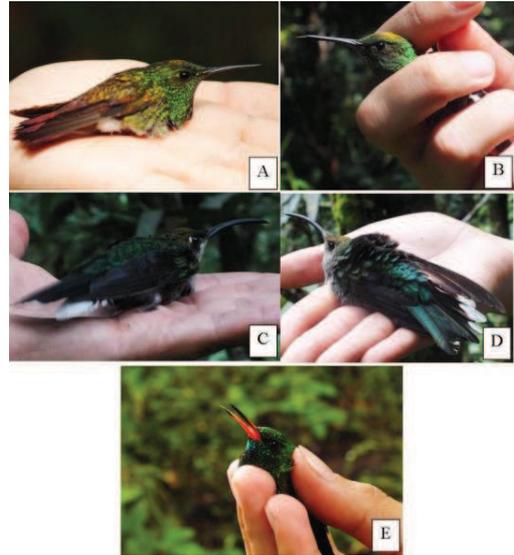


Fig. 4. Especies de colibríes capturados en el APTM, 2013

En el Gráfico 4, se observa que la especie de colibrí capturada en ambos hábitat fue *Amazilia beryllina*, presentando la mayor frecuencia de captura en hábitat Ripario, la especie que tuvo más frecuencia de captura en el hábitat Sub-caducifolio fue *Campylopterus hemileucurus*, con cuatro individuos.

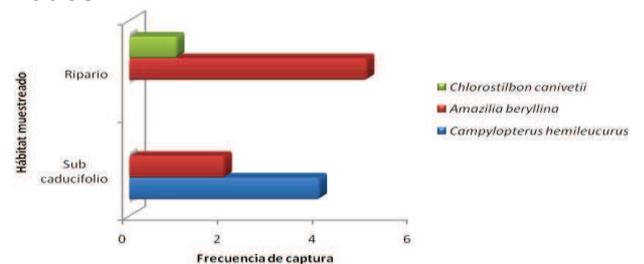


Gráfico 4. Frecuencia de capturas a colibríes en dos hábitat del APTM, 2013.

### Granos de polen colectados

Los granos de polen colectados e identificados proceden de las especies de plantas: *Pitcairnia imbricata*, *Hamelia patens* y *Rusellia sarmentosa*, las cuales poseen características ornitofílicas. También está reportado que seis de las ocho muestras de polen colectado provienen de la bromelia *Pitcairnia imbricata* (Fig. 6).

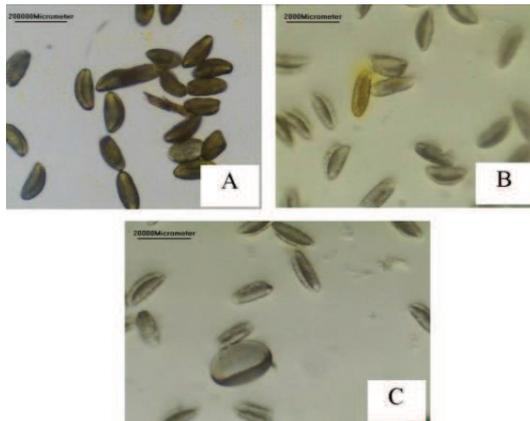


Fig. 5. Granos de polen colectados en el APTM, 2013

### Diversidad de colibríes

En el Cuadro 1, se pueden observar los resultados de la diversidad de especies de colibríes en base al Índice de Shannon-Wiener, el cual muestra que ambos tipos de hábitat registraron la mayor diversidad de especies para el mes de agosto ( $H'$ : 0.58 y 0.64 respectivamente).

Cuadro 1. Índice de Shannon-Wiener calculado por muestreo en ambos tipos de hábitat del APTM durante abril-agosto de 2013.

Muestreo	H. Sub-caducifolio	H. Ripario
abril	0	0
mayo	0.31	0.22
junio	0.46	0.4
julio	0.52	0.51
agosto	0.58	0.64

El Gráfico 6, presenta las curvas de acumulación calculadas en base al número de muestreos realizados. La línea para el hábitat Sub-caducifolio muestra que parece haber alcanzado una asíntota, mientras que para el hábitat Ripario sigue con tendencia a aumentar la cantidad de especies de colibríes esperadas para ese hábitat.

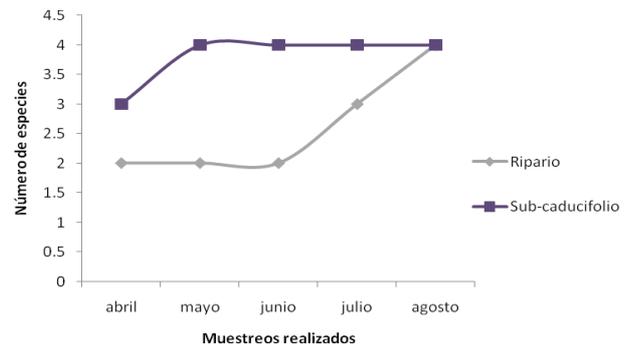


Gráfico 6. Curva de acumulación entre número de especies y muestreos realizados en el APTM, 2013.

### Relación entre colibríes y plantas interactuantes

Las comunidades de colibríes se relacionan con una riqueza de 17 especies de plantas para el hábitat Sub-caducifolio y una riqueza de 13 especies de plantas para el hábitat Ripario.

Las interacciones entre colibríes y plantas interactuantes registradas en el hábitat Sub-caducifolio reportó una mayor cantidad de interacciones con 33 en total, a diferencia del hábitat Ripario que obtuvo la cantidad de 18 interacciones.

### Relación entre colibríes y palinómorfos

Las tres especies de plantas confirmadas de ser polinizadas por estas especies de colibríes fueron: *Pitcairnia imbricata*, *Hamelia pates* y *Rusellia sarmentosa*, de las que se obtuvo grandes cargas de polen, lo que evidencia que los colibríes efectivamente al impregnarse de grandes cantidades de polen, aseguraron la polinización de estas plantas.

Las plantas confirmadas de ser polinizadas por los colibríes presentaron el síndrome de Ornitofilia, lo que significa en términos ecológicos que a pesar de la diversidad de plantas interactuantes (entre ornitófilas y no ornitófilas), los colibríes polinizaron con

efectividad a las especies de plantas con este síndrome.

Las capturas de colibríes en el hábitat Ripario no mostraron ninguna carga de polen debido a que la mayoría de especies observadas solamente se alimentaban de plantas en el estrato arbóreo, siendo de esta manera más difícil su captura con las redes de neblina.

### Otras interacciones registradas

Durante el estudio, se observó el comportamiento denominado “robo de néctar” o “visita ilegítima”, la cual ocurre cuando el colibrí se alimenta del néctar de las plantas sin tener contacto con las partes reproductivas de esta. Se pudo registrar la especie *Amazilia beryllina* comportándose como “ladrona de néctar” de la planta *Sanchezia speciosa*. Esta especie de planta se observó en varios jardines de las casas próximas al hábitat Ripario.

## DISCUSIÓN

### Comparación de metodologías utilizadas

De acuerdo a las metodologías utilizadas en la investigación, se detectó que ambas metodologías son complementarias. Esto es respaldado por Amaya *et al.* (2001) en Colombia, donde estos autores demostraron que la observación directa permite detectar visitas “ilegítimas”, describir el comportamiento de los colibríes y la identificación del recurso floral a nivel de especie; mientras que la captura por redes permite obtener información por individuos y confirma que los colibríes polinizan efectivamente las especies de plantas.

### Riqueza de colibríes

La comunidad conformada por cinco especies de colibríes registradas por el MARN (2009) en la parte baja representa el 83.33% de las especies esperadas, datos que fueron comprobados en esta investigación. Las especies de colibríes que no fueron registradas son propias de otro tipo de vegetación y habitan a mayor altitud (Pino-Robe y bosque Nebuloso).

Otros estudios de los autores Arizmendi y Ornelas (1990), Ortiz y Díaz (2001) y Feinsinger (1978) registraron especies de colibríes: *Chlorostilbon canivetii*, *Amazilia beryllina* y *Amazilia rutila* que concuerdan con las encontradas en esta investigación.

La poca ocurrencia de *Hylocharis leucotis* en esta investigación fue debido a la altitud en que se realizó el estudio, ya que esta especie prefiere vegetaciones de mayor altitud como la de Pino-Roble que se ubica entre los 900 y 1900 msnm (MARN, 2009).

La especie *A. rutila* fue poco observada en el hábitat Ripario debido a que su ubicación próxima a la comunidad San José Ingenios lo hace preferir alimentarse de las plantas que se encuentran dentro de los jardines de esta comunidad.

### Interacciones mutualistas

En esta investigación se identificó un total de cinco especies de colibríes interactuando con 24 especies de plantas, resultados que son similares a los obtenidos en estudios realizados por Ortiz y Díaz en 2001, donde reportaron cinco especies de colibríes visitando a 15 especies de plantas.

Estos mismos datos concuerdan con los investigadores Arizmendi y Ornelas en 1990, quienes registraron seis especies de colibríes interactuando con 23 especies de plantas.

Un estudio de corta duración realizado por Abrego y Bonilla en el 2012 en el bosque pino-roble del APTM, reportó de igual manera cinco especies de colibríes que interactuaron con siete especies de plantas (datos sin publicar), reportando en común a las especies de colibríes *Amazilia beryllina* y *Campylopterus hemileucurus*.

El único estudio realizado en un hábitat similar a la presente investigación, fue el efectuado en México en una Selva Baja Caducifolia por Arizmendi y Ornelas en el 1990, donde reportaron 23 especies de plantas interactuantes, de las cuales los géneros *Thillandsia* y *Hamelia*, fueron reportados en común para esta investigación.

### **Especies de colibríes y plantas interactuantes**

Las especies de colibríes *Amazilia beryllina* y *Chlorostilbon canivetii* visitaron la mayoría de plantas no-ornitófilas (no coloraciones rojas ni anaranjadas), denominándolos como especies generalistas, tal como se afirma en la investigación realizada por Rodríguez y Araujo en el 2010.

En base a esta investigación se puede determinar que las especies de planta *Pitcairnia imbricata* y *Cornutia pyramidata* son generalistas, debido a que fueron visitadas por la mayoría de especies de colibríes registrados; mientras que la especie *Mandevilla subsagittata* se puede denominar como especialista. Datos que concuerdan con lo reportado por Feinsinger (1980) en Trinidad y Tobago, donde considera como especie generalista al género *Justicia*, y *Mandevilla* como especialista.

En esta investigación se encontró que la especie *Hylocharis leucotis*, fue una

especie rara de observar en el tipo de hábitat muestreado, lo cual concuerda con Martínez en el 2006, quien reportó en México que esta especie fue considerada generalista para el hábitat de Pino-encino y no para hábitat de menor altitud.

### **Caracterización de las plantas interactuantes**

En base a la caracterización de las plantas interactuantes en esta investigación, se identificó que los colores predominantes en las flores o brácteas que visitaron los colibríes fue el blanco, como lo reportan Gutiérrez y Rojas en el 2001 en Colombia donde registran este color como el más visitado.

La familia mayor registrada en esta investigación fue la Fabaceae, al igual que lo encontrado por Samboní en el 2010, en Colombia, donde registró a esta familia como una de las más visitadas por los colibríes.

Asimismo otras familias de plantas reportadas en esta investigación que tuvieron más interacciones con los colibríes fueron: Bromeliaceae y Rubiaceae, las cuales concuerdan con las registradas en las diferentes áreas de México, Centro y Sur América por los siguientes autores: Stiles, 1979; Snow y Snow, 1986; Hilty, 1994; Buzato *et al*, 2000; Gutierrez y Rojas, 2001; Rosero y Sazima, 2004 y Dalsgaard *et al*. 2009.

Los estratos de las plantas reportadas con mayor cantidad de interacciones con colibríes fue el estrato arbóreo, seguidamente de arbustivo y trepador. Datos que no concuerdan con ninguna de la literatura citada para este tipo de investigación.

### **Períodos de floración de las plantas interactuantes**

Se reportó en esta investigación para el hábitat Sub-caducifolio que los meses de abril, junio y agosto presentaron la mayor diversidad de floración de plantas interactuantes. Datos que concuerdan con lo reportado por Stiles (1979) en Costa Rica, donde encontró dos picos de floración entre marzo-abril y junio-agosto.

Sin embargo, para el hábitat Ripario en esta investigación, los meses con mayor cantidad de especies en floración fue abril, junio y julio. Similar tendencia reporta Martínez (2006) en México, ya que la mayor riqueza que registró fue en los meses antes mencionados.

La especie *Cornutia pyramidata* registró la mayor cantidad de interacciones de todas las plantas reportadas durante su floración para el hábitat Sub-caducifolio, mientras que para el hábitat Ripario mostró ser una de las especies más visitadas por colibríes.

En esta investigación se registró que la especie de planta *Hamelia patens* se reproduce en junio, presentando similar tendencia con el estudio realizado por Feinsinger (1978) en Costa Rica, donde reporta que esta especie de planta presentó fuerte floración en época lluviosa. Posteriormente el mismo autor en 1982, la reporta para Trinidad y Tobago con una fuerte floración en los meses de julio y agosto.

### **Colibríes capturados y granos de polen colectados**

Los autores Stiles (1976), Feinsinger y Colwell (1978) mencionan que las nulas cargas de polen de algunos colibríes puede estar relacionada con el comportamiento de éstos, ya que los machos son más territoriales y concentran su forrajeo en un

pequeño grupo de especies de plantas. Esto concuerda con esta investigación ya que las especies de colibríes fueron observadas realizando comportamientos territoriales.

Los autores Rosero y Sazima (2004) registraron en Colombia que los colibríes con pico mediano transportaban cantidades bajas de polen, pues según Feinsinger *et al.* (1978) el polen ubicado en esta zona es susceptible a pérdidas. Las conclusiones sugeridas por Feinsinger *et al.* (1978) respaldan los resultados obtenidos en esta investigación, dado que las especies *Chlorostilbon canivetii* y *Amazilia beryllina* fueron capturadas con pocas o nulas cargas de polen debido al tamaño de su pico.

La especie *Campylopterus hemileucurus* fue considerada por Rosero y Sazima (2004) como principal especie polinizadora de las plantas; lo cual concuerda con esta investigación, debido a que esta especie de colibrí presentó la mayor carga de polen.

### **Diversidad de colibríes**

Según el índice de diversidad de Shannon-Wiener calculado para ambos hábitat, y detallado en base a curvas de rarefacción y curvas de acumulación de especies, se detalla que la tendencia para el hábitat Sub-caducifolio se aproxima a su óptima cantidad de especies. No obstante, para el hábitat Ripario existe una tendencia a registrar más especies de colibríes porque la curva no ha llegado a crear una asíntota, requiriendo realizar más esfuerzo de muestreo para registrar todas las especies que pueden ocupar ese hábitat.

### **Relación entre colibríes y plantas interactuantes**

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, la relación entre

colibríes y plantas interactuantes fue menor en hábitat Ripario que en Sub-caducifolio. En el primero se pudo observar a la especie *Heliomaster longirostris* realizando actividades como forrajeo de insectos, sin embargo, no se registró interacciones entre esta especie y las plantas presentes en este hábitat, como lo reporta Stiles y Skutch (1998) y Peterson y Chalif (1973).

Otro factor determinante que influyó las pocas interacciones registradas en hábitat Ripario fue por la presencia de mayor perturbación antropogénica que en el hábitat Sub-caducifolio, donde se observó con frecuencia la tala de arbustos, estrato que es muy importante para los colibríes en su alimentación.

#### **Relación entre colibríes y palinómorfos**

Se confirmó en esta investigación que los colibríes son agentes polinizadores directos de plantas como *Rusellia sarmentosa*, *Hamelia patens* y *Pitcairnia imbricata*, donde se pudo comprobar que estas aves en efecto polinizan algunas especies de plantas de las cuales se alimentan.

#### **Otras interacciones registradas**

Durante el presente estudio, se observó que la especie *Amazilia beryllina* realizaba visitas ilegítimas a la planta *Sanchezia speciosa*. Este comportamiento en esta especie ya había sido documentado por Gutierrez *et al.* en el 2004, donde explican que los colibríes de pico corto, como la especie mencionada anteriormente roba néctar por perforaciones en flores de corola más largas que su pico.

## **CONCLUSIONES**

Las dos metodologías principales utilizadas en esta investigación para estudiar las interacciones son complementarias. Este estudio demostró que resulta muy valioso contar con las dos metodologías para entender la naturaleza ecológica de estas especies.

La comunidad de colibríes reportada para esta investigación estuvo compuesta por cinco especies: *Amazilia beryllina*, *Chlorostilbon canivetii*, *Amazilia rutila*, *Campylopterus hemileucurus* e *Hylocharis leucotis*.

La comunidad de plantas visitadas por colibríes en ambos hábitat muestreados fue de 24 especies representadas en 12 familias. De estas plantas al menos tres especies (*Hamelia patens*, *Pitcairnia imbricata* y *Rusellia sarmentosa*) fueron polinizadas principalmente por los colibríes *Campylopterus hemileucurus* y *Amazilia beryllina*.

Los colibríes *Amazilia beryllina* y *Chlorostilbon canivetii* se consideraron en esta investigación como especies *generalistas* debido a que realizaron altas frecuencias de visitas a una diversa gama de plantas para alimentarse.

Las especies *Campylopterus hemileucurus* e *Hylocharis leucotis* realizaron visitas solamente a dos especies de plantas, por lo tanto son consideradas de acuerdo a esta investigación como *especialistas*.

Se obtuvo la primera Colección Palinológica basada en fotografías para el APTM de las especies de plantas interactuantes, registradas en esta investigación. Colección que estará a disposición en el Centro de Investigaciones de Montecristo.

El estrato de las plantas más afectado por las comunidades antropogénicas cercanas al sitio de estudio fue el arbustivo, afectando de esta manera en las pocas capturas de colibríes a pesar del esfuerzo de muestreo realizado para cumplir con esta metodología.

Los hábitats estudiados mostraron un fuerte impacto antropogénico de las comunidades aledañas, influyendo en las interacciones colibrí-planta observadas con mayor frecuencia en estratos arbóreos;

Los colibríes que prefirieron alimentarse de flores ornamentales en jardines cercanos fueron *Campylopterus hemileucurus* y *Amazilia beryllina*, evitando de esta manera no entrar al bosque y polinizar plantas nativas de la zona para su restauración natural.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrego y Bonilla. 2012. Sin publicar. Interacciones entre las especies de colibríes y plantas en Bosque Subcaducifolio y Pino-roble, Parque Nacional Montecristo, Metapán, Santa Ana.
- Amaya M. G. Stiles & O. Rangel. 2001. Interacción planta-colibrí en Amacayacu (Amazonas, Colombia): una perspectiva palinológica. *Caldasia* 23(1): 301-322
- Arizmendi M. Ornelas J. 1990. Hummingbirds and their Floral Resources in a Tropical Dry Forest in Mexico. *Biotropica* 22 (2): 172-180 pp
- Buzato S. Sazima M. Sazima I. 2000. Hummingbird-Pollinated Floras at Three Atlantic Forest Sites. *Biotropica*, Vol. 32, No. 4b, Special Issue: The Brazilian Atlantic Forest. 824-841 pp.
- Dalsgaard B. A. Martín, J. Olesen, J. Ollerton, A. Timmerman, L. Andersen & A. Tossas. 2009. Plant-hummingbird interactions in the West Indies: floral specialisation gradients associated with environment and hummingbird size. *Oecología* 159: 757-766.
- Erdtman G. 1952. Pollen Morphology and Plant taxonomy. Angiosperms. L'Institut de France. 537 pp.
- Feinsinger P. Colwell R. 1978. Community Organization among Neotropical Nectar-Feeding Birds. *American Zoologist*, Oxford University Press. Vol. 18, No. 4. 779-795 pp.
- Feinsinger P. 1978. Ecological Interactions between Plants and Hummingbirds in a Successional Tropical Community. *Ecological Society of America. Ecological Monographs*, Vol. 48, No. 3, pp. 269-287.
- Feinsinger P. Wolfe J. Swann L. 1982. Island Ecology: Reduced Hummingbird Diversity and the Pollination Biology of Plants, Trinidad and Tobago, West Indies Source: *Ecology*, Vol. 63, No. 2 pp. 494-506
- Gutiérrez A. & S. Rojas. 2001. Dinámica anual de la interacción colibrí-flor en ecosistemas altoandinos del volcán Galeras, sur de Colombia. Trabajo de tesis. Universidad de Colombia, Facultad de Ciencias, Biología, Colombia. 141 pp.
- Gutiérrez A. Rojas S. Stiles G. 2004. Dinámica anual de la interacción colibrí-flor en Ecosistemas Altoandinos. *Ornitología Neotropical* 15 (suppl.). 9 pp.
- Hilty S. 1994. Birds of Tropical America: A Watcher's Introduction to Behavior, Breeding, and Diversity. University of Texas Press. 312 pp.

- Lagos J. 1975. Pólenes Anemófilos de El Salvador. Colección Temachtiani. Editorial Universitaria. 50 pp.
- Martínez V. 2006. Interacciones colibrí-planta en tres tipos de vegetación de la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 61 pp.
- Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2009. Listado ilustrado de especies de aves de El Salvador.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos. 2010. Guía de aves del Parque Nacional Montecristo. Primera edición. El Salvador. 40 pp.
- Ortiz P. Díaz. 2001. Distribución de colibríes en la zona baja del centro de Veracruz, México. *Ornitología Neotropical* 12: 297–317. The Neotropical Ornithological Society. México. 20 pp.
- Peterson R. & E. Chalif. 1973. Mexican Birds. Peterson Field guides. 297 pp.
- Rodrigues L. & A. Araujo. 2011. The hummingbird community and their floral resources in an urban forest remnant in Brazil. *J. Brasil.* 611-622 pp.
- Rosero L. & M. Sazima. 2004. Interacciones planta-colibrí en tres comunidades vegetales de la parte suroriental del Parque Nacional Chiribiquete, Colombia. *Ornitología Neotropical* 15 (Suppl.). Colombia. 183–190pp.
- Roubik, D. 1982. The ecological impact of Nectar-robbing Bees and Pollinating Hummingbirds on a Tropical Shrub. *Ecology*, Vol. 63 No. 2. 354-360 pp
- Russell S. & R. Russell 2001. Manual para anillar colibríes del Anillador de Norteamérica. North American Banding Council. Point Reyes Station, California. Estados Unidos. 50 pp.
- Samboní V. 2010. Interacción colibrí-flor en un bosque fragmentado seco montano (Reserva Natural el Charmolán) Vereda Hatotongosoy, Buesaco. Universidad de Nariño, Colombia. 130 pp.
- Smith C. 1993. Los picaflores y su recurso floral en el bosque templado de la Isla de Chiloé, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural.* 66: 65-73 pp.
- Snow D. Snow B. 1986. Feeding ecology of hummingbirds in the Serra do Mar, southeastern Brazil. *Hornero* 012 (04): 286-296 pp.
- Stiles G. & A. Skutch. 1998. Guía De aves de Costa Rica. Heredia C.R.: INBio. 686 pp.
- Stiles F. G. 1976. Taste preferences. Color preferences and flower choice in hummingbirds. *The Condor* 78:10-26.
- Stiles F. G. 1979. El ciclo anual en una comunidad coadaptada de colibríes y flores en el bosque tropical muy húmedo de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 27( 1 ) : 75-101 pp.
- Stiles. F. G. 1981. Geographical aspects of bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 68:323-351.